МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Медицинская электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	48	48	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83781

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. Применять полученные знания для решения прикладных задач по проектированию и изготовлению материалов электронной техники и изделий на их основе.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.02.
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-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает принципы проведения экспериментальных исследований по определению параметров материалов
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать методику экспериментальных исследований по определению параметров материалов
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет практическими навыками проведения экспериментальных работ по определению параметров материалов
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83781

ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает простейшие физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, а также стандартные программные средства для физического и математического моделирования электронных приборов и устройств применительно к решению прикладных задач
	ПК-1.2. Умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Умеет применять простейшие физические и математические модели, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения для решения прикладных задач
	ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования	Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования для решения прикладных задач

Согласована на портале № 83781

ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения для решения прикладных задач
	ПК-2.2. Умеет аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Умеет выбирать и реализовывать наиболее эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик электронной компонентной базы, приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники для решения прикладных задач
	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Применяет навыки выбора и реализации наиболее эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения для решения прикладных задач

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 3 зачетных единиц, 108 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
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18

Согласована на портале № 83781

Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Подготовка к зачету с оценкой	20	20
Подготовка к тестированию	16	16
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Строение и свойства материалов	2	2	-	3	7	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
2 Проводниковые материалы	5	5	4	10	24	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
3 Сверхпроводники и криопроводники	1	1	-	3	5	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
4 Магнитные материалы	3	3	4	9	19	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
5 Полупроводниковые материалы	5	3	-	7	15	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
6 Диэлектрики	8	4	8	14	34	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
7 Пассивные элементы электронной цепи	2	-	-	2	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	26	18	16	48	108	
Итого	26	18	16	48	108	

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)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
4 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. Элементы зонной теории.	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 83781

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.	5	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	5	
3 Сверхпроводники и криопроводники	Открытие сверхпроводимости. Свойства сверхпроводящего состояния. Идеальный диамагнетизм. Эффект МейсснераОксенфельда. Критическое магнитное поле. Теория сверхпроводимости Бардина-Шриффера-Купера. Высокотемпературная сверхпроводимость.	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
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-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
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 группы AIIIBV. Твердые растворы на основе соединений AIIIBV5.	5	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	5	

Согласована на портале № 83781

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-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
7 Пассивные элементы электронной цепи	Пассивные элементы электронной техники. Требования к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
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
4 семестр			
1 Строение и свойства материалов	Кристаллическое строение твердых тел	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Проводниковые материалы	Физические процессы в проводниках и их свойства	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Электропроводность металлов	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Приборы на основе проводниковых материалов	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	5	
3 Сверхпроводники и криопроводники	Сверхпроводимость	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
4 Магнитные материалы	Характеристики магнитных материалов	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Приборы на основе магнитных материалов	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 83781

5 Полупроводниковые материалы	Параметры и свойства полупроводниковых материалов	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Приборы на основе полупроводниковых материалов	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
6 Диэлектрики	Поляризация и электропроводность диэлектриков	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Пробой диэлектриков и потери в диэлектриках	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Приборы на основе диэлектриков	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
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
4 семестр			
2 Проводниковые материалы	Электрические свойства металлов и сплавов	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Магнитные материалы	Свойства ферро- и ферримагнитных материалов	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Диэлектрики	Электрический пробой диэлектриков	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Температурная зависимость электропроводности диэлектриков	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

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
4 семестр				

Согласована на портале № 83781

1 Строение и свойства материалов	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	3		
2 Проводниковые материалы	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	10		
3 Сверхпроводники и криопроводники	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	3		
4 Магнитные материалы	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	9		
5 Полупроводниковые материалы	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	7		
6 Диэлектрики	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	14		
7 Пассивные элементы электронной цепи	Подготовка к зачету с оценкой	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 83781

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

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.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-2	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование

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
4 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	20	40
Лабораторная работа	30	0	0	30
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	50	20	30	100
Нарастающим итогом	50	70	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)

Согласована на портале № 83781

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. Зи, С. М. Физика полупроводниковых приборов : монография в 2-х кн. / С. М. Зи; ред. Р. А. Сурис. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Мир, 1984 - . Кн. 1 / ред. В. А. Гергель; пер. В. В. Ракитин. - 456 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.).
2. Материалы электронной техники : Учебник для вузов / Владимир Васильевич Пасынков, Валерий Сергеевич Сорокин. - 4-е изд., стереотип. - М. : ДМК ; СПб. : Лань, 2002. - 368 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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 - 47 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 - 26 экз.).
3. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учебное пособие для вузов / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2003. - 206[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 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

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

Согласована на портале № 83781

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 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.

Программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio 2010;
- PDF-XChange Viewer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

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,

Согласована на портале № 83781

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.

Программное обеспечение:
- Microsoft Visual Studio 2010;
- PDF-XChange Viewer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

8.5. 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

Согласована на портале № 83781

компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Строение и свойства материалов	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Проводниковые материалы	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Сверхпроводники и криопроводники	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Магнитные материалы	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Полупроводниковые материалы	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Диэлектрики	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Пассивные элементы электронной цепи	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 83781

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
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;

Согласована на портале № 83781

3. монокристаллических;
4. во всех перечисленных.

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

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

4. 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.

5. 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.

6. Точкой Кюри называется температура, при которой...
   1. ферромагнетик переходит в антиферромагнитное состояние;
   2. ферромагнетик переходит в ферримагнетное состояние;
   3. ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние.

7. В соленоиде количество витков увеличили в два раза. Как при этом изменится индуктивность соленоида?
   1. Уменьшится в 2 раза;
   2. Не изменится;
   3. Увеличится в 2 раза;
   4. Увеличится в 4 раза.

8. 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. Электрическая прочность пленки диэлектрика толщиной 0,1 мм составляет 5 МВ/м. Определите при каком напряжении в этой пленке начнет происходить электрический пробой...
   1. 500 В;
   2. 5 кВ;
   3. 50 МВ;
   4. 50 ГВ.

10. Резистор - это пассивный элемент цепи, который...
    1. Накапливает электрическую энергию;
    2. Преобразует электрическую энергию в энергию магнитного поля;
    3. Преобразует электрическую энергию в тепловую энергию;
    4. Преобразует электрическую энергию в механическую энергию.

Согласована на портале № 83781

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Строение и свойства материалов: строение атома, виды химической связи, кристаллическая решетка (типы простейших решеток), идеальные и реальные кристаллические решетки, дефекты в кристаллических решетках, классы твердых тел по электропроводности, основы зонной теории твердых тел.
   Задача: Определить плотность полония (Po) через параметры кристаллической решетки.

2. Проводниковые материалы: основные параметры металлов, температурная зависимость проводимости проводников, электрические свойства металлов с примесями (правило Маттиесена) проводниковые сплавы и их параметры, термоэлектрические явления в проводниках, поверхностный эффект в проводниках, классы проводников, сплавы высокого сопротивления, термопара и сплавы для термопар, сплавы высокого сопротивления и нагревательные элементы, проводящие окислы, неметаллические проводящие материалы, композиционные проводящие материалы, поверхностное сопротивление металлических пленок.
   Задача: Определите сопротивление бруска графита размером 5х0,5х0,5 см.

3. Магнитные материалы: природа магнетизма веществ, основные магнитные параметры, классификация магнитных материалов, магнитные свойства ферромагнетиков и ферримагнетиков, намагничивание и петля гистерезиса, магнитные материалы в переменном магнитном поле, магнитные потери, классы магнитомягких и магнитотвердых материалов.
   Задача: Соленоид на основе ферритового сердечника с относительной магнитной проницаемостью 100 и температурой Кюри 210 оС имеет индуктивность 1 мГн. Определите какой станет индуктивность соленоида, если поместить его в среду с температурой 230 оС.

4. Полупроводниковые материалы: собственные и примесные полупроводники, основы зонной теории полупроводников, основные параметры полупроводниковых материалов, температурная зависимость проводимости полупроводников, термо-ЭДС, эффект Холла, простые полупроводники и их свойства, сложные полупроводники, соединения группы AIIIBV.
   Задача: Опеределите во сколько раз изменится сопротивление собственного кремния при внедрении в него донорной примеси 10^13 см^-3.

5. Диэлектрики: поляризация диэлектриков, механизмы поляризации, основные параметры диэлектриков, электропроводность диэлектриков, температурная зависимость проводимости диэлектриков, объемная и поверхностная проводимость диэлектриков, пробой диэлектриков и виды пробоя, потери в диэлектриках, пассивные диэлектрики, классы пассивных диэлектриков, конденсаторные диэлектрики, изоляционные диэлектрики, активные диэлектрики, сегнетоэлектрики, пироэлектрики, пьезоэлектрики.
   Задача: Между обкладками конденсатора помещен диэлектрик с относительной диэлектрической проницаемостью 20. Определите во сколько раз изменится емкость данного конденсатора, если между обкладками поместить пористый диэлектрик из того же материала с содержанием воздушных включений 50 % в его составе.

6. Сверхпроводники: природа сверхпроводимости, проводимость сверхпроводников, магнитные свойства сверхпроводников, эффект Мейсснера, высокотемпературные сверхпроводники, теория Бардина-Купера- Шриффера. Задача: Определите критическую температуру перехода в СП-состояние, если энергетический зазор куперовской пары электронов составляет 2,4 мэВ.

7. Пассивные элементы цепи: резисторы, типы резисторов, основные параметры резисторов, конденсаторы, типы конденсаторов, основные параметры конденсаторов.

9.1.3. Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 83781

1. Электрические свойства металлов и сплавов
2. Свойства ферро- и ферримагнитных материалов
3. Электрический пробой диэлектриков
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 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 83781

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 № 83781

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 163 от «26» 11 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ФЭ	И.Ф. Гарипов	Разработано, c3151be8-247a-4069-a992-2ef071e2e8ea

Согласована на портале № 83781