МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛЫ И 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: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Курсовая работа	18	18	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	4
Курсовая работа	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78939

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью данной дисциплины является ознакомление студентов с разновидностями твердых тел, их структуры, способам описания и фундаментальным физическим свойства, используемым в электронном приборостроении.

1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление студентов с различными типами кристаллических тел, различающихся строением их кристаллических решеток, ознакомление со способами описания структуры кристалла с позиций теории симметрии и тензорного описания их параметров и свойств.

2. Формирование у студентов целостного представления о физических свойствах кристаллов различной симметрии, их описании, связи физических свойств кристаллов с точечной симметрии их элементарных ячеек, а также приобретение навыков в решении практических задач по наблюдению и величине физических свойств в различных направлениях, их изменении при внешних воздействиях в практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.08.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 78939

ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники	ПК-3.1. Знает методики технологической подготовки оборудования для производства приборов квантовой и оптической электроники	Знание студентами принципа работы, технических характеристик оборудования для производства приборов квантовой и оптической электроники.
	ПК-3.2. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования, предназначенного для производства приборов квантовой и оптической электроники	Умение осуществлять регламентное обслуживание оборудования.
	ПК-3.3. Владеет навыками настройки высокотехнологично го оборудования	Владение навыками настройки высокотехнологического оборудованияю

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Курсовая работа	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Подготовка к зачету с оценкой	28	28
Написание отчета по курсовой работе	25	25
Подготовка к тестированию	23	23
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 78939

4 семестр							
1 Введение	1	-	-	18	3	22	ПК-3
2 Структура кристалла и его решетка	2	1	-		5	8	ПК-3
3 Символы узлов, направлений, плоскостей. Индексы Миллера	1	1	-		6	8	ПК-3
4 Теория симметрии кристаллов	2	2	4		10	18	ПК-3
5 Стереографическая проекция кристаллов	2	1	-		4	7	ПК-3
6 Точечные группы симметрии кристаллов. Символики точечных групп.	2	2	-		5	9	ПК-3
7 Пространственная симметрия кристаллов. Решетки Бравэ.	2	2	-		4	8	ПК-3
8 Предельные группы симметрии. Принципы кристаллофизики.	2	-	4		10	16	ПК-3
9 Тензоры первого ранга. Полярные и аксиальные векторы.	1	2	-		5	8	ПК-3
10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	3	3	4		10	20	ПК-3
11 Тензоры высших рангов. Внутренняя и внешняя симметрия тензоров. Теорема Германа	4	-	-		6	10	ПК-3
12 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами первого ранга.	3	-	-		4	7	ПК-3
13 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами второго ранга.	2	-	4		9	15	ПК-3
14 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего ранга. Пьезоэлектрический эффект.	3	1	-		5	9	ПК-3
15 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами четвертого ранга. Упругие свойства кристаллов.	6	3	-		6	15	ПК-3
Итого за семестр	36	18	16	18	92	180	
Итого	36	18	16	18	92	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
4 семестр			

Согласована на портале № 78939

1 Введение	Положение науки о материалах электронной техники среди других наук. Основное содержание дисциплины, использующее симметрию структуры кристаллов.	1	ПК-3
	Итого	1	
2 Структура кристалла и его решетка	Структура кристаллической решетки. Вектора трансляции, кристаллографическая система координа. Обратная решетка	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Символы узлов, направлений, плоскостей. Индексы Миллера	Символы Миллера для узла решетки, кристаллографического направления и кристаллографической плоскости.	1	ПК-3
	Итого	1	
4 Теория симметрии кристаллов	Элементы точечной симметрии, их свойства. Матричное представление элементов симметрии. Принцип составления матрицы преобразования элементами симметрии.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Стереографическая проекция кристаллов	Принцип построения стереографической проекции кристалла. Чтение стереографических проекций.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Точечные группы симметрии кристаллов. Символики точечных групп.	Принципы составления группы точечной симметрии кристаллов. Символика точечных групп и символы групп симметрии кристаллов. Вывод групп симметрии кристаллов.	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Пространственная симметрия кристаллов. Решетки Бравэ.	Трансляционная симметрия: и ее элементы. Перекрестные элементы симметрии. Составление пространственной группы симметрии кристалла и ее символика. Решетки Бравэ.	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Предельные группы симметрии. Принципы кристаллофизики.	Симметрия физических свойств кристаллов и внешних воздействий. Группы Кюри. Принцип Неймана и принцип Кюри в кристаллофизике.	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Тензоры первого ранга. Полярные и аксиальные векторы.	Тензорный подход к описанию физических свойств кристаллов. Введение полярных и аксиальных тензоров первого ранга в кристаллофизике.	1	ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 78939

10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	Введение тензоров второго ранга в задачах кристаллофизики. Свойства тензоров второго ранга. Нормальные составляющие тензора. Собственные векторы и собственные значения тензора второго ранга.	3	ПК-3
	Итого	3	
11 Тензоры высших рангов. Внутренняя и внешняя симметрия тензоров. Теорема Германа	Введение тензоров высших рангов в задачах кристаллофизики. Их свойства и математические операции. Структурирование физического свойства высшего ранга. Внутренняя и внешняя симметрия тензоров. Теорема Германа.	4	ПК-3
	Итого	4	
12 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами первого ранга.	Вычисление ранга и природы тензора первого ранга. Пироэлектрический и электрокалорический эффекты: наблюдение описание, использование в электронном приборостроении.	3	ПК-3
	Итого	3	
13 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами второго ранга.	Введение тензоров второго ранга в задачах кристаллофизики. Физические свойства второго ранга: наблюдение, описание , применение в электронном приборостроении.	2	ПК-3
	Итого	2	
14 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего ранга. Пьезоэлектрический эффект.	Введение тензоров третьего ранга в задачах кристаллофизики: наблюдение, описание применение в электронном приборостроении. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Обозначения Фохта.	3	ПК-3
	Итого	3	
15 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами четвертого ранга. Упругие свойства кристаллов.	Тензор деформации и тензор упругих напряжений. Введение тензоров четвертого ранга в задачах кристаллофизики: наблюдение, описание , применение в электронном приборостроении. Закон Гука, фотоупругость, квадратичный электрооптический эффект.	6	ПК-3
	Итого	6	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.
Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 78939

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Структура кристалла и его решетка	Связь симметрии решетки и физических свойств. Кристаллографическая система координат. Выбор ее положения в элементарной ячейке.	1	ПК-3
	Итого	1	
3 Символы узлов, направлений, плоскостей. Индексы Миллера	Правила выбора индексов Миллера для узлов, направлений, плоскостей. Понятие обратной решетки кристалла: ее физический смысл и использование к теории твердого тела.	1	ПК-3
	Итого	1	
4 Теория симметрии кристаллов	Элементы точечной симметрии в кристаллах: ось симметрии, плоскость симметрии, центр симметрии и инверсионная ось симметрии. правила их действия. Свойства элементов симметрии и их применение в кристаллофизике. Составление матриц преобразования системы координат элементами симметрии.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Стереографическая проекция кристаллов	Назначение стереографической проекции в кристаллографии и кристаллофизике. Принцип ее составления и чтения. Применение стереографической проекции в задачах кристаллофизики.	1	ПК-3
	Итого	1	
6 Точечные группы симметрии кристаллов. Символики точечных групп.	Принцип составления математической группы и его применение для элементов точечной симметрии. Символики точечных групп. Принцип составления международного символа точечной группы. Вывод числа точечных групп для кристаллов.	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Пространственная симметрия кристаллов. Решетки Бравэ.	Трансляционная симметрия, ее элементы. Перекрестные элементы симметрии. Решетки Бравэ по сингониям кристаллов. Международный символ пространственной группы симметрии.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 78939

9 Тензоры первого ранга. Полярные и аксиальные векторы.	Решение задач на вычисление величины физического свойства, описываемого тензором первого ранга: пироэффект и электрокалорический эффект.	2	ПК-3
	Итого	2	
10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	Решение задач на вычисление величины физического свойства, описываемого тензором второго ранга. Нахождение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений достижения заданного значения физического свойства.	3	ПК-3
	Итого	3	
14 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего ранга. Пьезоэлектрический эффект.	Решение задач на вычисление величины физического свойства, описываемого тензором третьего ранга, его значения в заданном направлении.	1	ПК-3
	Итого	1	
15 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами четвертого ранга. Упругие свойства кристаллов.	Решение задач на вычисление величины физического свойства, описываемого тензором четвертого ранга. Нахождение вида тензора упругих напряжений и тензора упругих деформаций в кристалле.	3	ПК-3
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
4 Теория симметрии кристаллов	Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии.	4	ПК-3
	Итого	4	
8 Предельные группы симметрии. Принципы кристаллофизики.	Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях.	4	ПК-3
	Итого	4	
10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга.	4	ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 78939

13 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами второго ранга.	Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Выбор кристаллофизической системы координат при известной точечной симметрии кристалла. определение индексов Миллера для узлов, кристаллографических направлений, кристаллографических плоскостей	2	ПК-3
Применение метода прямой проверки в декартовых координатах для определения структуры тензоров второго и третьего рангов при заданной симметрии кристалла.	2	ПК-3
Принцип составления индекса Фохта. Использование обозначений Фохта при записи тензоров третьего и четвертого рангов в матричном виде	2	ПК-3
Составление тензора обобщенного физического свойства при заданной пропорции объединения двух физических свойств кристалла и нахождение кристаллографических направлений достижения требуемых значений обобщенного свойства.	2	ПК-3
Составление аналитического выражения для нахождения величины физического свойства третьего и четвертого рангов при заданном направлении регистрации физического свойства.	2	ПК-3
Вычисление величины свойства третьего ранга при заданном механическом воздействии на кристалл известной точечной симметрии.	2	ПК-3
Составление тензора упругих напряжений при заданном направлении действия внешней силы	2	ПК-3
Составление тензора упругой деформации кристалла при заданных направлениях действия внешних факторов	2	ПК-3
Определение ориентации кристалла по заданному значению физического свойства четвертого ранга.	2	ПК-3
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых работ:

1. Вычисление обобщенного физического свойства кристалла, сочетающего в заданном процентном соотношении несколько его физических свойств.
2. Вычисление величины электрического поля в пьезоэлектрическом кристалле заданной точечной симметрии, подвергнутого воздействию упругого напряжения произвольной ориентации.
3. Вычисление упругой деформации в пьезоэлектрическом кристалле заданной симметрии, подвергнутом действию внешнего электрического поля.

Согласована на портале № 78939

4. Определение кристаллографических направлений, вдоль которых рассматриваемое физическое свойство, заданное своим тензором, принимает значение, определяемое его экстремальными значениями и заданным процентным соотношением с дополнительным физическим свойством другого ранга.
5. Определение ориентации кристалла заданной точечной симметрии, обеспечивающей создание на его основе высокочувствительного термо- или тензодатчика.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	1	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	3		
2 Структура кристалла и его решетка	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	1	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	5		
3 Символы узлов, направлений, плоскостей. Индексы Миллера	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 78939

4 Теория симметрии кристаллов	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
5 Стереографическая проекция кристаллов	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	1	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
6 Точечные группы симметрии кристаллов. Символики точечных групп.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	5		
7 Пространственная симметрия кристаллов. Решетки Бравэ.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 78939

8 Предельные группы симметрии. Принципы кристаллофизики.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
9 Тензоры первого ранга. Полярные и аксиальные векторы.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	1	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	5		
10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
11 Тензоры высших рангов. Внутренняя и внешняя симметрия тензоров. Теорема Германа	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 78939

12 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами первого ранга.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	1	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
13 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами второго ранга.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	9		
14 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего ранга. Пьезоэлектрический эффект.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	5		
15 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами четвертого ранга. Упругие свойства кристаллов.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		92		
Итого		92		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

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

Согласована на портале № 78939

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
4 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Лабораторная работа	10	10	10	30
Тестирование	2	4	4	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	100	100

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

Формы контроля	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
4 семестр				
Отчет по курсовой работе	20	30	50	100
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 78939

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Материалы электронной техники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2017. 123 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6889.
2. Материалы электронной техники: Учебное пособие / Л. Р. Битнер - 2019. 108 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8984.

7.2. Дополнительная литература

1. Сиротин Ю.И. Основы кристаллофизики. Учебник для вузов/ Ю.И. Сиротин, М.Ф. Шаскольская. - М.: Наука, 1979, - 640 с. Количество экземпляров в библиотеке ТУСУР - 1 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии: Методические указания по выполнению лабораторной работы / В. Н. Давыдов - 2022. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10101.
2. Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2022. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10105.
3. Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2022. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10103.
4. Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2022. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10119.
5. Материалы электронной техники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы и решения задач / В. Н. Давыдов - 2022. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10100.
6. Материалы и элементы электронной техники: Методические указания к выполнению курсовой работы / В. Н. Давыдов - 2012. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1838.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

Согласована на портале № 78939

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. 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.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Согласована на портале № 78939

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.

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля

Согласована на портале № 78939

и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Структура кристалла и его решетка	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Символы узлов, направлений, плоскостей. Индексы Миллера	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Теория симметрии кристаллов	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Стереографическая проекция кристаллов	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Точечные группы симметрии кристаллов. Символики точечных групп.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78939

7 Пространственная симметрия кристаллов. Решетки Бравэ.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Предельные группы симметрии. Принципы кристаллофизики.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
9 Тензоры первого ранга. Полярные и аксиальные векторы.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Тензоры второго ранга. Собственные векторы и собственные значения тензора.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
11 Тензоры высших рангов. Внутренняя и внешняя симметрия тензоров. Теорема Германа	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
12 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами первого ранга.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78939

13 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами второго ранга.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
14 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего ранга. Пьезоэлектрический эффект.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
15 Физические свойства кристаллов, описываемые тензорами четвертого ранга. Упругие свойства кристаллов.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков

Согласована на портале № 78939

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Укажите основные элементы симметрии в кристаллах.
   а) Это ось симметрии порядка n=1,2,3,4,5, 6 и плоскость симметрии m.
   б) Это ось симметрии порядка n=1, 2, 3, 4, 6, плоскость симметрии по координатным осям и центр симметрии.
   в) Это ось симметрии порядка n=1, 2, 3, 4, 6, плоскость симметрии m, центр симметрии I и инверсионная ось симметрии
   г) Это ось симметрии порядка n=1, 2, 3, 4, 6, плоскость симметрии m, центр симметрии I и инверсионная ось симметрии порядка n=3.
2. Для чего применяется стереографическая проекция кристалла?
   а) Для отображения на плоскости осей симметрии и плоскостей симметрии кристалла.
   б) Для указания ориентации кристаллографической системы координат в кристалле.
   в) Для отображения на плоскости взаимодействия элементов симметрии кристалла.
   г) Для демонстрации расположения атомов в узлах кристаллической решетки в определенной плоскости.
3. Как с оставляется международный символ точечной группы симметрии кристаллов средней категории?
   а) В международном символе точечной группы симметрии кристалла средней категории на первом месте указывается порядок главной оси симметрии, на втором месте указывается элемент симметрии, находящийся на оси X, а на третьем элемент симметрии на оси Y.
   б) В международном символе точечной группы симметрии кристалла средней категории на первом месте указывается порядок главной оси симметрии, на втором месте

Согласована на портале № 78939

указывается элемент симметрии, находящийся на оси X и Y, а на третьем - элемент симметрии на оси Z.

в) В международном символе точечной группы симметрии кристалла средней категории на первом месте указывается порядок главной оси симметрии, на втором месте указывается элемент симметрии, находящийся на оси X и Y, а на третьем - элементы симметрии, находящиеся между осями X и Y.

г) В международном символе точечной группы симметрии кристалла средней категории на первом месте указывается порядок главной оси симметрии, на втором месте указывается элемент симметрии, находящийся на оси X и Y, а на третьем - элемент симметрии главная плоскость симметрии.

4. Для каких целей используют предельные группы симметрии?

а) Ими отображают оси вращения в кристалле.

б) Ими описывают изотропность физического свойства в плоскости проходящей перпендикулярно этой оси.

в) Ими описывают симметрию внешних воздействий на кристалл.

г) Ими описывают симметрию внешних воздействий и изотропность физического свойства в плоскости, перпендикулярной оси симметрии бесконечного порядка.

5. Что описывает принцип Неймана в кристаллофизике?

а) Он описывает соотношение точечных групп симметрии физического свойства и симметрии кристалла, в котором это свойство наблюдается.

б) Принцип Неймана устанавливает соответствие между симметрией кристалла и симметрией физического свойства, которое может иметь место в рассматриваемом кристалле.

в) Принцип Неймана указывает как меняется симметрия кристалла при наблюдении в нем какого-либо физического свойства.

г) Принцип Неймана определяет условие, при котором физическое свойство описывается симметричным тензором рангом, равным рангу воздействия.

6. Что в кристаллофизике описывает принцип Кюри?

а) Он указывает условие описание физического свойства симметричным тензором второго ранга.

б) Он указывает условие описание физического свойства антисимметричным тензором второго ранга.

в) Он указывает условие описание физического свойства симметричным тензором, ранг которого равен разности рангов причины и следствия.

г) Он указывает условие описание физического свойства антисимметричным тензором, ранг которого равен сумме рангов причины и следствия.

7. В чем заключается содержание пироэлектрического эффекта в кристаллах?

а) Пироэлектрический эффект - это эффект нагрева кристалла в электрическом поле.

б) Пироэлектрический эффект описывает появление поляризации в кристалле при изменении его температуры.

в) Пироэлектрический эффект описывает изменение размеров кристалла при наложении электрического поля.

г) Пироэлектрический эффект - это эффект изменение температуры кристалла и наложении на него магнитного поля.

8. Каково содержание пьезоэлектрического эффекта и тензором какого ранга он описывается?

а) Пьезоэффект описывается тензором третьего ранга и представляет собой деформацию кристалла при воздействии электрического поля.

б) Пьезоэффект описывается тензором третьего ранга и представляет собой появление поляризации кристалла при приложении упругого напряжения.

в) Пьезоэффект описывается тензором второго ранга и представляет собой деформацию кристалла при воздействии упругого напряжения.

г) Пьезоэффект описывается тензором второго ранга и представляет собой поляризацию кристалла при воздействии на него упругого напряжения.

9. В чем суть закона Гука и тензором какого ранга он описывает упругие свойства кристаллов?

а) Закон Гука указывает на появление в кристалле поляризации при наложении упругого

Согласована на портале № 78939

напряжения. Он дает тензор четвертого ранга для описания упругих свойств кристалла.
б) Закон Гука указывает на появление в кристалле деформации при наложении упругого напряжения. Он дает тензор четвертого ранга для описания упругих свойств кристалла.
в) Закон Гука указывает на появление в кристалле поляризации при наложении упругого напряжения. Он дает тензор третьего ранга для описания упругих свойств кристалла.
г) Закон Гука указывает на появление в кристалле поляризации при наложении упругого напряжения. Он дает тензор второго ранга для описания упругих свойств кристалла.

10. Что утверждает теорема Германа в кристаллофизике?
а) Она утверждает, что в кристалле возможно появление новой оси симметрии, если ранг физического свойства выше порядка главной оси симметрии.
б) Она утверждает, что если ранг физического свойства ниже порядка оси симметрии в кристалле, то эта ось для данного физического свойства выступает как ось симметрии бесконечного порядка.
в) Она утверждает, что если ранг физического свойства выше порядка оси симметрии в кристалле, то эта ось для данного физического свойства выступает как ось симметрии бесконечного порядка.
г) Она утверждает, что если ранг физического свойства выше порядка оси симметрии в кристалле, то эта ось для данного физического свойства выступает как ось симметрии первого порядка..

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Как читается первый принцип кристаллофизики - принцип Неймана и в чем его физический смысл?
2. Как читается второй принцип кристаллофизики - принцип Кюри и в чем его физический смысл?
3. Как читается третий принцип кристаллофизики - принцип Онзагера и каков его физический смысл?
4. Как читается теорема Германа для изменения свойств осей симметрии в кристалле при рассмотрении в нем физических свойств, описываемых тензорами разных рангов?
5. Какие физические свойства кристаллов описываются тензора первого ранга, второго ранга, третьего ранга и четвертого ранга. Укажите примеры этих свойств.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Как найти максимальное или минимальное значение физического свойства при известном тензоре, описывающим это свойство?
2. Как вычислить величину физического свойства в кристалле в заданной кристаллографическом направлении, если известен тензор этого свойства?
3. Как определить кристаллографические направления в кристалле, по которым физическое свойство, заданное своим тензором, принимает заданное значение?
4. Как определить возможность наблюдения физического свойства в кристалле заданной точечной симметрии?
5. Как можно изменить группу точечной симметрии кристалла, если его исходная симметрия не позволяет поучить интересующее физическое свойство в нем?

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Вычисление обобщенного физического свойства кристалла, сочетающего в заданном процентном соотношении несколько его физических свойств.

Согласована на портале № 78939

2. Вычисление величины электрического поля в пьезоэлектрическом кристалле заданной точечной симметрии, подвергнутого воздействию упругого напряжения произвольной ориентации.
3. Вычисление упругой деформации в пьезоэлектрическом кристалле заданной симметрии, подвергнутом действию внешнего электрического поля.
4. Определение кристаллографических направлений, вдоль которых рассматриваемое физическое свойство, заданное своим тензором, принимает значение, определяемое его экстремальными значениями и заданным процентным соотношением с дополнительным физическим свойством другого ранга.
5. Определение ориентации кристалла заданной точечной симметрии, обеспечивающей создание на его основе высокочувствительного термо- или тензодатчика.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии.
2. Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях.
3. Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга.
4. Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

Глубокое изучение дисциплины "Материалы и элементы электронной техники" основывается на усвоении и осмыслении физического содержания всех вводимых параметров и величин, описывающих структуру кристалла и его физические свойства. Знание теории симметрии, свойств элементов симметрии, а также принципов кристаллофизики необходимо для усвоения материала дисциплины и его применения как для описания изложенных в курсе как уже известных физических свойств кристаллов, так вновь обнаруживаемых.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 78939

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 78939

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6
Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	В.Н. Давыдов	Разработано, 0a70921e-3a8f-4010-94a3-71f1447ec6f2

Согласована на портале № 78939