МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ 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: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	4	4	часов
2	Практические занятия	2	2	часов
3	Лабораторные работы	2	2	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	8	часов
5	Самостоятельная работа	127	127	часов
6	Всего (без экзамена)	135	135	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 1
Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 35313

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор кафедра ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев
Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	В. Д. Семенов

Согласована на портале № 35313

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний, позволяющих ориентироваться в современном производстве электронных приборов при выборе соответствующих материалов, анализе их свойств.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование представлений о процессах и явлениях, происходящих в материалах под действием электромагнитного поля, температуры и других внешних воздействий;

– 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

Дисциплина «Материалы электронной техники» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Твердотельная электроника, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумная и плазменная электроника, Магнитные элементы электронных устройств, Метрология и технические измерения, Научно-исследовательская работа (рассред.), Основы преобразовательной техники, Преддипломная практика, Схемотехника, Схемотехника ключевых устройств, Теоретические основы электротехники, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-1 способностью 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;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные классы материалов электронной техники, физические явления и процессы, протекающие в них; основные электрические, магнитные и механические свойства материалов; назначение, конструктивные особенности и технологию производства пассивных элементов электронной техники; современные тенденции развития электроники.

– **уметь** работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам; производить расчеты параметров элементов электронной техники с учетом свойств материалов; решать нестандартные задачи по поиску и применению материалов для элементов и устройств электронной техники.

– **владеть** навыками измерения и контроля параметров материалов; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр

Согласована на портале № 35313

Аудиторные занятия (всего)	8	8
Лекции	4	4
Практические занятия	2	2
Лабораторные работы	2	2
Самостоятельная работа (всего)	127	127
Оформление отчетов по лабораторным работам	28	28
Проработка лекционного материала	60	60
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	39	39
Всего (без экзамена)	135	135
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Характеристики материалов, используемых в электронной технике	1	0	0	24	25	ОПК-2, ОПК-7
2 Проводниковые материалы	1	0	2	28	31	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
3 Магнитные материалы	1	2	0	51	54	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
4 Полупроводниковые материалы	1	0	0	24	25	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
Итого за семестр	4	2	2	127	135	
Итого	4	2	2	127	135	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Характеристики материалов,	Классификация материалов по электрическим и магнитным свойствам. Электропроводность	1	ОПК-2, ОПК-7

Согласована на портале № 35313

используемых в электронной технике	твердых тел. Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.		
	Итого	1	
2 Проводниковые материалы	Свойства проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости. Материалы высокого удельного сопротивления.	1	ОПК-2, ОПК-7
	Итого	1	
3 Магнитные материалы	Классификация материалов по магнитным свойствам. Характеристики и параметры ферромагнетиков. Виды магнитных материалов.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
	Итого	1	
4 Полупроводниковые материалы	Классификация полупроводниковых материалов. Модели структур полупроводников. Собственная электропроводность полупроводников. Электропроводность примесных полупроводников. Распределение носителей заряда в полупроводниках. Собственные полупроводники. Полупроводниковые химические соединения.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		4	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Математика			+	
2 Твердотельная электроника	+	+		+
3 Физика		+	+	
4 Химия				
Последующие дисциплины				
1 Вакуумная и плазменная электроника				+
2 Магнитные элементы электронных устройств			+	
3 Метрология и технические измерения				
4 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+	+	+
5 Основы преобразовательной техники			+	+
6 Преддипломная практика		+	+	+
7 Схемотехника				+
8 Схемотехника ключевых устройств				+

Согласована на портале № 35313

9 Теоретические основы электротехники			+	
10 Энергетическая электроника		+	+	

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Выполнение контрольной работы, Экзамен, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-7	+	+		+	Контрольная работа, Выполнение контрольной работы, Экзамен, Собеседование, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-1	+		+	+	Контрольная работа, Выполнение контрольной работы, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Проводниковые материалы	Исследование электрических свойств проводниковых материалов и сплавов	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		2	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 35313

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
3 Магнитные материалы	Магнитные и электрические свойства ферромагнетиков. Магнитные потери.	2	ОПК-2, ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Характеристики материалов, используемых в электронной технике	Проработка лекционного материала	24	ОПК-2, ОПК-7	Контрольная работа, Собеседование, Тест, Экзамен
	Итого	24		
2 Проводниковые материалы	Оформление отчетов по лабораторным работам	28	ОПК-2, ОПК-7	Контрольная работа, Собеседование, Тест, Экзамен
	Итого	28		
3 Магнитные материалы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	39	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Выполнение контрольной работы, Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Собеседование, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	51		
4 Полупроводниковые материалы	Проработка лекционного материала	24	ОПК-2, ОПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	24		
Итого за семестр		127		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		136		

Согласована на портале № 35313

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Н.С. Легостаев. Материалы электронной техники. Учебное пособие. - Томск: Эль Контент, 2012. - 184 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.ie.tusur.ru/docs/met_grif_u.zip (дата обращения: 28.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Электротехнические материалы и изделия: справочник / И.И. Алиев, С.Г. Калганова. - М.: РадиоСофт, 2005. - 350. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Л.Р. Битнер. Материалы и элементы электронной техники. Учебно-методическое пособие по аудиторным и практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: Издательство ТУСУР. 2007. - 47 с.(для практических занятий, самостоятельной работы, выполнения контрольной работы, подготовки к экзамену) (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Л.Р. Битнер, Р.М. Капилевич. Материалы и элементы электронной техники. Методические указания к лабораторным работам. - Томск: ТУСУР. 2006. - 47 с. (для выполнения лабораторных работ) (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.elibrary.ru, дата обращения: 28.06.2018.
2. 2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, дата обращения: 28.06.2018.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические ил-

Согласована на портале № 35313

люстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО

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)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов Г3-54 (2 шт.);
- Персональный компьютер (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LTspice 4
– Microsoft Visio 2010
– PTC Mathcad13, 14

Вычислительная лаборатория

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)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Visio 2013
– PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО

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)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов Г3-54 (2 шт.);
- Персональный компьютер (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LTspice 4
– Microsoft Visio 2010

Согласована на портале № 35313

– PTC Mathcad13, 14

13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Определите, сколько атомов приходится на одну элементарную ячейку в кристаллах с гранецентрированной кубической решеткой:

а) 2; б) 4; в) 6; г) 8.

2. Для материала с простой кубической решеткой определить координационное число k:

а) 4; б) 6; в) 8; г) 12.

3. Указать металлы, для которых количество атомов, находящихся на наиболее близком и

Согласована на портале № 35313

равном расстоянии от любого выбранного атома в решетке равно «восемь»:

а) алюминий; б) вольфрам; в) кобальт; г) медь.

4. Указать металлы, для которых количество атомов, находящихся на наиболее близком и равном расстоянии от любого выбранного атома в решетке равно «двенадцать»:

а) вольфрам; б) железо; в) кобальт; г) молибден.

5. Укажите металлы с объемно-центрированной кубической решеткой:

а) алюминий; б) медь; в) молибден; в) никель.

6. Укажите металлы, кристаллическая структура которых гексагональная плотной упаковки:

а) алюминий; б) вольфрам; в) железо; г) кобальт.

7. Укажите конструкционные сплавы, в которых присутствует легирующий элемент алюминий:

а) МНМц15-20; б) БрОЦС4-4-4; в) ЛЦ23А6Ж3Мц2; г) БрО5Ц5С5.

8. Укажите медный сплав с содержанием 15% никеля и 20% марганца:

а) ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5; б) МНМц15-20; в) БрОЦС4-4-4; г) ЛЦ23А6Ж3Мц2;

9. Определить частоту электромагнитного поля, если глубина проникновения электромагнитного поля в медный проводник равна 2,076 мм:

а) 10 кГц; б) 50 кГц; в) 100 кГц; г) 200 кГц.

10. Укажите марки алюминия первичного высокой чистоты:

а) А999; б) А995; в) А85; г) А0.

11. Определите сплавы, которые являются сплавами железа с никелем:

а) Mo-пермаллой (MPP); б) Sendast; в) Super-MSS; г) Kool Mμ.

12. Определите сплавы, основу магнитной фазы которых составляет тройной сплав системы Al – Si – Fe:

а) Mo-пермаллой (MPP); б) High Flux; в) альсифер; г) 79НМ.

13. Собственный полупроводник - это:

а) полупроводник, уровень Ферми в котором расположен в запрещенной зоне на расстоянии от ее границ, большем kT ;

б) полупроводник, уровень Ферми в котором расположен в зоне проводимости или в валентной зоне, или же в запрещенной зоне на расстоянии от границ указанных зон, меньшем kT;

в) полупроводник, не содержащий примесей, влияющих на его электропроводность.

г) полупроводник, электропроводность которого обусловлена в основном перемещением электронов проводимости.

14. Простой полупроводник - это:

а) полупроводник, электропроводность которого обусловлена в основном перемещением электронов проводимости;

б) полупроводник, электропроводность которого обусловлена в основном перемещением дырок проводимости;

в) полупроводник, основной состав которого образован атомами одного химического элемента;

г) полупроводник, не содержащий примесей, влияющих на его электропроводность.

15. Собственная электропроводность:

а) электропроводность полупроводника, обусловленная в основном перемещением дырок проводимости;

б) электропроводность полупроводника, обусловленная в основном перемещением электронов проводимости;

в) электропроводность полупроводника, обусловленная генерацией пар "электрон проводимости – дырка проводимости" при любом способе возбуждения;

г) электропроводность полупроводника, обусловленная рекомбинацией пар "электрон проводимости – дырка проводимости".

16. Равновесная концентрация носителей заряда полупроводника:

а) концентрация электронов проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпадает с нижней границей зоны проводимости;

б) концентрация дырок проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпа-

Согласована на портале № 35313

дает с верхней границей валентной зоны;

в) концентрация подвижных носителей заряда в полупроводнике в условиях термодинамического равновесия;

г) концентрация равновесных носителей заряда в собственном полупроводнике.

17. Собственная концентрация:

а) концентрация электронов проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпадает с нижней границей зоны проводимости;

б) концентрация дырок проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпадает с верхней границей валентной зоны;

в) концентрация подвижных носителей заряда в полупроводнике в ус-ловиях термодинамического равновесия;

г) концентрация равновесных носителей заряда в собственном полупроводнике.

18. Критическая концентрация электронов проводимости полупроводника это:

а) концентрация электронов проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпадает с нижней границей зоны проводимости;

б) концентрация дырок проводимости полупроводника, при которой уровень Ферми совпадает с верхней границей валентной зоны;

в) концентрация подвижных носителей заряда в полупроводнике в условиях термодинамического равновесия;

г) концентрация равновесных носителей заряда в собственном полупроводнике.

19. Инжекция носителей заряда:

а) исчезновения электрона проводимости или дырки проводимости в результате перехода на локальный уровень дефекта решетки полупроводника;

б) возникновение электрона проводимости или дырки проводимости в результате возбуждения дефекта решетки полупроводника;

в) введение носителя заряда в полупроводник;

г) выведение носителя заряда из полупроводника.

20. Экстракция носителей заряда:

а) исчезновения электрона проводимости или дырки проводимости в результате перехода на локальный уровень дефекта решетки полупроводника;

б) возникновение электрона проводимости или дырки проводимости в результате возбуждения дефекта решетки полупроводника;

в) введение носителя заряда в полупроводник;

г) выведение носителя заряда из полупроводника.

21. Энергетическая зона полупроводника:

а) разрешенная область полупроводника, в которой отсутствуют электроны проводимости при абсолютном нуле температуры;

б) область значений энергии электронов в кристалле полупроводника;

в) свободная зона полупроводника, на уровнях которой при возбуждении могут находиться электроны проводимости;

г) верхняя из заполненных зон полупроводника.

22. Разрешенная зона полупроводника:

а) область значений энергии электронов в кристалле полупроводника;

б) свободная зона полупроводника, на уровнях которой при возбуждении могут находиться электроны проводимости;

в) верхняя из заполненных зон полупроводника;

г) энергетическая зона или совокупность перекрывающихся в результате расщепления из какого-либо одного или нескольких энергетических уровней изолированных атомов в процессе образования структуры кристалла.

23. Зона проводимости полупроводника:

а) разрешенная область полупроводника, в которой отсутствуют электроны проводимости при абсолютном нуле температуры;

б) область значений энергии электронов в кристалле полупроводника;

в) свободная зона полупроводника, на уровнях которой при возбуждении могут находиться

Согласована на портале № 35313

электроны проводимости;

г) верхняя из заполненных зон полупроводника.

24. Валентная зона полупроводника:

а) разрешенная область полупроводника, в которой отсутствуют электроны проводимости при абсолютном нуле температуры;

б) область значений энергии электронов в кристалле полупроводника;

в) свободная зона полупроводника, на уровнях которой при возбуждении могут находиться электроны проводимости;

г) верхняя из заполненных зон полупроводника.

25. Направленное движение носителей заряда из-за неравномерного распределения концентрации носителей заряда в объеме полупроводника в отсутствие градиента температуры называют:

а) дрейфом; б) диффузией; в) подвижностью носителей заряда; г) инжекцией.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

I. Теоретический вопрос. 1) Классификация материалов по электрическим и магнитным свойствам.

2) Электропроводность твердых тел.

3) Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники.

4) Физическая природа электропроводности металлов.

5) Температурная зависимость удельного сопротивления металлов.

6) Влияние примесей и дефектов на удельное сопротивления металлов.

7) Удельное сопротивление проводников на высоких частотах.

8) Удельное сопротивление металлических сплавов.

9) Электрическое сопротивление тонких металлических пленок.

10) Материалы высокой проводимости: проводниковая медь.

11) Материалы высокой проводимости: проводниковый алюминий.

12) Конструкционные медные сплавы.

13) Материалы высокой проводимости: благородные металлы.

14) Материалы высокой проводимости: тугоплавкие металлы.

15) Материалы высокого удельного сопротивления: сплавы для резисторов и технических сопротивлений.

16) Материалы высокого удельного сопротивления: материалы для тонкопленочных резисторов.

17) Основные физические процессы в диэлектриках.

18) Пассивные диэлектрики: электровакуумные стекла, изоляторные стекла, лазерные стекла, стекловолокно.

19) Пассивные диэлектрики: ситаллы, керамика.

20) Пьезоэлектрический эффект и электрострикция.

21) Пьезоэлектрические и электрострикционные материалы.

22) Пироэлектрики и электреты.

23) Сегнетоэлектрики.

24) Классификация материалов по магнитным свойствам.

25) Характеристики и параметры ферромагнетиков.

26) Магнитные материалы: электротехнические стали, железоникелевые сплавы, магнитомягкие ферриты, магнитодиэлектрики, аморфные и нанокристаллические магнитомягкие сплавы.

27) Классификация полупроводниковых материалов.

28) Модель ковалентной связи.

29) Модель энергетических зон.

30) Собственная электропроводность полупроводников.

31) Электропроводность примесных полупроводников.

32) Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках.

33) Собственные полупроводники: германий, кремний.

34) Полупроводниковые химические соединения AIIIBV: арсенид галлия, антимонид индия, фосфид галлия, нитрид галлия.

35) Полупроводниковые химические соединения AIIBVI.

Согласована на портале № 35313

II. Задача. 1) Определение изменения длины свободного пробега электронов при нагревании проводника.

2) Определение коэффициента компактности в кристаллах. 3) Определение температурного коэффициента удельного сопротивления проводникового материала. 4) Вычисление глубины проникновения электромагнитного поля в проводник. 5) Расчет магнитных потерь на вихревые токи. 6) Расчет магнитных потерь на гистерезис. 7) Определение собственной концентрации электронов и дырок в полупроводнике. 8) Определение удельной проводимости собственного полупроводника. 9) Определение удельной проводимости примесного полупроводника. 10) Вычисление диффузионной длины электронов и дырок.

14.1.3. Темы контрольных работ

1) Физико-химическое строение материалов.
2) Электропроводность металлов и сплавов.
3) Намагниченность и магнитная проницаемость ферромагнетиков.
4) Ферромагнетики в переменных магнитных полях.
5) Электропроводность полупроводников.

14.1.4. Вопросы на собеседование

1) Природа электропроводности твердых тел в рамках классической физики и в квантово-механическом представлении.
2) Молекулярно-атомная структура материала.
3) Физическая сущность скин-эффекта и эффекта близости.
4) Требования к проводниковым материалам высокой проводимости.
5) Свойства основных проводниковых материалов.
6) Важнейшие электрические свойства диэлектриков.
7) Основные эффекты в активных диэлектриках.
8) Природа ферромагнетизма, характеристики и параметры ферромагнетиков.
9) Магнитомягкие материалы и их разновидности.
10) Природа электропроводности собственных полупроводников и полупроводниковых химических соединений.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Магнитные и электрические свойства ферромагнетиков. Магнитные потери.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование электрических свойств проводниковых материалов и сплавов

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно проверка

Согласована на портале № 35313

общемедицинским показаниям	работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 № 35313