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: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
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	4	4	8	часов
Практические занятия	2	2	4	часов
Лабораторные занятия		8	8	часов
Самостоятельная работа	66	52	118	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	144 4	часов з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	4	
Контрольные работы	4	1

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 № 75901

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).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Электронные приборы.
Индекс дисциплины: Б1.В.04.01.
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 № 75901

ПКС-5. Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	ПКС-5.1. Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает современные тенденции развития материалов для создания приборов электроники
	ПКС-5.2. Умеет учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Умеет учитывать современные тенденции материаловедения для создания приборов электроники
	ПКС-5.3. Владеет современными тенденциями развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Владеет современными тенденциями развития материаловедения для создания приборов электроники

Согласована на портале № 75901

ПКС-11. 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	ПКС-11.1. 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 физические свойства материалов электронной техники, применяемых для изготовления приборов наноэлектроники
	ПКС-11.2. 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 выбирать материал с заданными свойствами для создания приборов наноэлектроники
	ПКС-11.3. 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 практическими навыками выбора материала с заданными физическими свойствами для создания приборов наноэлектроники различного функционального назначения

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 4 зачетных единиц, 144 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	22	6	16
Лекционные занятия	8	4	4

Согласована на портале № 75901

Практические занятия	4	2	2
Лабораторные занятия	8		8
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	118	66	52
Подготовка к тестированию	42	34	8
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	36	32	4
Подготовка к зачету с оценкой	18		18
Подготовка к контрольной работе	10		10
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12		12
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	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.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Строение и свойства материалов	1	-	-	10	11	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
2 Проводниковые материалы	1	1	-	24	26	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
3 Сверхпроводники и криопроводники	1	-	-	10	11	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
4 Магнитные материалы	1	1	-	22	24	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
Итого за семестр	4	2	0	66	72	
4 семестр						
5 Полупроводниковые материалы	1	1	-	14	18	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
6 Диэлектрики	1	1	8	26	36	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
7 Пассивные элементы электронной техники	2	-	-	12	14	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5
Итого за семестр	4	2	8	52	66	
Итого	8	4	8	118	138	

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

Согласована на портале № 75901

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.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
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.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
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.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	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.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
	Итого за семестр	4	
4 семестр			

Согласована на портале № 75901

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 А3В5. Твердые растворы на основе соединений А3В5.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
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.	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
7 Пассивные элементы электронной техники	Пассивные элементы электронной техники. Требования к материалам. Классификация элементов, основные параметры, маркировка	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
Итого за семестр		2	
Итого		2	

Согласована на портале № 75901

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			
6 Диэлектрики	Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов	4	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Температурная зависимость электропроводности диэлектриков	4	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Проводниковые материалы	Физические процессы в проводниках и их свойства	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
4 Магнитные материалы	Характеристики магнитных материалов	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
4 семестр			
5 Полупроводниковые материалы	Свойства полупроводниковых материалов	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
6 Диэлектрики	Пробой диэлектриков и потери в диэлектриках	1	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				

Согласована на портале № 75901

1 Строение и свойства материалов	Подготовка к тестированию	10	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Итого	10		
2 Проводниковые материалы	Подготовка к тестированию	8	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	16	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	24		
3 Сверхпроводники и криопроводники	Подготовка к тестированию	10	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Итого	10		
4 Магнитные материалы	Подготовка к тестированию	6	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	16	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	22		
Итого за семестр		66		
4 семестр				
5 Полупроводниковые материалы	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	14		
6 Диэлектрики	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Лабораторная работа
	Итого	26		

Согласована на портале № 75901

7 Пассивные элементы электронной техники	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПКС-5, ПКС-11	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		52		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		122		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – 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, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование
ПКС-5	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование
ПКС-11	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

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. 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 № 75901

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.).

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 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

Согласована на портале № 75901

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 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, 209 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.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 75901

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Строение и свойства материалов	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Проводниковые материалы	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Сверхпроводники и криопроводники	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Магнитные материалы	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 75901

5 Полупроводниковые материалы	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
6 Диэлектрики	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
7 Пассивные элементы электронной техники	ОПК-2, ПКС-11, ПКС-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		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
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 № 75901

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 № 75901

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;

Согласована на портале № 75901

3. зависят от частоты намагничивания, а не от класса материала;
4. одинаковы.

16. Потери на вихревые токи...
    1. в стальном сердечнике больше, чем в железном;
    2. в железном сердечнике больше, чем в стальном;
    3. зависят от частоты намагничивания, а не от класса материала.
17. Выберите диэлектрик, диэлектрическая проницаемость которого не меняется при росте температуры...
    1. ионный;
    2. неполярный;
    3. полярный.
18. Поляризацией диэлектрика называется...
    1. смещение свободных заряженных частиц;
    2. смещение связанных заряженных частиц;
    3. смещение любых заряженных частиц.
19. Поверхностный ток в диэлектрике обусловлен...
    1. повышенной концентрацией заряженных частиц в приповерхностном слое;
    2. загрязнением поверхности;
    3. снижением напряженности электрического поля внутри диэлектрика.
20. Проводимость диэлектрика при повышении температуры...
    1. возрастает по линейному закону;
    2. падает по линейному закону;
    3. возрастает по экспоненциальному закону;
    4. падает по экспоненциальному закону.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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.

Согласована на портале № 75901

23. Магнитные материалы в переменном поле. Поверхностный эффект.
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. Темы практических занятий

1. Физические процессы в проводниках и их свойства
2. Характеристики магнитных материалов
3. Свойства полупроводниковых материалов
4. Пробой диэлектриков и потери в диэлектриках

9.1.4. 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

Согласована на портале № 75901

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.
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.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Электрический пробой тонкопленочных конденсаторов
2. 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

Согласована на портале № 75901

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
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 № 75901

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 3 от «27» 9 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Разработано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8

Согласована на портале № 75901