

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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 (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	117	117	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	4	
Контрольные работы	4	1

## 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: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.04.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
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
<b>Профессиональные компетенции</b>		

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 физические свойства материалов электронной техники, применяемых для изготовления приборов наноэлектроники.
	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 выбирать материал с заданными свойствами для создания приборов наноэлектроники.
	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 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
		4 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	18	18
Лабораторные занятия	8	8

Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	117	117
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	47	47
Подготовка к контрольной работе	46	46
Подготовка к лабораторной работе	20	20
Написание отчета по лабораторной работе	4	4
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	9	9
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	4	4

## 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	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>4 семестр</b>						
1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.	-	2	1	12	15	ОПК-2, ПК-1
2 Проводниковые материалы.	4		1	24	29	ОПК-2, ПК-1
3 Резисторы.	-		1	12	13	ОПК-2, ПК-1
4 Диэлектрики.	4		1	24	29	ОПК-2, ПК-1
5 Конденсаторы.	-		1	12	13	ОПК-2, ПК-1
6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники.	-		1	12	13	ОПК-2, ПК-1
7 Магнитные материалы .	-		1	12	13	ОПК-2, ПК-1
8 Полупроводниковые материалы.	-		1	9	10	ОПК-2, ПК-1
Итого за семестр	8	2	8	117	135	
Итого	8	2	8	117	135	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
<b>4 семестр</b>			

1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.	Классификация материалов по электрическим и магнитным свойствам. Электропроводность твердых тел. Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.	1	ОПК-2
	Итого	1	
2 Проводниковые материалы.	Свойства проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости. Материалы высокого удельного сопротивления.	1	ОПК-2
	Итого	1	
3 Резисторы.	Классификация резисторов. Основные параметры и характеристики резисторов. Система обозначений и маркировка резисторов. Конструктивно-технологические разновидности резисторов.	1	ОПК-2
	Итого	1	
4 Диэлектрики.	Основные физические процессы в диэлектриках. Пассивные диэлектрики.	1	ОПК-2
	Итого	1	
5 Конденсаторы.	Классификация конденсаторов. Основные параметры и характеристики конденсаторов. Система условных обозначений и маркировка конденсаторов.	1	ОПК-2
	Итого	1	
6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники.	Пьезоэлектрические и электрострикционные материалы. Пироэлектрики и электреты. Сегнетоэлектрики. Элементы типовой модели функциональной электроники.	1	ОПК-2
	Итого	1	
7 Магнитные материалы .	Классификация материалов по магнитным свойствам. Характеристики и параметры ферромагнетиков. Магнитные материалы.	1	ОПК-2
	Итого	1	
8 Полупроводниковые материалы.	Классификация полупроводниковых материалов. Модели структур полупроводников. Собственная электропроводность полупроводников. Электропроводность примесных полупроводников. Распределение носителей заряда в полупроводниках. Генерация, рекомбинация и время жизни носителей заряда в полупроводниках. Собственные полупроводники. Полупроводниковые химические соединения.	1	ОПК-2
	Итого	1	
Итого за семестр		8	
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
<b>4 семестр</b>			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-2, ПК-1
Итого за семестр		2	
Итого		2	

#### 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
<b>4 семестр</b>			
2 Проводниковые материалы.	Исследование электрических свойств проводниковых материалов.	4	ОПК-2, ПК-1
Итого		4	
4 Диэлектрики.	Исследование температурной зависимости проводимости твердых диэлектриков.	4	ОПК-2, ПК-1
Итого		4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

#### 5.5. Контроль самостоятельной работы (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
<b>4 семестр</b>				
1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

2 Проводниковые материалы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	10	ОПК-2, ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	24		
3 Резисторы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
4 Диэлектрики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	10	ОПК-2, ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	24		
5 Конденсаторы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
7 Магнитные материалы .	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
8 Полупроводниковые материалы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-2, ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	9		
Итого за семестр		117		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		126		

### 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.

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт. Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПК-1	+	+		+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература



1. Легостаев Н. С. Материалы электронной техники: Учебное пособие / Легостаев Н. С. - Томск: Эль Контент, 2012. - 184 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Битнер, Л. Р. Материалы и элементы электронной техники: Материалы и элементы электронной техники / Л. Р. Битнер. — Томск: ТУСУР, 2003. — 169 с. Доступ из личного кабинета студента. [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. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212243>.

## **7.3. Учебно-методические пособия**

### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Битнер Л. Р. Материалы электронной техники. Методические указания к лабораторным работам: Методические указания / Битнер Л. Р. - Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Легостаев Н. С. Материалы электронной техники. Методические указания по изучению дисциплины: Методические указания / Легостаев Н. С. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2012. - 68 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### **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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Легостаев, Н.С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: электронный курс / Н.С. Легостаев. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2012. (доступ из личного кабинета студента) .

## **7.5. 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. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

## **8.2. 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.

## **8.3. 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

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Проводниковые материалы.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Резисторы.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Диэлектрики.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

5 Конденсаторы.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Магнитные материалы .	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Полупроводниковые материалы.	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

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 <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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. В каких материалах наблюдается анизотропия свойств?
  1. в поликристаллических;
  2. в аморфных;
  3. в монокристаллических;
  4. во всех перечисленных.
2. Как изменится количество энергетических уровней в зоне при увеличении массы кристалла в 2 раза?
  1. увеличивается в 2 раза;
  2. уменьшается в 2 раза;
  3. от массы не зависит;
  4. увеличиться в 1,5 раза.
3. Как изменяется концентрация электронов в чистых металлах при увеличении температуры?
  1. увеличивается;
  2. уменьшается;

3. не зависит от температуры;
  4. сначала увеличивается, потом уменьшается.
4. Как изменяется удельное сопротивление чистых металлов при повышении температуры?
1. не изменяется;
  2. уменьшается;
  3. увеличивается;
  4. сначала увеличивается, потом уменьшается.
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;
  4. жидкого.
6. Как изменяется сопротивление медного провода при увеличении частоты приложенного напряжения с 50 Гц до 10 МГц?
1. не изменится;
  2. увеличится;
  3. уменьшится;
  4. сначала уменьшается, затем увеличивается.
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. Какой материал необходимо выбрать для изготовления нагревательного элемента для обогрева помещения?
1. манганин;
  2. вольфрам;
  3. нихром;
  4. тантал.
9. Как себя поведет магнитная проницаемость ферромагнетика при увеличении напряженности магнитного поля?
1. возрастает;
  2. возрастает, затем уменьшается;
  3. уменьшается;
  4. уменьшается, затем возрастает.
10. Что происходит с магнитным материалом при достижении температуры Кюри?
1. ферромагнетик переходит в антиферромагнитное состояние;
  2. ферромагнетик переходит в диамагнитное состояние;
  3. ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние;
  4. ферромагнетик переходит в ферримагнетик.
11. Что происходит при увеличении частоты перемагничивания?
1. быстрее возрастают потери на гистерезис;
  2. быстрее возрастают потери на вихревые токи;
  3. оба вида потерь одинаково быстро растут;
  4. потери не зависят от частоты.
12. Чем определяется ширина петли гистерезиса?
1. коэрцитивной силой;
  2. индукцией насыщения;
  3. остаточной индукцией;
  4. напряженностью магнитного поля.
13. В каких магнитных материалах потери на гистерезис больше?
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;

4. одинаковы.
14. В каком случае потери на вихревые токи больше?
  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;
  4. не зависят ни от частоты, ни от класса материала.
15. В каком диэлектрике диэлектрическая проницаемость не меняется при росте температуры?
  1. ионный;
  2. неполярный;
  3. полярный;
  4. кристаллический.
16. Что называется поляризацией диэлектрика?
  1. смещение свободных заряженных частиц;
  2. смещение связанных заряженных частиц;
  3. смещение любых заряженных частиц;
  4. смещение свободных заряженных частиц или поворот собственных электрических моментов.
17. Чем обусловлен поверхностный ток в диэлектрике?
  1. повышенной концентрацией заряженных частиц в приповерхностном слое;
  2. загрязнением поверхности;
  3. снижением напряженности электрического поля внутри диэлектрика;
  4. обеднением поверхности заряженными частицами.
18. Что происходит с проводимостью диэлектрика при повышении температуры?
  1. возрастает по линейному закону;
  2. падает по линейному закону;
  3. возрастает по экспоненциальному закону;
  4. падает по экспоненциальному закону.
19. Что происходит с энергетическими уровнями в зонах при  $T=0$  К?
  1. уровни валентной зоны не заняты, а уровни зоны проводимости заполнены;
  2. уровни валентной зоны и зоны проводимости не заняты;
  3. уровни валентной зоны и зоны проводимости заполнены;
  4. уровни валентной зоны заполнены, а уровни зоны проводимости не заняты.
20. Какой статистике подчиняются носители заряда в невырожденных полупроводниках?
  1. Ферми-Дирака;
  2. Бозе-Эйнштейна;
  3. Максвелла-Больцмана;
  4. Больцмана

### **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.
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,  $\text{tg}\delta$ . Мощность потерь, удельная мощность потерь.
35. Температурная зависимость  $\text{tg}\delta$  и зависимость от частоты для потерь на электропроводность.
36. Зависимость  $\text{tg}\delta$  от температуры и частоты для релаксационных потерь. Объяснение вида зависимостей.
37. Зависимость  $\text{tg}\delta$  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 тем и тестовых заданий на контрольные работы

Материалы электронной техники.

1. Один спай термопары помещен в объект с  $T = 100$  оС, другой находится при  $T = 25$  оС, термоЭДС = 1,6 мВ. Чему будет равна температура объекта, если термоЭДС равна минус 1 мВ? Ответ \_\_\_\_.
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. Ответ \_\_\_\_.
3. Вычислить сопротивление медного провода при постоянном напряжении и на частоте 140 МГц. Длина провода 500 м, площадь сечения 4 мм\*мм. Ответ \_\_\_\_.
4. Заряд на пластинах конденсатора уменьшился в четыре раза за 2 часа. Определить сопротивление диэлектрика, если емкость конденсатора равна 150 мкФ. Ответ \_\_\_\_.
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. Ответ \_\_\_\_.
6. Указать металлы, для которых количество атомов, находящихся на наиболее близком и равном расстоянии от любого выбранного атома в решетке равно «восемь»: 1 – алюминий; 2 – вольфрам; 3 – железо; 4 – кобальт; 5 – медь; 6 – молибден; 7 – никель; 8 – золото; 9 – платина; 10 – тантал. Ответ: \_\_\_\_\_.
7. Укажите металлы, кристаллическая структура которых гексагональная плотной упаковки: 1 – алюминий; 2 – вольфрам; 3 – железо; 4 – кобальт; 5 – медь; 6 – молибден; 7 – никель; 8 – олово; 9 – цинк; 10 – свинец; 11 – тантал; 12 – хром. Ответ: \_\_\_\_\_.
8. Укажите конструкционные сплавы, в которых присутствует легирующий элемент алюминий: 1 – ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5; 2 – МНМц15-20; 3 – БрОЦС4-4-4; 4 – ЛЦ23А6ЖЗМц2; 5 – БрО5Ц5С5; 6 – ЛАЖ60-1-1; 7 – ЛАН59-3-2; 8 – ЛА77-2; 9 – БрА7Мц15ЖЗН2Ц2; 10 – БрМц5. Ответ: \_\_\_\_\_.
9. Определите в процентах содержание меди в литейной латуни марки ЛЦ23А6ЖЗМц2. Ответ: \_\_\_\_\_ %
10. Укажите металлы с тетрагональной кристаллической решеткой: 1 – алюминий; 2 – вольфрам; 3 – железо; 4 – золото; 5 – медь; 6 – молибден; 7 – никель; 8 – олово; 9 – платина; 10 – свинец; 11 – тантал; 12 – хром. Ответ: \_\_\_\_.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование электрических свойств проводниковых материалов.
2. Исследование температурной зависимости проводимости твердых 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 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
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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ  
протокол № 140 от «31» 1 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49- aef0-5584d3fd4820
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc

### ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Согласовано, 4bfa5749-993c-4879- adcf-c25c69321c91
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
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092- 902a-95591a9d4047