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
_____Сенченко П.В
«22» _____02_____ 2023 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 (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

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78034

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
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 № 78034

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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	18
Лабораторные занятия	8	8

Согласована на портале № 78034

Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	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
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	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
4 семестр						
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
4 семестр			

Согласована на портале № 78034

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 проводинковых 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

Согласована на портале № 78034

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 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
4 семестр			
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
4 семестр				
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		

Согласована на портале № 78034

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		

Согласована на портале № 78034

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

Согласована на портале № 78034

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 обуче- ния, 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

Согласована на портале № 78034

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

Согласована на портале № 78034

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

Согласована на портале № 78034

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

Согласована на портале № 78034

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. 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;

Согласована на портале № 78034

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;

Согласована на портале № 78034

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 заряженный 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 K?
    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.

Согласована на портале № 78034

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, 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.

Согласована на портале № 78034

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 Т= 100 оС, другой находится при Т= 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 – ЛЦ23А6Ж3Мц2; 5 – БрО5Ц5С5; 6 – ЛАЖ60-1-1; 7 – ЛАН59-3-2; 8 – ЛА77-2; 9 – БрА7Мц15Ж3Н2Ц2; 10 – БрМц5. Ответ: _____.
9. Определите в процентах содержание меди в литейной латуни марки ЛЦ23А6Ж3Мц2. 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

Согласована на портале № 78034

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.

Согласована на портале № 78034

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 № 78034

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

Согласована на портале № 78034