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

Элементы электронной техники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	14	14	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Курсовой проект / курсовая работа	10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	46	46	часов
6	Самостоятельная работа	62	62	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 41733

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 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 ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
профессор каф. ЭП _____ В. Н. Давыдов

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Профессор кафедры электронных приборов (ЭП) _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 41733

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение принципов действия, конструкции и технологии изготовления элементов электронной техники, основных типов, параметров, характеристик и условий их применения;

приобретение навыков решения типовых задач по расчету параметров элементов электронной техники в приложении к прикладным разработкам и научным исследованиям.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение студентами знаний о физических процессах, происходящих в квантовых системах в условиях нарушения термодинамического равновесия, полупроводниковом материале и структурах на его основе, в том числе наноразмерных;

– изучение принципов работы современных приборов квантовой электроники, опто- и наноэлектроники по генерации, приему и преобразованию оптического излучения;

– изучение и освоение студентами современных методов описания и анализа электронных и оптических процессов в полупроводниковых гетероструктурах;

– освоение студентами подходов к решению типовых задач по расчету параметров приборов квантовой электроники и оптоэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Элементы электронной техники» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Квантовая механика, Математика, Материалы электронной техники, Твердотельная электроника, Твердотельные приборы и устройства, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– 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;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принцип действия, основные параметры и перспективы развития важнейших элементов электронной техники;

– **уметь** обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию компонентов электронной техники в приборах и устройствах электронной техники; выбирать компоненты для использования в электронной аппаратуре с учетом их характеристик, влияния на свойства внешних факторов и стоимости;

– **владеть** способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения при решении задач разработке и создании элементов электронной техники; сведениями о технологии изготовления компонентов электронной техники, иметь представление об основных тенденциях развития элементной базы современной электронной техники.

Согласована на портале № 41733

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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	46
Лекции	14	14
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	12	12
Курсовой проект / курсовая работа	10	10
Самостоятельная работа (всего)	62	62
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	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	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Основные типы конденсаторов .	2	1	0	10	12	15	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
2 Основные параметры и характеристики конденсаторов.	2	1	4		10	17	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
3 Основные типы резисторов.	2	1	0		10	13	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
4 Основные параметры и характеристики резисторов.	2	1	4		12	19	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
5 Индуктивные компоненты в электронной технике.	2	2	4		12	20	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8

Согласована на портале № 41733

6 Соединительные и коммутационные компоненты электронной техники.	2	2	0		3	7	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
7 Компоненты преобразовательных устройств электронной техники	2	2	0		3	7	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
Итого за семестр	14	10	12	10	62	108	
Итого	14	10	12	10	62	108	

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
5 семестр			
1 Основные типы конденсаторов .	Классификация и конструкция конденсаторов. Система обозначения и маркировки конденсаторов. Основные разновидности конденсаторов.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
2 Основные параметры и характеристики конденсаторов.	Классификация и конструкция конденсаторов. Система обозначения и маркировки конденсаторов. Основные разновидности конденсаторов.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
3 Основные типы резисторов.	Классификация и конструкция резисторов. Система обозначения и маркировки резисторов. Основные разновидности резисторов.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
4 Основные параметры и характеристики резисторов.	Основные параметры и характеристики резисторов различных типов: номинальное сопротивление и допустимые отклонения, номинальная мощность рассеяния, предельное напряжение, коэффициент старения.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
5 Индуктивные компоненты в электронной технике.	Физическая природа индуктивности. Конструкция катушек индуктивности. Индуктивность и собственная емкость катушек индуктивности. Потери в катушках индуктивности.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
6 Соединительные и коммутационные компоненты электронной техники.	Проводники, их назначение и структура, параметры. Разновидности используемых проводников и шлейфов. Ключи и переключатели электрических цепей. Обозначения и параметры ключей и переключателей цепей.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 41733

7 Компоненты преобразовательных устройств электронной техники	Трансформаторы. Магнитопроводы трансформаторов. Принцип работы трансформаторов. Потери в трансформаторах. Параметры, характеризующие работу трансформаторов.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		14	

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	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Квантовая механика		+		+			
2 Математика	+	+	+	+	+		
3 Материалы электронной техники	+				+		
4 Твердотельная электроника	+	+	+	+	+		
5 Твердотельные приборы и устройства	+	+	+	+	+	+	+
6 Физика конденсированного состояния			+	+			
Последующие дисциплины							
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+

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.	КП/КР	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Реферат

Согласована на портале № 41733

ПК-1	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Реферат
ПК-2	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Реферат
ПК-8	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Реферат

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
5 семестр			
2 Основные параметры и характеристики конденсаторов.	Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	4	
4 Основные параметры и характеристики резисторов.	Исследование резистивного элемента на основе поликристаллической пленки полупроводникового соединения AIBVI	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	4	
5 Индуктивные компоненты в электронной технике.	Исследование индуктивного элемента на основе упругих свойств анизотропного кристалла	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 41733

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основные типы конденсаторов .	Разбор отличий конденсаторов различных типов по назначению, конструкции и обозначениям.	1	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	1	
2 Основные параметры и характеристики конденсаторов.	Расчет параметров конденсаторов постоянной и переменной емкости на заданный диапазон значений емкости, электрических потерь и диапазон рабочих температур.	1	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	1	
3 Основные типы резисторов.	Разбор отличий резисторов различных типов по назначению, конструкции и обозначениям.	1	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	1	
4 Основные параметры и характеристики резисторов.	Расчет параметров резисторов постоянного и переменного сопротивления на заданный диапазон значений величины сопротивления, мощности и рабочих температур.	1	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	1	
5 Индуктивные компоненты в электронной технике.	Расчет параметров индуктивностей различных типов на заданные значения рабочих параметров и диапазонов рабочих температур.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
6 Соединительные и коммутационные компоненты электронной техники.	Расчет параметров соединений по заданным условиям передачи напряжений, токов, электрической мощности. Примеры использования переключателей различных типов в схемах.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
7 Компоненты преобразовательных устройств электронной техники	Расчет трансформаторов различных конструкций на заданные значения выходных напряжений, электрическую мощность и электрические потери.	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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

Согласована на портале № 41733

5 семестр				
1 Основные типы конденсаторов .	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
2 Основные параметры и характеристики конденсаторов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Итого	10		
3 Основные типы резисторов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
4 Основные параметры и характеристики резисторов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
5 Индуктивные компоненты в электронной технике.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
6 Соединительные и коммутационные компоненты электронной техники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Компоненты преобразовательных устройств электронной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача экза-	36		Экзамен

Согласована на портале № 41733

	мена			
Итого		98		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Получение задания на курсовую работу, знакомство с литературой	1	ПК-1, ПК-2
Составление плана выполнения курсовой работы, изучение литературы	1	
Выполнение курсовой работы	5	
Представление списка используемой литературы, рабочих материалов, наброска содержания курсовой работы	1	
Представление чистового варианта курсовой работы	1	
Защита курсовой работы: доклад презентация, оформление отчета, ответы на вопросы	1	
Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Расчет параметров конденсатора на основе анизотропного кристалла с минимальной емкостью и минимальной чувствительностью к изменению температуры

– Расчет параметров конденсатора на основе анизотропного кристалла с максимальной емкостью и минимальной чувствительностью к изменению температуры

– Расчет параметров резистора на основе кристаллов с максимальным сопротивлением и минимальной чувствительностью к изменению температуры

– Расчет параметров резистора на основе кристаллов с максимальной чувствительностью к изменениям температуры и максимальным сопротивлением в области рабочих температур

– Расчет индуктивности на основе упругих свойств кристаллов заданной симметрии с использованием прямого и обратного пьезоэффекта

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			19	19

Согласована на портале № 41733

Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Реферат	4	5		9
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	18	19	33	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	37	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Элементы электронной техники. Часть 2 «Физические свойства кристаллов» [Электронный ресурс]: Учебное пособие для студентов, обучающихся по очной форме направления подготовки 210100.62 / Давыдов В. Н. - 2013. 94 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3719 (дата обращения: 01.08.2018).

2. Учебное пособие «Материалы электронной техники» [Электронный ресурс]: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2014. 239 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4291 (дата обращения: 01.08.2018).

3. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебник / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2015. — 448 с. - Режим доступа:

Согласована на портале № 41733

https://e.lanbook.com/book/67462 (дата обращения: 01.08.2018).

4. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2016. — 384 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735 (дата обращения: 01.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Материалы и элементы электронной техники [Электронный ресурс]: Материалы и элементы электронной техники / Битнер Л. Р. - 2003. 169 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/551 (дата обращения: 01.08.2018).

2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника.Учебное пособие. - М.: Питер. 2003. – 511 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

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

4. Конденсаторы: справочник./ Под ред. И.И.Четвертакова. - М.: Радио и связь. – 1993. – 387 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

5. Резисторы: справочник. / Под ред И.И. Четвертакова, В.М. Терехова. - М.: Радио и связь. – 1991. – 527 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Элементы электронной техники [Электронный ресурс]: Учебно - методическое пособие для самостоятельной работы студентов направления подготовки 210100.62 с примерами и задачами. Часть 2 / Давыдов В. Н. - 2013. 113 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3718 (дата обращения: 01.08.2018).

2. Элементы электронной техники [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 210100.62 / Давыдов В. Н. - 2013. 55 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3569 (дата обращения: 01.08.2018).

3. Исследование резистивного элемента на основе поликристаллической пленки полупроводникового соединения AIIBVI [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 27 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6871 (дата обращения: 01.08.2018).

4. Элементы электронной техники [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по решению задач и самостоятельной работе студентов / Давыдов В. Н. - 2017. 65 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6873 (дата обращения: 01.08.2018).

5. Исследование индуктивного элемента на основе упругих свойств анизотропного кристалла [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 26 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6872 (дата обращения: 01.08.2018).

6. Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 21 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6870 (дата обращения: 01.08.2018).

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.

Согласована на портале № 41733

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

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 иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Преподавательская

помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 215 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

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

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 41733

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. Какое основное свойство присуще пироэлектрикам?

а) Кристаллы – пироэлектрики хорошо горят при высокой температуре;

б) Кристаллы – пироэлектрики самопроизвольно изменяют свою температуру в отсутствие какого-либо внешнего воздействия;

в) Кристаллы – пироэлектрики имеют спонтанную поляризацию, которая изменяется при внешних воздействиях;

г) Кристаллы – пироэлектрики способны бесконечно долго давать электрический ток в замкнутой цепи

2. Какова физическая причина наличия спонтанной поляризации у кристаллов – пироэлектриков?

а) Эти кристаллы приобретают постоянную электрическую полярiризацию только после

Согласована на портале № 41733

помещения их в постоянное электрическое поле;

б) Эти кристаллы приобретают постоянную электрическую поляризацию только после нагревания их до высокой температуры;

в) Эти кристаллы приобретают постоянную электрическую поляризацию только после охлаждения их до низких температур;

г) Эти кристаллы приобретают постоянную электрическую поляризацию за счет смещения положительных и отрицательных зарядов в элементарной ячейке.

3. В чем физическая сущность сегнетоэлектрического эффекта?

а) При нагревании кристаллов они приобретают увеличивающуюся с температурой поляризацию;

б) Сегнетоэлектрические кристаллы в определенном диапазоне температур обладают спонтанной поляризацией, как правило значительно большей чем у монокристаллов – пироэлектриков;

в) Сегнетоэлектрические кристаллы во всем диапазоне температур обладают спонтанной поляризацией, как правило, значительно большей, чем у монокристаллов – пироэлектриков;

г) Сегнетоэлектрические кристаллы в определенном диапазоне температур обладают спонтанной поляризацией, как правило, значительно меньшей, чем у монокристаллов – пироэлектриков;

4. Какой должна быть симметрия элементарной ячейки монокристалла относительно симметрии физического свойства, чтобы в нем имел место пироэлектрический эффект?

а) Она должна быть подгруппой группы симметрии физического воздействия – температуры, т.е. группы симметрии шара;

б) Она должна быть подгруппой группы симметрии физического следствия – полярного вектора;

в) Она должна быть как можно симметричнее;

г) Она должна определиться как пересечение двух групп: группы полярного вектора и группы аксиального вектора;

5. Укажите: в каких группах точечной симметрии возможен пироэлектрический эффект?

а) Только в 1, 2, 3, 4, 6, m, mm2, 32, 422, 622;

б) Только в 1, 2, 3, 4, 6, m, mm2, 3m, 4mm, 6mm;

в) Только в 32, 422, 622, m, mm2, 3m, 4mm, 6mm;

г) Только в m, 32, 422, 622, 4/m, 4/mmm, 6/m, 6/mmm;

6. Укажите: в каких группах точечной симметрии возможен электрокалорический эффект?

а) Только в 1, 2, 3, 4, 6, m, mm2, 32, 422, 622;

б) Только в 1, 2, 3, 4, 6, m, mm2, 3m, 4mm, 6mm;

в) Только в 32, 422, 622, m, mm2, 3m, 4mm, 6mm;

г) Только в m, 32, 422, 622, 4/m, 4/mmm, 6/m, 6/mmm;

7. Укажите: в каких предельных группах симметрии возможен сегнетоэлектрический эффект?

а) Во всех предельных группах;

б) Только в группах * * m, * / mmm;

в) Только в группах * m, *;

г) Только в группах * / m, * / mmm;

8. Тензором какого ранга описывается электропроводность кристалла в постоянном однородном электрическом поле?

а) Полярным тензором нулевого ранга;

б) Аксиальным тензором нулевого ранга;

в) Полярным тензором первого ранга;

г) Полярным тензором второго ранга.

9. Что описывает тензор диэлектрической проницаемости?

а) Он описывает прохождение оптического излучения через кристалл без потерь;

б) Он описывает потери оптического излучения при прохождении через кристалл;

в) Он описывает отражение оптического излучения от поверхности кристалла;

г) Он описывает связь между электрической индукцией и электрическим полем электромаг-

Согласована на портале № 41733

нитной волны в кристалле.

10. Каков ранг тензора диэлектрической проницаемости?

а) Это тензор первого ранга;

б) Это тензор второго ранга;

в) Ранг данного тензора определяется точечной группой симметрии кристалла и может быть равен от 1 до 4;

г) Ранг данного тензора не является постоянным при распространении электромагнитной волны через кристалл: на входе в кристалл ранг тензора равен единице, а на выходе из кристалла он может принимать значение до четырех включительно.

11. Что такое показатель преломления кристалла электромагнитной волны и чем он определяется?

а) Это число, показывающее: во сколько раз ослабевает электромагнитная вол-на при её отражении от поверхности кристалла с заданной точечной группой симметрии;

б) Это число, показывающее: во сколько раз ослабевает электромагнитная волна при её распространении в кристалле с заданной точечной группой симметрии;

в) Это вектор, показывающей: в каком направлении будет распространяться электромагнитная волна и во сколько раз она ослабевает при её отражении от поверхности кристалла с заданной точечной группой симметрии;

г) Это тензор второго ранга, показывающий как изменится направление распространения электромагнитной волны и с какой фазовой скоростью она будет распространяться в кристалле с заданной точечной группой симметрии.

12. Как преобразуется монохроматическая волна при её распространении в кристалле?

а) Она проходит через кристалл, сохраняя все параметры за исключением фазовой скорости;

б) Она проходит через кристалл, сохраняя все параметры за исключением поляризации;

в) Она проходит через кристалл, изменяя все параметры за исключением фазовой скорости;

г) Она расщепляется на две волны с различными фазовыми скоростями.

13. Как ориентированы векторы поляризации электромагнитных волн в кристалле, получившихся в результате расщепления монохроматической волны?

а) Они параллельны друг другу;

б) Они перпендикулярны друг другу;

в) Они ориентированы под углом друг к другу, определяемым параметрами кристалла;

г) Их ориентация относительно друг друга произвольная.

14. Что такое оптическая индикатриса кристалла заданной симметрии?

а) Это прямая линия, вдоль которой распространяется падающая электромагнитная волна;

б) Это прямая линия, вдоль которой распространяется необыкновенная волна;

в) Это указательная поверхность тензора диэлектрической проницаемости кристалла;

г) Это характеристическая поверхность тензора диэлектрической непроницаемости кристалла.

15. Как выглядит оптическая индикатриса в оптически одноосных кристаллах?

а) Она представляет собой геометрическую фигуру, имеющую только те элементы симметрии, что и элементарная ячейка кристалла;

б) Она представляет собой геометрическую фигуру, имеющую только те элементы симметрии, которые являются общими для элементарной ячейки кристалла и предельной группы симметрии полярного вектора;

в) Она представляет собой эллипсоид вращения, но в зависимости от группы симметрии кристалла она может быть сферой или остаться эллипсоидом вращения;

г) Она представляет собой сферу, но в зависимости от группы симметрии кристалла она может быть цилиндром или конусом.

16. Что такое прямой пьезоэлектрический эффект в кристаллах?

а) Это эффект возникновения упругой деформации кристалла при действии электрического поля;

б) Это эффект возникновения поляризации в кристалле при действии упругой деформации;

в) Это эффект возникновения поляризации кристалла при действии упругого напряжения;

г) Это эффект возникновения поляризации в кристалле при действии электрического поля.

Согласована на портале № 41733

17. Тензором какого ранга описывается прямой пьезоэлектрический эффект в кристаллах низшей категории?

а) Аксиальным тензором первого ранга;

б) Аксиальным тензором второго ранга;

в) Полярным тензором третьего ранга;

г) Полярным тензором четвертого ранга.

18. В кристаллах какой точечной симметрии возможен прямой пьезоэлектрический эффект? Он возможен только в кристаллах с центром инверсии;

а) Он возможен только в кристаллах без центра инверсии;

б) Он возможен только в кристаллах, не имеющих оси симметрии с порядком выше 2;

в) Он возможен только в кристаллах без центра инверсии, точечная группа которых является подгруппой группы симметрии полярного вектора;

г) Он возможен только в кристаллах без центра инверсии, точечная группа которых является подгруппой группы симметрии mmm.

19. Какова физическая сущность закона Гука в кристаллах?

а) Он описывает связь между упругими напряжениями, возникающими в кристалле при его упругой деформации;

б) Он описывает связь между упругими напряжениями в кристалле и изменениями его температуры;

в) Он описывает линейную связь между компонентами тензора упругих напряжений в кристалле и компонентами тензора малых вращений;

г) Он описывает связь между изменениями температуры кристалла и тензором упругих напряжений.

20. Тензором какого ранга описываются упругие свойства кристаллов?

а) Полярным тензором первого ранга;

б) Полярным тензором второго ранга;

в) Аксиальным тензором (псевдотензором) третьего ранга;

г) Полярным тензором четвертого ранга.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Понятие тензора первого ранга, его природа, графическое изображение, закон преобразования при смене системы координат. Принцип введения полярно-аксиального базиса. Математические операции с тензорами первого ранга аксиальной природы, а также операции с тензорами разной природы.

2. Электромагнитные волны в кристаллах: общие положения кристаллооптики, понятие оптической индикатрисы, ее вид в кристаллах различной симметрии, правила пользования ею.

3. Введение тензоров первого ранга в задачах кристаллофизики. Определение ранга тензора и природы описываемого им физического свойства. Примеры физических свойств, описываемых тензорами первого ранга (перечислить и дать краткую характеристику).

4. Основные соотношения электростатики кристаллов, понятие поляризуемости кристаллов. Опишите физическую природу и сущность физических свойств первого ранга. Симметрия электрических свойств кристаллов.

5. Понятие тензора второго ранга, определение его ранга и физической природы. Принцип Онзагера. Общие свойства тензоров второго ранга, выделение симметричной и антисимметричной частей тензора (записать обе части тензора в развернутом виде). Физическая интерпретация операций выделения симметричной и антисимметричной частей, операции транспонирования.

6. Введение тензоров второго ранга в задачах кристаллофизики. Основные эффекты в кристаллах, описываемые тензорами второго ранга: перечислить, дать физическую интерпретацию механизма возникновения, указать симметрийные свойства (на примере тензора диэлектрической проницаемости).

7. Электромагнитные волны в кристаллах: общие положения кристаллооптики, понятие оптической индикатрисы и ее вид в кристаллах различной симметрии.

Согласована на портале № 41733

8. Теплопроводность кристалла: исходные положения в физике передачи тепла в кристаллах, уравнения для потока тепла и его температуры, уравнение теплопроводности. Расчет координатной зависимости температуры пластины кристалла в нагретом газе.

9. Понятие оптической индикатрисы и эллипсоида Френеля в кристаллооптике. Применение оптической индикатрисы для определения параметров двулучепреломления в анизотропных кристаллах средней категории.

10. Понятие тензора второго ранга, его преобразование при смене системы координат, разложение тензора на симметричную и антисимметричную составляющие. Физический смысл производимого разложения и его применение в исследовании свойств кристаллов.

11. Упругие деформации сплошной среды: вывод трех компонент движения точки в кристалле при действии упругой силы, вектор смещения, тензор малых деформаций и тензор малых вращения. Их симметрийные свойства. Деформация и симметрия кристалла.

12. Способы введения тензоров третьего ранга в задачах кристаллофизики. Прямой пьезоэлектрический эффект: физическая сущность, способ описания, тензор пьезомодулей, разновидности прямого пьезоэффекта. Обозначения Фохта.

13. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты, Их физическое содержание, математическое описание, понятие тензора пьезомодулей. Симметрийные свойства пьезоэлектрического эффекта. Линейный электрооптический эффект, пьезомагнетизм и электрогирация.

14. Упругие свойства кристаллов: векторное поле смещений, тензор дисторсии, тензор малых деформаций и тензор малых вращений, дифференциальные операции с полем смещений, их физический смысл и способы вычисления. Представление тензоров малых деформаций и малых вращений в тензорном и матричном виде.

15. Способ введения тензоров четвертого ранга в задачах кристаллофизики. Обобщенный закон Гука, тензор упругих постоянных и тензор податливостей кристалла. Обозначения Фохта.

Влияние симметрии на упругие свойства кристаллов.

16. Тензор деформаций сплошной среды и тензор упругих напряжений: способ их введения, физический смысл компонент. Уравнение эластодинамики.

17. Понятие тензора четвертого ранга, его симметрийные свойства. Упругие свойства кристаллов, закон Гука. Фотоупругость кристаллов, квадратичный электрооптический эффект и электрострикция.

18. Упругие волны в кристаллах, уравнение движения упругой волны, тензор Кристоффеля. Особенности расщепления плоской упругой волны в анизотропном кристалле. Понятие квазипродольной и квазипоперечной волны, продольной нормали, поперечной нормали продольной акустической оси. Влияние пьезоэффекта на распространение упругих волн в кристаллах.

19. Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами первого ранга: определение тензора первого ранга и его природы, основные свойства кристаллов первого ранга. Правила действия с тензорами первого ранга полярной и аксиальной природы.

20. Электро - и теплопроводящие свойства кристаллов: физическое содержание, способы описания, влияние симметрии на вид тензора, математическое рассмотрение, принцип Онзагера.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Классификация и конструкция конденсаторов. Система обозначения и маркировки конденсаторов. Основные разновидности конденсаторов.

Классификация и конструкция резисторов. Система обозначения и маркировки резисторов. Основные разновидности резисторов.

Основные параметры и характеристики резисторов различных типов: номинальное сопротивление и допустимые отклонения, номинальная мощность рассеяния, предельное напряжение, коэффициент старения.

Согласована на портале № 41733

Физическая природа индуктивности. Конструкция катушек индуктивности. Индуктивность и собственная емкость катушек индуктивности. Потери в катушках индуктивности.

Проводники, их назначение и структура, параметры. Разновидности используемых проводников и шлейфов. Ключи и переключатели электрических цепей. Обозначения и параметры ключей и переключателей цепей.

Трансформаторы. Магнитопроводы трансформаторов. Принцип работы трансформаторов. Потери в трансформаторах. Параметры, характеризующие работу трансформаторов.

Классификация и конструкция конденсаторов. Система обозначения и маркировки конденсаторов. Основные разновидности конденсаторов.

14.1.4. Темы рефератов

1. Резисторы как элементы электронной техники: назначение, конструкция, параметры, обозначения, условия эксплуатации.
2. Конденсаторы как элементы электронной техники: назначение, конструкция, параметры, обозначения, условия эксплуатации.
3. Индуктивности как элементы электронной техники: назначение, конструкция, параметры, обозначения, условия эксплуатации.
4. Коммутационные и соединительные устройства как элементы электронной техники: назначение, конструкция, параметры, обозначения, условия эксплуатации.
5. Трансформаторы как элементы электронной техники: назначение, конструкция, параметры, обозначения, условия эксплуатации.

14.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов.
2. Исследование резистивного элемента на основе поликристаллической пленки полупроводникового соединения AiiBVI.
3. Исследование индуктивного элемента на основе упругих свойств анизотропного кристалла.

14.1.6. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Определить кристаллографические направления в кристалле, задаваемые единичными векторами, вдоль которых величина обобщенного физического свойства, составленного в процентном соотношении «75:25» из электропроводности кристалла с тензором электропроводности (компоненты тензора электропроводности таковы:) , и линейного расширения кристалла, описываемого в той же системе координат тензором () достигает значения 20 единиц.

Определение кристаллографических направлений с заданным свойством. Определить кристаллографические направления, задаваемые единичным вектором , вдоль которого величина физического свойства, заданного в кристаллофизической системе координат тензором принимает значение, равное 38

Термочувствительный резистор с малым сопротивлением. Как следует вырезать квадратный брусок из кристалла, чтобы изготовленный на её основе резистор имел минимальное сопротивление и максимальную чувствительность к изменениям температуры, если известно, что тензор удельной электропроводности кристалла не зависит от температуры и в начальной системе координат X1, X2, X3 имеет вид: а тензор теплового расширения кристалла

Термостабильный конденсатор малой емкости. Как следует вырезать пластинку из кристалла, чтобы изготовленный на её основе плоский конденсатор имел минимальную емкость и минимальную ее зависимость от температуры в процентном соотношении этих свойств «35:65», если известно, что тензор диэлектрической проницаемости кристалла не зависит от температуры и в кристаллофизической системе координат X1, X2, X3 имеет вид: , а тензор теплового расширения кристалла в той же системе координат таков:

Высокочувствительный термодатчик резистивного типа. Как следует вырезать пластинку из кристалла, чтобы её продольное сопротивление было минимальным и при нагревании изменялось максимально в процентном соотношении этих свойств «80:20», если известно, что тензор линейно-

Согласована на портале № 41733

го расширения кристалла в кристаллофизической системе координат X1, X2, X3 имеет вид: , , а тензор удельной электропроводности этого кристалла не зависит от температуры и в той же системе координат имеет вид

Термостабильный конденсатор большой емкости. Как следует вырезать пластинку из кристалла, чтобы изготовленный на её основе плоский конденсатор имел максимальную емкость и максимальную ее зависимость от температуры в процентном соотношении этих свойств «20:80», если известно, что тензор диэлектрической проницаемости кристалла не зависит от температуры и в кристаллофизической системе координат X1, X2, X3 имеет вид: , а тензор теплового расширения кристалла в той же системе координат таков:

Термостабильный высокоомый резистор. Как следует вырезать пластинку из кристалла, чтобы её полное сопротивление было максимальным и при нагревании изменялось минимально в процентном соотношении этих свойств «65:35», если известно, что тензор линейного расширения кристалла в кристаллофизической системе координат X1, X2, X3 имеет вид: , , а тензор удельной электропроводности этого кристалла не зависит от температуры и в той же системе координат имеет вид:

14.1.7. Методические рекомендации

Основные методические рекомендации касаются организации и контроля выполнения самостоятельных заданий.

Структура подачи лекционного материала. После выдачи самостоятельных заданий (на лекции) со студентами планируется тема следующей лекции. Среди разнообразия методов подачи материала наибольшая активность студентов наблюдается при применении технологии «интенсивной педагогики» в виде «продвинутой конферентной обзорной лекции», совмещенной с семинаром. Важно на фоне общих учебных заданий найти «изюминку» в каждом задании студента и показать актуальность и перспективы применения решения. Важно показать достижения конкретных выпускников по предложенной тематике.

Практические занятия. Интерес у студента проявляется тогда, когда у него получаются решения предложенных заданий. Их выполнение учитывает возможности и наклонности студента и позволяет предложить творческое развитие отдельных фрагментов задания.

Защита самостоятельной работы. Наибольший импульс к развитию дает научно-техническая конференция, где каждый студент обязан выступить с сообщением о своей работе. При подготовке к нему у студента происходит переоценка деятельности, прирост команды энтузиастов для участия в развитии работ. Это способствует развитию общекультурных профессиональных компетенций, вырабатывает навыки грамотного изложения результатов работы и их защиты перед комиссией.

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

Согласована на портале № 41733

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 № 41733