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 (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	22	22	часов
5	Самостоятельная работа	113	113	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: 3 семестр - 1
Экзамен: 3 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.02.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 41835

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 2 » 7 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 кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО	_____	И. П. Черкашина
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)	_____	Ю. В. Морозова
Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	В. Д. Семенов

Согласована на портале № 41835

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение свойств основных полупроводниковых, диэлектрических, проводниковых и магнитных материалов;

изучение принципов выбора материала для конкретного применения в электронной технике;

изучение зависимости свойств материалов от положения их элементов в периодической системе Менделеева.

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: Инженерная и компьютерная графика, Информационные технологии, Математика, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумная и плазменная электроника, Квантовая и оптическая электроника, Магнитные элементы электронных устройств, Методы анализа и расчета электронных схем, Метрология и технические измерения, Научно-исследовательская работа, Основы преобразовательной техники, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Радиомонтажный практикум, Схемотехника, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Учебно-исследовательская работа, Физика конденсированного состояния, Электрические машины, Электронные промышленные устройства, 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.

Согласована на портале № 41835

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
		3 семестр
Контактная работа (всего)	22	22
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	113	113
Подготовка к контрольным работам	50	50
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	47	47
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	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники	0	0	2	12	12	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
2 Проводниковые материалы	2	4		18	24	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
3 Резисторы	0	0		6	6	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
4 Диэлектрики	2	4		22	28	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
5 Конденсаторы	0	0		6	6	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники	0	0		10	10	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1

Согласована на портале № 41835

7 Магнитные материалы	4	0		19	23	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
8 Полупроводниковые материалы	4	0		20	24	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
Итого за семестр	12	8	2	113	135	
Итого	12	8	2	113	135	

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Проводниковые материалы	Свойства проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости. Материалы высокого удельного сопротивления.	2	ОПК-2, ОПК-7
	Итого	2	
4 Диэлектрики	Основные физические процессы в диэлектриках. Пассивные диэлектрики.	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
	Итого	2	
7 Магнитные материалы	Классификация материалов по магнитным свойствам. Характеристики и параметры ферромагнетиков. Магнитные материалы.	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
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.	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

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

Согласована на портале № 41835

	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Инженерная и компьютерная графика		+		+				
2 Информационные технологии	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Математика		+		+			+	+
4 Физика		+		+		+	+	+
5 Химия	+						+	
Последующие дисциплины								
1 Вакуумная и плазменная электроника		+		+				+
2 Квантовая и оптическая электроника								+
3 Магнитные элементы электронных устройств		+					+	
4 Методы анализа и расчета электронных схем			+		+			+
5 Метрология и технические измерения		+		+				
6 Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+	+	+
7 Основы преобразовательной техники	+	+	+	+	+		+	+
8 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	+	+	+	+	+	+	+	+
9 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	+	+
10 Преддипломная практика	+	+	+	+	+		+	+
11 Радиомонтажный практикум			+		+		+	
12 Схемотехника			+		+			+
13 Твердотельная электроника	+							+
14 Теоретические основы электротехники	+	+	+		+		+	
15 Учебно-исследовательская работа	+	+	+	+	+		+	+
16 Физика конденсированного состояния						+		+

Согласована на портале № 41835

17 Электрические машины							+	
18 Электронные промышленные устройства	+	+	+		+		+	+
19 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
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ОПК-2	+		+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ОПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

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
3 семестр			
2 Проводниковые материалы	Исследование электрических свойств проводниковых материалов и сплавов	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
4 Диэлектрики	Исследование температурной зависимости проводимости твердых диэлектриков.	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

Согласована на портале № 41835

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
3 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1
Итого		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
3 семестр				
1 Общие свойства и отличительные особенности материалов электронной техники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	12		
2 Проводниковые материалы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	18		
3 Резисторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	6		
4 Диэлектрики	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 41835

	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	22		
5 Конденсаторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	6		
6 Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	10		
7 Магнитные материалы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	19		
8 Полупроводниковые материалы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	14	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	20		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-1	Контрольная работа
Итого за семестр		113		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		122		

10. Контроль самостоятельной работы (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. Легостаев Н. С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. С. Легостаев. - Томск Эль Контент, 2012. - 184 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).

Согласована на портале № 41835

12.2. Дополнительная литература

1. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2017. 123 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).
2. Технология материалов и изделий электронной техники (часть 1) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2012. 98 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).
3. Технология материалов и изделий электронной техники (часть 2) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2012. 100 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н. С. Материалы электронной техники : электронный курс / Н. С. Легостаев. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2012. Доступ из личного кабинета студента.
2. Легостаев Н.С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины / Н.С. Легостаев. - Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 68 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).
3. Битнер Л.Р. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам. - Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 22 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 02.08.2018).

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: 20.07.2018.
2. 2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, дата обращения: 20.07.2018.

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 дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Согласована на портале № 41835

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.3. 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.

Согласована на портале № 41835

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 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; г) никель.

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

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

7. 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;

8. 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.

9. Укажите марки алюминия первичного высокой чистоты:

а) А999; б) А995; в) А85; г) А0.

10. 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.

Согласована на портале № 41835

11. 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.

12. 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".

13. 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 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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

Согласована на портале № 41835

какого-либо одного или нескольких энергетических уровней изолированных атомов в процессе образования структуры кристалла.

18. 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 электроны проводимости;

г) верхняя из заполненных зон полупроводника.

19. 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.

20. 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 тесты

1) Определить концентрацию свободных электронов в алюминии, если алюминий кристаллизуется в решетке гранецентрированного куба, а период решетки алюминия – 0,4041 нм. Принять, что на каждый атом кристаллической решетки приходится один электрон.

а) 8,32 х 10^28 м^-3; б) 12,36 х 10^28 м^-3; в) 18,18 х 10^28 м^-3; г) 28,42 х 10^28 м^-3.

2) Определить период кристаллической решётки меди, если плотность меди 8900 кг/м^3, молярная масса меди 63,546 кг/кмоль, а элементарная ячейка меди представляет собой гранецентрированный куб.

а) 0,167 нм; б) 0,372 нм; в) 0,583 нм; г) 0,732 нм.

3) Вычислите плотность никеля, если период кристаллической решетки никеля 0,3517 нм.

а) 4,83 х 10^3 кг/м^3; б) 5,78 х 10^3 кг/м^3; в) 8,96 х 10^3 кг/м^3; г) 10,96 х 10^3 кг/м^3.

4) Определить расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решётке вольфрама, если плотность вольфрама 19,3 г/см^3, а элементарная ячейка представляет собой объёмноцентрированный куб.

а) 0,274 нм; б) 0,315 нм; в) 0,541 нм; г) 0,762 нм.

5) Определить среднее значение энергии свободных электронов в серебре вблизи температуры 0 К, если удельная плотность серебра 10,49 г/см^3, молярная масса серебра 107,87 кг/кмоль.

а) 1,4 эВ; б) 2,2 эВ; в) 3,3 эВ; г) 5,4 эВ.

6) Вычислить суммарную кинетическую энергию свободных электронов в 1 см^3 серебра при температуре 0 К, полагая, что число свободных электронов равно количеству атомов серебра.

а) 1,113 х10^4 Дж; б) 3,103 х10^4 Дж; в) 5,217 х10^4 Дж; г) 7,338 х10^4 Дж.

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

а) ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5; б) МНМц15-20; в) БрОЦС4-4-4; г) ЛЦ23А6Ж3Мц2; д) БрО5Ц5С5;

е) ЛАЖ60-1-1; ж) ЛАН59-3-2; з) ЛА77-2; и) БрА7Мц15Ж3Н2Ц2; к) БрМц5.

8) Определите в процентах содержание меди в литейной латуни марки ЛЦ23А6Ж3Мц2.

а) 34%; б) 47%; в) 66%; г) 72%.

9) Определить температуру проводникового материала, если длина свободного пробега электронов равна 7,3 нм.

а) 675 К; б) 893 К; в) 1293 К; г) 1458 К.

10) Определите отношение диаметров проводов из алюминия и меди, если провода имеют одинаковые сопротивления, длину и температуру 20 С. Физические параметры материалов проводов при температуре 20 С: удельное электрическое сопротивление меди 17 нОм х м, удельное электрическое сопротивление алюминия 27 нОм х м,

Согласована на портале № 41835

а) 0,83; б) 1,59; в) 2,65; г) 3,17.

11) Определите удельное электрическое сопротивление вольфрама при температуре 2400 С, если при температуре 20 С удельное электрическое сопротивление вольфрама 55 нОм х м, а температурный коэффициент удельного электрического сопротивления вольфрама 5,0*10^-3 К^-1.

а) 317 нОм х м; б) 536 нОм х м; в) 709 нОм х м; г) 928 нОм х м.

12) Укажите диэлектрические материалы, которые имеют отрицательное значение температурного коэффициента диэлектрической проницаемости:

а) полиэтилен; б) слюда; в) цельзиановая керамика; г) полистирол; д) ультрафарфор; е) полипропилен; ж) брокерит; з) стеатитовая керамика; и) лавсан; к) рутиловая керамика.

13) Определить поляризованность изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 3,7, если пластина диэлектрика расположена нормально вектору напряженности однородного электрического поля 370 В/м.

а) 1,03; б) 2,39; в) 4,12; г) 6,19.

14) Укажите индуцированные в smart-диэлектрике физические явления при воздействии на smart-диэлектрик магнитного поля:

а) упруго-тепловой эффект; б) деформация; в) обратный пьезоэффект; г) пироэлектрический эффект; д) магнитооптический эффект; е) прямой пьезоэффект; ж) поляризация; з) электромагнитный эффект;

и) магнитоэлектрический эффект; к) электрооптический эффект; л) пьезомагнитный эффект;

м) намагничивание; н) магнитострикция; о) термомагнитный эффект.

15) . В однородном магнитном поле индукцией 1,2 Тл перпендикулярно магнитному потоку помещена плоскопараллельная пластина из однородного изотропного ферромагнетика с магнитной проницаемостью 240. Определите магнитную индукцию внутри ферромагнетика.

а) 0,6 Тл; б) 0,9 Тл; в) 1,2 Тл; г) 1,8 Тл.

16) Определите магнитную восприимчивость висмута, если при напряженности магнитного поля 4000 А/м магнитная индукция в висмуте 12,564 мТл.

а) - 1,34 х 10^-9; б) + 1,34 х 10^-9; в) - 3,34 х 10^-9; г) + 3,34 х 10^-9.

17) Определите потери на вихревые токи в магнитопроводе трансформатора, собранного из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, если в магнитопроводе той же формы и тех же геометрических размеров, но собранного из листов электротехнической стали той же марки толщиной 0,15 мм потери на вихревые токи составляют 0,9 Вт.

а) 4 Вт; б) 6 Вт; в) 10 Вт; г) 16 Вт.

18) Определить индукцию магнитного поля в материале магнитопровода из ферромагнетика с длиной средней линии 27 мм и немагнитным зазором 0,35 мм, если индукция магнитного поля в зазоре 0,35 Тл.

а) 0,18 Тл; б) 0,24 Тл; в) 0,35 Тл; г) 0,48 Тл.

19) В ферромагнетике на частоте 50 Гц удельные потери на гистерезис при индукции магнитного поля 0,1 Тл и 0,5 Тл составляют 0,15 Вт/кг и 1,97 Вт/кг соответственно. Определить удельные потери на гистерезис на частоте 200 Гц при индукции магнитного поля 0,6 Тл.

а) 0,6 Вт/кг; б) 7,8 Вт/кг; в) 10,6 Вт/кг; г) 16,2 Вт/кг.

20) В образце из магнитного материала суммарные удельные потери на гистерезис и на вихревые токи при частоте 100 кГц равны и составляют 12 Вт/кг (при неизменной максимальной магнитной индукции в магнитном материале). Рассчитать суммарные удельные магнитные потери в образце при частоте 10 кГц.

а) 1,02 Вт/кг; б) 4,17 Вт/кг; в) 6,07 Вт/кг; г) 10,02 Вт/кг.

14.1.3. Темы контрольных работ

1) Для материала с объемно-центрированной кубической решеткой определить координационное число k.

а) 2; б) 6; в) 8; г) 12.

2). Определить объем, приходящийся на один атом меди, если плотность меди 8,92 г/см^3, а элементарная ячейка меди представляет собой гранецентрированный куб.

а) 0,8 х 10^-29 м^3; б) 1,8 х 10^-29 м^3; в) 2,6 х 10^-29 м^3; г) 3,2 х 10^-29 м^3.

Согласована на портале № 41835

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

а) алюминий; б) вольфрам; в) железо; г) кобальт; д) медь; е) молибден; ж) никель; з) золото; и) платина; к) тантал.

4). Определить концентрацию свободных электронов в меди, если медь кристаллизуется в решетке гранецентрированного куба с периодом идентичности 0,361 нм. Принять, что на каждый атом кристаллической решетки приходятся один электрон.

а) 0,5 х 10^29 1/м^3; б) 1,5 х 10^29 1/м^3; в) 2,5 х 10^29 1/м^3; г) 3,5 х 10^29 1/м^3.

5). Вычислить максимальную энергию – энергию Ферми, которую могут иметь свободные электроны в серебре.

а) 2,5 эВ; б) 3,5 эВ; в) 4,5 эВ; г) 5,5 эВ.

6). Определить во сколько раз изменится удельная теплоемкость серебра при изменении температуры от значения 293 К до значения 443 К.

а) 0,27; б) 0,68; в) 1,07; г) 2,19.

7). Укажите металлы с объемно-центрированной кубической решеткой:

а) алюминий; б) вольфрам; в) железо; г) золото; д) медь; е) молибден; ж) никель; з) олово; и) платина;

к) свинец; л) тантал; м) хром.

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

а) 10 кГц; б) 38 кГц; в) 100 кГц; г) 142 кГц.

9). Вычислить длину свободного пробега электронов в меди при температуре 300 К, если удельное сопротивление меди при этой температуре равно 0,017 мкОм х м.

а) 8,9 нм; б) 19,2 нм; в) 38,9 нм; г) 68,3 нм.

10). Определить суммарную кинетическую энергию свободных электронов золота, полагая, что на каждый атом приходится один свободный электрон.

а) 47 кДж/см^3; б) 143 кДж/см^3; в) 341 кДж/см^3; г) 736 кДж/см^3.

11). Определить электрическое смещение внутри пластины изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 3,7, если пластина расположена нормально вектору напряженности однородного электрического поля 370 В/м.

а) 0,29 нКл/м^2; б) 1,23 нКл/м^2; в) 3,27 нКл/м^2; г) 5,72 нКл/м^2.

12). Определить поверхностную плотность связанных зарядов пластины изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 2, если пластина расположена нормально вектору напряженности однородного электрического поля 100 В/м.

а) 0,09 нКл/м^2; б) 0,23 нКл/м^2; в) 0,442 нКл/м^2; г) 0,825 нКл/м^2.

13). Определите магнитный момент единицы объема химически чистого железа, если магнитная индукция насыщения железа 2,1 Тл.

а) 0,36 х 10^6 А/м; б) 1,67 х 10^6 А/м; в) 2,83 х 10^6 А/м; г) 4,67 х 10^6 А/м.

14). Определить магнитную проницаемость кольцевого магнитопровода с длиной средней линии магнитного поля в материале магнитопровода 100 мм и немагнитным зазором 0,5 мм. На магнитопроводе расположена обмотка с числом витков 400. При протекании по намагничивающей обмотке тока силой 0,25 А в зазоре создается магнитная индукция 0,2 Тл.

а) 163; б) 237; в) 418; г) 779.

15). Определить напряженность магнитного поля в материале кольцевого магнитопровода с немагнитным зазором 0,5 мм, если при напряженности магнитного поля 10 А/м в материале магнитопровода индукция магнитного поля 0,18 Тл. Длина средней линии магнитного поля в материале магнитопровода 100 мм.

а) 243 А/м; б) 323 А/м; в) 423 А/м; г) 723 А/м.

16). Собственный полупроводник:

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

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 ;

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

Согласована на портале № 41835

17). Свободная 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.

18). Определить концентрацию электронов и дырок в собственном кремниевом полупроводнике при температуре 300 К.

а) 10^9 1/см; б) 10^17 1/см; в) 10^23 1/см; г) 10^29 1/см.

19). Определить удельную проводимость образца кремния при температуре 300 К, если концентрация акцепторов в полупроводнике 2,3*10^13 см^-3 и концентрация доноров 2,2*10^13 см^-3. Подвижность электронов в кремнии 1500 см^2/Вс, подвижность дырок в кремнии 600 см^2/Вс.

а) 23 мкСм/см; б) 38 мкСм/см; в) 96 мкСм/см; г) 191 мкСм/см.

20). Определите концентрацию электронов в кристалле антимонида индия при температуре 293 К, если на каждые 10^6 атомов сурьмы приходится один атом кремния и два атома олова. Собственная концентрация носителей заряда в антимониде индия 2*10^22 м^-3, плотность антимонида индия – 5,78 Мг/м^3.

а) 0,37 х 10^22 1/м^3; б) 0,72 х 10^22 1/м^3; в) 2,33 х 10^22 1/м^3; г) 4,18 х 10^22 1/м^3.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование электрических свойств проводниковых материалов и сплавов

Исследование температурной зависимости проводимости твердых диэлектриков.

14.1.5. 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 необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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.

Согласована на портале № 41835

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 общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка 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 № 41835