МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» _____12_____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26		26	часов
Практические занятия	18		18	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
Курсовая работа		18	18	часов
Самостоятельная работа	48	54	102	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	72	216	часов
	4	2	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	3
Курсовая работа	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 56314

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование знаний, позволяющих ориентироваться в современном производстве полупроводниковых и микроэлектронных приборов при выборе соответствующих материалов, анализе их свойств.

1.2. Задачи дисциплины

1. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Знает методы и средства измерения	Знает методы измерения параметров материалов электронной техники
	ОПК-3.2. Умеет выбирать эффективную методику измерения	Умеет выбирать методику измерения параметров материалов электронной техники
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыкам проведения экспериментальных исследований, обработки представления полученных результатов измерений	Владеет основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 56314

ПКР-2. Готов проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	ПКР-2.1. Знает методы синтеза наноматериалов и компонентов	Знает методы исследования материалов электронной техники
	ПКР-2.2. Умеет выбрать и применить метод анализа материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Умеет проводить анализ материалов электронной техники и осуществлять выбор материалов для их дальнейшего применения
	ПКР-2.3. Владеет основными методиками постановки и проведения экспериментальных исследований	Владеет навыками проведения экспериментов по испытаниям материалов и изучению их свойств
ПКР-6. Готов рассчитывать и проектировать основные параметры техники наноструктурных материалов различного функционального назначения	ПКР-6.1. Знает основные методики расчета параметров наноструктурных материалов различного функционального назначения	Знает методики расчета параметров материалов электронной техники
	ПКР-6.2. Умеет рассчитывать параметры наноструктурных материалов	Умеет рассчитывать на практике параметры материалов электронной техники
	ПКР-6.3. Владеет навыками работы в прикладных программах для расчета параметров наноструктурных материалов	Владеет практическими навыками работы в прикладных программах, которые используются для расчета параметров материалов электронной техники

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	78	60	18
Лекционные занятия	26	26	
Практические занятия	18	18	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовая работа	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	102	48	54
Подготовка к тестированию	7	7	
Подготовка к коллоквиуму	17	17	

Согласована на портале № 56314

Подготовка к контрольной работе	8	8	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16	
Написание отчета по курсовой работе	54		54
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	216	144	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	4	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр							
1 Строение и свойства материалов	2	2	-	-	5	9	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
2 Проводниковые материалы	3	4	4	-	11	22	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
3 Сверхпроводники и криопроводники	3	2	-	-	1	6	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
4 Магнитные материалы	3	2	4	-	11	20	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
5 Полупроводниковые материалы	5	4	-	-	1	10	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
6 Диэлектрики	8	4	8	-	15	35	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
7 Пассивные элементы электронной техники	2	-	-	-	4	6	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Итого за семестр	26	18	16	0	48	108	
4 семестр							
8 Анализ технического задания	-	-	-	18	6	24	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
9 Литературный обзор	-	-	-		10	28	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
10 Расчетная часть курсовой работы	-	-	-		20	38	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
11 Написание отчета по курсовой работе	-	-	-		14	32	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
12 Защита курсовой работы	-	-	-		4	22	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Итого за семестр	0	0	0	18	54	72	
Итого	26	18	16	18	102	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 56314

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Строение и свойства материалов	Основные сведения о материалах электронной и микроэлектронной техники. Роль материалов в развитии элементной базы. Типы кристаллических решеток. Дефекты кристаллов. Степень упорядоченности атомов. Влияние структуры на свойства материалов. Влияние тепловой и механической обработки. Элементы зонной теории.	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	2	
2 Проводниковые материалы	Электрические свойства металлов и сплавов. Функции металлов в электротехнике, радиоэлектронике и микроэлектронике. Природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления чистых металлов. Электрические свойства металлов с примесями и сплавов. Термо-ЭДС.	3	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	3	
3 Сверхпроводники и криопроводники	Открытие сверхпроводимости. Свойства сверхпроводящего состояния. Идеальный Диамагнетизм. Эффект Мейсснера-Оксенфельда. Критическое магнитное поле. Теория сверхпроводимости Лондонов. Квантовая теория сверхпроводимости. Эффекты сверхпроводимости: эффекты Джозефсона, момент Лондона, изотопический эффект. Высокотемпературная сверхпроводимость.	3	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	3	
4 Магнитные материалы	Классификация магнитных материалов. Магнитные свойства ферро и ферримагнетиков. Особенности ферримагнетиков. Магнитные материалы в переменном поле. Классификация и свойства магнитных материалов. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей. Низкокоэрцитивные сплавы. Магнитомягкие высокочастотные материалы. Магнитные материалы специального назначения. Магнитотвердые материалы.	3	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	3	

Согласована на портале № 56314

5 Полупроводниковые материалы	Элементы зонной теории полупроводников. Параметры, характеризующие свойства полупроводниковых материалов. Фундаментальная система уравнений электроники. Собственные, примесные и компенсированные полупроводники. Диапазон рабочих температур полупроводниковых приборов. Классификация полупроводниковых материалов. Кремний. Германий. Карбид кремния. Полупроводниковые соединения типа A3B5. Твердые растворы на основе соединений A3B5.	5	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	5	
6 Диэлектрики	Поляризация диэлектриков, механизмы поляризации. Параметры диэлектриков с различными механизмами поляризации. Диэлектрическая проницаемость сложных диэлектриков. Природа электропроводности диэлектриков. Температурная зависимость электропроводности. Пробой диэлектриков. Потери в диэлектриках. Классификация и свойства диэлектрических материалов. Пассивные диэлектрики: полимеры, композиционные пластмассы, электроизоляционные компаунды, неорганические стекла, ситаллы, керамика. Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты, жидкие кристаллы.	8	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	8	
7 Пассивные элементы электронной техники	Пассивные элементы электронной техники. Требования к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	2	
	Итого за семестр	26	
	4 семестр		
8 Анализ технического задания	Выдача технических заданий на курсовой проект. Изложение порядка выполнения. Требования к оформлению и защите курсового проекта.	-	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	-	

Согласована на портале № 56314

9 Литературный обзор	Согласование списка литературных источников и плана обзорной части проекта.	-	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	-	
10 Расчетная часть курсовой работы	Анализ исходных данных по проекту. Аналитические расчеты.	-	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	-	
11 Написание отчета по курсовой работе	Проверка оформления проекта, предзащита.	-	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	-	
12 Защита курсовой работы	Защита курсового проекта в виде презентации.	-	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Строение и свойства материалов	Кристаллическое строение твердых тел	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	2	
2 Проводниковые материалы	Физические процессы в проводниках и их свойства	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Электропроводность металлов	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	4	
3 Сверхпроводники и криопроводники	Сверхпроводимость	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	2	
4 Магнитные материалы	Характеристики магнитных материалов	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	2	
5 Полупроводниковые материалы	Свойства полупроводниковых материалов	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Параметры полупроводниковых материалов	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	4	
6 Диэлектрики	Поляризация и электропроводность диэлектриков	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Пробой диэлектриков и потери в диэлектриках	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 56314

Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Проводниковые материалы	Электрические свойства металлов и сплавов	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	4	
4 Магнитные материалы	Свойства ферро- и ферримагнитных материалов	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	4	
6 Диэлектрики	Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Температурная зависимость электропроводности диэлектриков	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Выдача технических заданий на курсовую работу. Изложение порядка выполнения. Требования к оформлению и защите курсовой работы.	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Согласование списка литературных источников и плана обзорной части работы.	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Анализ исходных данных по проекту. Аналитические расчеты.	8	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Проверка оформления работы, предзащита.	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых работ:

1. Высокоомный пленочный резистор.
2. Высоковольтный резистор.
3. Проволочный переменный резистор.
4. Непроволочный переменный резистор.
5. Высокочастотный резистор.
6. Высокоомный резистор.
7. Проволочный резистор.
8. Электролитический алюминиевый конденсатор.
9. Слюдяной конденсатор.
10. Оксидный объемно-пористый конденсатор.
11. Пленочный конденсатор.

Согласована на портале № 56314

12. Металлопленочный конденсатор.
13. Многослойный керамический конденсатор.
14. Силовой конденсатор.
15. Металлобумажный конденсатор.
16. Вакуумный конденсатор.
17. Газонаполненный конденсатор.
18. Воздушная линия электропередачи.
19. Воздушная линия электропередачи.
20. Воздушная линия электропередачи.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Строение и свойства материалов	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Контрольная работа
	Итого	5		
2 Проводниковые материалы	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Лабораторная работа
	Итого	11		
3 Сверхпроводники и криопроводники	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Итого	1		
4 Магнитные материалы	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Лабораторная работа
	Итого	11		

Согласована на портале № 56314

5 Полупроводниковые материалы	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Итого	1		
6 Диэлектрики	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Лабораторная работа
	Итого	15		
7 Пассивные элементы электронной техники	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	3	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум
	Итого	4		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
4 семестр				
8 Анализ технического задания	Написание отчета по курсовой работе	6	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Итого	6		
9 Литературный обзор	Написание отчета по курсовой работе	10	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Итого	10		
10 Расчетная часть курсовой работы	Написание отчета по курсовой работе	20	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Итого	20		
11 Написание отчета по курсовой работе	Написание отчета по курсовой работе	14	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Итого	14		
12 Защита курсовой работы	Написание отчета по курсовой работе	4	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Итого	4		
Итого за семестр		54		
Итого		138		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

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

Согласована на портале № 56314

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	+	Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-2	+	+	+	+	+	Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-6	+	+	+	+	+	Коллоквиум, Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару)

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Коллоквиум	0	10	10	20
Контрольная работа	10	0	10	20
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	4	4	2	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	14	24	32	100
Нарастающим итогом	14	38	70	100

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Отчет по курсовой работе	10	20	40	70

Согласована на портале № 56314

Отчет по практическому занятию (семинару)	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Материалы электронной техники: Учебное пособие / Л. Р. Битнер - 2019. 108 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8984.

7.2. Дополнительная литература

1. Материалы и элементы электронной техники: Материалы и элементы электронной техники / Л. Р. Битнер - 2003. 169 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/551.

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212243 .

3. Материалы электронной техники : Учебник для вузов / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 3-е изд. - СПб. : Лань, 2001. - 368 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0409-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 56314

1. Материалы и элементы электронной техники : учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе / Л. Р. Битнер ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Материалы и элементы электронной техники : Методические указания к лабораторным работам / Л. Р. Битнер, Р. М. Капилевич ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2006. - 47 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.).

3. Материалы и элементы электронной техники : Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Л. Р. Битнер, Р. М. Капилевич ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : [б. и.], 2006. - 31 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.).

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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

Согласована на портале № 56314

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.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

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.),

Согласована на портале № 56314

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.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.5. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Согласована на портале № 56314

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Строение и свойства материалов	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Проводниковые материалы	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Сверхпроводники и криопроводники	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Магнитные материалы	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Полупроводниковые материалы	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 56314

6 Диэлектрики	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Пассивные элементы электронной техники	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Анализ технического задания	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
9 Литературный обзор	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
10 Расчетная часть курсовой работы	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
11 Написание отчета по курсовой работе	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
12 Защита курсовой работы	ОПК-3, ПКР-2, ПКР-6	Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 56314

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. 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...
   1. не изменяется;

Согласована на портале № 56314

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 удельной проводимости в сверхпроводниковых материалах имеет порядок
   1. 10^{25} Ом$^{-1}$·м$^{-1}$;
   2. 10^{-25} Ом$^{-1}$·м$^{-1}$;
   3. 10^{-8} Ом$^{-1}$·м$^{-1}$;
   4. 10^{8} Ом$^{-1}$·м$^{-1}$.
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 антиферромагнитное состояние;
    2. ферромагнетик переходит в диамагнитное состояние;
    3. ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние.
13. При увеличении частоты перемагничивания...
    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;

Согласована на портале № 56314

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.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Виды химических связей и их характеристика.
2. Классификация материалов в разрезе поведения их в электрическом и магнитном полях.
3. Классификация материалов по структуре: монокристаллические, поликристаллические, аморфные.
4. Виды элементарных кристаллических ячеек.
5. Дефекты кристаллических структур. Виды дефектов.
6. Индексы Миллера.
7. Механические характеристики твердых тел: пластичность, твердость, прочность. Упругая и пластическая деформация.
8. Теплофизические свойства твердых тел: теплопроводность, тепловое расширение, нагревостойкость, термостойкость.
9. Элементы зонной теории твердых тел.
10. Природа электропроводности металлов. Удельное сопротивление, температурный коэффициент электропроводности. Соотношение теплопроводность – электропроводность.
11. Электрические свойства металлов с примесями и сплавов. Правило Маттисена. Закон Нордгейма.
12. Температурная зависимость удельного сопротивления.
13. Неупорядоченные твердые растворы, как пример сплава.
14. Сопротивление на высоких частотах у металлов и сплавов.
15. Материалы высокой проводимости и сплавы высокого сопротивления. Сплавы для термопар.
16. Тугоплавкие материалы: Mo, Ta, Cr и их характеристики.
17. Металлы со средним значением температуры плавления: Fe, Ni, Co. Температурная зависимость удельного сопротивления для этих материалов.
18. Неметаллические проводящие материалы: углеродные материалы, композиционные проводящие (контактолы, керметы), проводящие окислы.
19. Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы.
20. Физическая основа магнетизма. Намагниченность.
21. Классификация магнитных материалов.
22. Магнитные свойства ферро- и ферримагнетиков.
23. Магнитные материалы в переменном поле. Поверхностный эффект.

Согласована на портале № 56314

24. Потери на гистерезис и вихревые токи.
25. Магнитомягкие материалы: низкоуглеродистая сталь, электролитическое железо, карбонильное железо, кремнистая электротехническая сталь, низкокоэрцитивные сплавы (низконикелевые, высоконикелевые, пермаллой и супермаллой), альсиферы.
26. Магнитомягкие высокочастотные материалы.
27. Магнитные материалы с ППГ.
28. Магнитотвердые материалы: литые высококоэрцитивные сплавы, металлокерамические и металлопластические магнитные сплавы на основе редкоземельных элементов.
29. Определение диэлектрика. Поляризуемость, электрическая индукция, диэлектрическая проницаемость и их взаимосвязь.
30. Механизмы поляризации, их характеристики.
31. Электропроводность диэлектриков.
32. Пробой диэлектриков: электрический, тепловой, электрохимический.
33. Пробой тонкопленочных структур.
34. Потери в диэлектриках, tgδ. Мощность потерь, удельная мощность потерь.
35. Температурная зависимость tgδ и зависимость от частоты для потерь на электропроводность.
36. Зависимость tgδ от температуры и частоты для релаксационных потерь. Объяснение вида зависимостей.
37. Зависимость tgδ от температуры и частоты в полярных диэлектриках.
38. Классификация диэлектриков.
39. Композиционные пластмассы.
40. Электроизоляционные компаунды.
41. Неорганические стекла.
42. Ситаллы и керамика.
43. Сегнетоэлектрики.
44. Пироэлектрики.
45. Пьезоэлектрики.
46. Электреты.
47. Жидкие кристаллы.
48. Полупроводники: определение, собственные и примесные n– и p–типов.
49. Температурный диапазон работы полупроводниковых приборов.
50. Явления на поверхности полупроводников: обеднение, обогащение и инверсия поверхностной проводимости.
51. Положение уровня Ферми в полупроводниках.
52. Диффузионные и дрейфовые токи.
53. Параметры полупроводниковых материалов.
54. Вырожденные и невырожденные полупроводники.
55. Закон действующих масс.
56. Зависимость подвижности от концентрации легирующей примеси.
57. Классификация полупроводниковых материалов: элементарные полупроводники, сложные полупроводники: A3B5, A2B6, A4B4.
58. Параметры резисторов: номинальное сопротивление, допуск, мощность, ТКС, шумы.
59. Проволочные и непроволочные резисторы. Конструкция, достоинства, недостатки.
60. Конденсаторы с неорганическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки.
61. Конденсаторы с органическим диэлектриком: конструкция, достоинства, недостатки

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Перечислите достоинства проволочных резисторов.
2. В чем отличие конструкции проволочного от непроволочного резистора?
3. Перечислите недостатки конденсаторов с неорганическим диэлектриком?
4. Перечислите номинальные параметры конденсатора.
5. Какие значения напряжения характерны для силового конденсатора?

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Высокоомный пленочный резистор.
2. Высоковольтный резистор.

Согласована на портале № 56314

3. Проволочный переменный резистор.
4. Непроволочный переменный резистор.
5. Высокочастотный резистор.
6. Высокоомный резистор.
7. Проволочный резистор.
8. Электролитический алюминиевый конденсатор.
9. Слюдяной конденсатор.
10. Оксидный объемно-пористый конденсатор.
11. Пленочный конденсатор.
12. Металлопленочный конденсатор.
13. Многослойный керамический конденсатор.
14. Силовой конденсатор.
15. Металлобумажный конденсатор.
16. Вакуумный конденсатор.
17. Газонаполненный конденсатор.
18. Воздушная линия электропередачи.
19. Воздушная линия электропередачи.
20. Воздушная линия электропередачи.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для коллоквиума

Коллоквиум по разделам 1, 2, 4

1. Кристаллические и аморфные материалы.
2. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов.
3. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов.
4. Сопротивление проводников на высоких частотах.
5. Сопротивление тонких пленок. Поверхностное сопротивление.
6. Материалы высокой проводимости и высокого сопротивления.
7. Неметаллические проводящие материалы.
8. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников. Применение сверхпроводников.
9. Классификация материалов по магнитным свойствам.
10. Температурная зависимость намагничивания.
11. Виды магнитных потерь. Способы уменьшения магнитных потерь.
12. Ферро- и ферримагнетики. Сравнительная характеристика.
13. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

Коллоквиум по разделам 6 и 7

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

9.1.6. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

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. 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.

Согласована на портале № 56314

3. Вычислить сопротивление медного провода при постоянном напряжении и на частоте 140 МГц. Длина провода 500 м, площадь сечения 4 мм*мм.
4. Заряд на пластинах конденсатора уменьшился в четыре раза за 2 часа. Определить сопротивление диэлектрика, если емкость конденсатора равна 150 мкФ.
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.

9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Электрические свойства металлов и сплавов
2. Свойства ферро- и ферримагнитных материалов
3. Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов
4. Температурная зависимость электропроводности диэлектриков

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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

Согласована на портале № 56314

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 56314

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 97 от «15» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Заведующий кафедрой, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Разработано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Профессор, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Разработано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Согласована на портале № 56314