МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы электронной техники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	12	12	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	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: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18197

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ЭП	_____	В. Н. Давыдов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Эксперты:

профессор ТУСУР, кафедра ЭП	_____	Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 18197

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

приобретение знаний о структуре, составе, свойствах и параметрах материалов, используемых в электронной техники для изготовления элементов, приборов и устройств для функционального преобразования электрических, магнитных и электромагнитных сигналов;

приобретение навыков решения типовых задач материаловедения и навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов электронной техники.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение студентами знаний о физических процессах и явлениях, происходящих в материалах электронной техники при нарушении термодинамического равновесия за счет действия электрических, магнитных полей, температуры и других воздействий;

– получение знаний по критериям и навыков по выбору материала электронной техники для заданных условий эксплуатации элемента, прибора или устройства электронной техники;

– развитие умения анализировать и систематизировать научно-техническую информацию;

– изучение и освоение студентами современных методов описания и анализа основных физических свойств материалов, включая монокристаллические диэлектрики и полупроводники, пиро - и пьезоэлектрики;

– освоение студентами подходов к решению типовых задач по расчету параметров материалов электронной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы электронной техники» (Б1.Б.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Квантовая механика, Математика.

Последующими дисциплинами являются: Твердотельная электроника, Физика, Физика конденсированного состояния.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные типы материалов электронной техники, физические явления и процессы, протекающие в них; основные электрические, магнитные и механические свойства материалов; назначение, а также современные тенденции развития материалов электронной техники

– **уметь** работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам; производить расчеты параметров материалов электронной техники с учетом их свойств; уметь на практике решать стандартные задачи по определению электрических, магнитных, упругих и других свойств материалов электронной техники

– **владеть** способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения при решении задач при рассмотрении свойств и параметров материалов электронной техники; навыками измерения и экспериментального контроля параметров материалов; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных

Согласована на портале № 18197

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	26	26
Практические занятия	12	12
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	12	12
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Основные типы материалов электронной техники, их фундаментальные свойства и параметры	2	0	0	4	6	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
2 Структура и характеристические параметры кристаллических и аморфных веществ	3	1	0	2	6	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
3 Энергетическое описание электрических и оптических свойств материалов электронной техники	3	1	0	6	10	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
4 Описание свойств материалов электронной техники на основе теории симметрии	3	1	4	8	16	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 18197

5 Фундаментальные принципы предсказания физических свойств материалов электронной техники	3	2	4	8	17	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
6 Математический аппарат описания физических свойств материалов электронной техники	3	2	0	8	13	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
7 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров первого ранга.	3	2	0	3	8	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
8 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров второго ранга	3	2	8	11	24	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
9 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров высших рангов.	3	1	0	4	8	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
Итого за семестр	26	12	16	54	108	
Итого	26	12	16	54	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
3 семестр			
1 Основные типы материалов электронной техники, их фундаментальные свойства и параметры	Классификация материалов электронной техники по фундаментальным свойствам: критерии деления. Основные свойства материалов различных типов: металлы, сверхпроводники, полупроводники, диэлектрики, пироэлектрики, пьезоэлектрики, магнитные материалы, жидкие кристаллы.	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
2 Структура и характеристические параметры кристаллических и аморфных веществ	Характеристика проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике. Характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твёрдых растворов на их основе. Основные физические процессы в диэлектриках (поляризация, пробой, диэлектрические потери) и способы их описания. Активные и пассивные диэлектрические материалы и элементы на их основе. Магнитные мате-	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 18197

	риалы и элементы общего назначения.		
	Итого	3	
3 Энергетическое описание электрических и оптических свойств материалов электронной техники	Зонная модель твердотельных материалов: принципы построения модели, модель Блоха, функция заполнения электронных состояний Ферми, понятие проводящей дырки. Понятие квазиимпульса электрона в твердом теле, закон сохранения квазиимпульса, зона Бриллюэна, радиус электрона по де Бройлю. Зонная модель твердого тела при действии электрического поля: ток проводимости по зоне проводимости и валентной зоне, диффузионных ток в твердотельных материалах электронной техники.	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	3	
4 Описание свойств материалов электронной техники на основе теории симметрии	Простые конечные элементы симметрии кристаллов. Свойства элементов симметрии. Кристаллографические категории, системы и сингонии. Точечные группы симметрии кристаллов. Символика точечных групп. Вывод и описание 32 классов симметрии кристаллов. Предельные группы симметрии. Принцип построения стереографической проекции симметрии кристалла, обозначения элементов симметрии. Симметрия пространственной структуры кристаллов. Перекрестные элементы симметрии. Решетки Бравэ.	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	3	
5 Фундаментальные принципы предсказания физических свойств материалов электронной техники	Понятие точечной группы симметрии физического свойства и точечной группы внешнего воздействия. Характеристика предельных групп симметрии Кюри. Фундаментальные принципы кристаллофизики - принцип Неймана и принцип Кюри. Применение принципов кристаллофизики для определения симметрии кристаллов под воздействием, а также симметрии композиционного воздействия. Принцип Онзагера для полярных явлений в кристаллических веществах. Методология предсказания свойств кристаллов на основе тензоров различных рангов их симметрийных свойств.	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	3	
6 Математический аппарат описания физических свойств	Понятие полярного и аксиального векторов в описании физических свойств	3	ОПК-2, ОПК-7,

Согласована на портале № 18197

материалов электронной техники	кристаллических веществ. Математический аппарат по описанию взаимодействия полярных и аксиальных явлений в кристаллических веществах. Разложение физического свойства на полярную и аксиальную составляющую, их физический смфсл и условия наблюдения.		ПК-8
	Итого	3	
7 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров первого ранга.	Физические свойства кристаллических веществ, описываемые полярными и аксиальными тензорами первого ранга. Перечень возможных сочетаний воздействий и их следствий, порождаемых физическими свойствами первого ранга. Возможные применения в электронной технике физических свойств кристаллических веществ, описываемых тензорами первого ранга.	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	3	
8 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров второго ранга	Физические свойства кристаллических веществ, описываемые полярными и аксиальными тензорами второго ранга. Перечень возможных сочетаний воздействий и их следствий, порождаемых физическими свойствами второго ранга. Указательная и характеристическая поверхности свойства второго ранга. Отыскания экстремальных значений физического свойства второго ранга и кристаллографические направления их достижения. Возможные применения в электронной технике физических свойств кристаллических веществ, описываемых тензорами второго ранга.	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	3	
9 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров высших рангов.	Способы обнаружения в кристаллических веществах физических свойств высших рангов. Тензоры третьего и четвертого рангов. Физические свойства кристаллических веществ, описываемые полярными и аксиальными тензорами высших рангов. Перечень возможных сочетаний воздействий и их следствий, порождаемых физическими свойствами высших рангов. Указательная и характеристическая поверхности свойства высших рангов. Определение величины физического свойства в заданном направлении. Возможные применения в электронной технике физи-	3	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 18197

	ческих свойств кристаллических веществ, описываемых тензорами высших рангов.		
	Итого	3	
Итого за семестр		26	

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	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Квантовая механика	+		+						
2 Математика	+			+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1 Твердотельная электроника	+	+	+	+	+				
2 Физика	+	+			+				
3 Физика конденсированного состояния		+							

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ОПК-7	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 18197

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Работа в команде		4		4
Решение ситуационных задач	2			2
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			6	6
Итого за семестр:	2	4	6	12
Итого	2	4	6	12

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
4 Описание свойств материалов электронной техники на основе теории симметрии	Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
5 Фундаментальные принципы предсказания физических свойств материалов электронной техники	Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	4	
8 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров второго ранга	Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 18197

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Структура и характеристические параметры кристаллических и аморфных веществ	Ближний и дальний порядок в кристаллической решетке. Задачи на составление индексов Миллера для узлов, кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей. Определение параметров обратной решетки.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
3 Энергетическое описание электрических и оптических свойств материалов электронной техники	Задачи на определение положения уровня Ферми в полупроводнике. Расчет величин дрейфового и диффузионного токов в кристаллическом веществе. определение времени пролета носителя заряда образца кристаллического вещества.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
4 Описание свойств материалов электронной техники на основе теории симметрии	Рассмотрение действия элементов точечной симметрии и их свойства. Задачи на составление матрицы симметрического преобразования и последовательности симметрических преобразований в кристаллическом веществе различной точечной симметрии. Доказательство свойств элементов симметрии на основе вычисления матриц симметрических преобразований.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
5 Фундаментальные принципы предсказания физических свойств материалов электронной техники	Задачи на применение принципа Неймана для определения точечной симметрии кристаллического вещества для наблюдения физического свойства заданной симметрии. Задачи на определение точечной симметрии комбинированного внешнего воздействия.Принципы вычисления результирующей симметрии кристалла под внешним воздействием.	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
6 Математический аппарат описания физических свойств материалов электронной техники	Задачи на определение ранга и природы физического свойства при заданных воздействиях и регистрируемого следствия. Применение методики расчета	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 18197

	для определения условий наблюдения заданного физического свойства материалов электронной техники.		
	Итого	2	
7 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров первого ранга.	Задачи на определение условий наблюдения и величины физического свойства первого ранга в кристаллах различной точечной симметрии: поляризация пироэлектриков при нагреве и нагрев при изменении электрического поля в пирокристалле. Задачи на пиромагнитный эффект.	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
8 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров второго ранга	Задачи на вычисление величины физического свойства в заданном направлении и определение кристаллографических направлений, по которым физическое свойство достигает заданного значения. Задачи на нахождение экстремальных значений физических свойств и кристаллографических направлений их достижения. методика разложения физического свойства второго ранга на полярную и аксиальную составляющие.	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	2	
9 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров высших рангов.	Задачи на вычисление величины физического свойства третьего и четвертого рангов в заданном кристаллографическом направлении. Задачи на вычисление величины пьезополяризации кристалла при различных направления его сжатия - растяжения. Упругие свойства кристалла в заданном направлении.	1	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8
	Итого	1	
Итого за семестр		12	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основные типы материалов электронной техники, их	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Экзамен

Согласована на портале № 18197

фундаментальные свойства и параметры	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Структура и характеристические параметры кристаллических и аморфных веществ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
3 Энергетическое описание электрических и оптических свойств материалов электронной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
4 Описание свойств материалов электронной техники на основе теории симметрии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
5 Фундаментальные принципы предсказания физических свойств материалов электронной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
6 Математический аппарат описания физических свойств материалов электронной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	8		
7 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров первого ранга.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров второго ранга	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 18197

	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	11		
9 Описание физических свойств материалов электронной техники с помощью тензоров высших рангов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Принцип Неймана: его физическое содержание и математический образ..
2. Принцип Кюри: его физическое содержание и математический образ..
3. Принцип Онзагера: его физическое содержание и математический образ.
4. Правила вычисления суммарной симметрии и комбинированном воздействии на кристаллическое вещество внешних возмущений.
5. Понятие тензора, его математическое представление и математические операции с ним.
6. Основные свойства тензоров и их использование для физической интерпретации описываемого физического свойства.
7. Определение природы тензора по его симметрии и антисимметрии.
8. Псевдотензоры и их применение в кристаллофизических задачах.
9. Модель Блоха и ее приближения.
10. Определение степени заполнения энергетического уровня электронами и дырками.
11. Вычисление электропроводности кристаллического вещества с различным уровнем легирования примесью.
12. Дрейфовый ток в кристаллических вещества и его правила вычисления.
13. Свойства аморфных и кристаллических диэлектриков.
14. Электрические и оптические свойства полупроводниковых материалов.
15. Сверхпроводники и их электрические свойства
16. Принципы введения тензоров второго ранга в задачах кристаллофизики.
17. Вычисление собственных векторов и собственных значений тензора второго ранга.
18. Понятие указательной и характеристической поверхностей тензора. Вид характеристической поверхности для различных собственных значений.
19. Понятие нормальной составляющей тензора второго ранга и его вычисление.
20. Понятие прямой и обратной решетки, их структура и взаимосвязь. Методика определения параметров прямой решетки по известной обратной..
21. Понятие жидких кристаллов, их типы и основные электрические и оптические свойства.
22. Индексы Миллера и их вычисление для узлов, кристаллографических направлений,и плоскостей.
23. Принципы введения тензоров высших рангов в задачах кристаллофизики.
24. Понятие прямого и обратного пьезоэффекта, тензор пьезомодулей.
25. Упругие свойства кристаллических веществ и тензор упругих постоянных.
26. Вычисление пироэлектрической поляризации с применением принципов кристаллофизики.
27. Принцип составления и чтения стереографической проекции кристалла.
28. Элементы точечной симметрии и принцип их использования в материаловедении и кристаллофизике.

Согласована на портале № 18197

29. Свойства элементов точечной симметрии и их доказательство.
30. Запись и чтение международного символа точечной группы симметрии.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Понятие энергетической диаграммы полупроводника и диэлектрика.
2. Модель Блоха энергетического представления кристалла.
3. Вид энергетической диаграммы кристалла полупроводника и кристалла диэлектрика
4. Принцип Неймана и принцип Кюри.
5. Правило перемножения точечных групп симметрии.
6. Темы самостоятельных работ совпадают с темами лабораторных работ.
7. Понятие тензора второго ранга,
8. Проверка его материальности при смене системы координат
9. Разложение тензора второго ранга на составляющие.
10. Принципы введения тензоров в задачах кристаллофизики.
11. Основные операции с тензорами и их преобразование при смене системы координат.
12. Структура и свойства кристаллов, поликристаллических веществ, аморфных веществ, твердых растворов.
13. Тензоры высших рангов и математические операции с ними: симметрирование, альтернирование, свертка, сложение, умножение.
14. Дифференциальные операции с тензорами высших рангов.

9.3. Темы лабораторных работ

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

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
3 семестр				
Опрос на занятиях	8	8	8	24
Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Реферат	8	9	8	25
Итого максимум за период	23	24	23	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	47	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале № 18197

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. Учебное пособие «Материалы электронной техники»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2014. 239 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4291, дата обращения: 10.04.2017.
2. Материалы электронной техники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2017. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6889, дата обращения: 10.04.2017.
3. Твердотельная электроника: Учебное пособие для студентов направления 2100100 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2013. 175 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3715, дата обращения: 10.04.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : Учебное пособие для вузов / Константин Степанович Петров. - СПб. : Питер, 2003. - 512 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5-94723-378-9 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Электротехнические материалы и изделия: справочник. / И.И. Алиев, С.Г. Калганова. – М.: РадиоСофт. 2005. – 350 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Элементы электронной техники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов направления 210100.62 с примерами и задачами (для практических занятий). Часть 1 / Давыдов В. Н. - 2013. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3720, дата обращения: 10.04.2017.
2. Твердотельная электроника: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе студентов с примерами и задачами (для практических занятий) для направления подготовки

Согласована на портале № 18197

210100.62 "Электроника и наноэлектроника" / Давыдов В. Н. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3568, дата обращения: 10.04.2017.

3. Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6897, дата обращения: 10.04.2017.

4. Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе/ Давыдов В. Н. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6892, дата обращения: 10.04.2017.

5. Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе/ Давыдов В. Н. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6891, дата обращения: 10.04.2017.

6. Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6890, дата обращения: 10.04.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Научно-образовательный портал ТУСУР, библиотека ТУСУР, интернет, редактор "Microsoft PowerPoint"

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, улица Вершинина, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1 шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1 шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Согласована на портале № 18197

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ используется исследовательская лаборатория, расположенная в кабинете 215 корпуса факультета электронной техники (ФЭТ) ТУСУР по адресу: г. Томск, ул. Вершинина, 74, 2 этаж. Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса не ниже Pentium IV и выше с широкополосным доступом в интернет. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты программ MS Windows XP Professional with SP3? Matlab v.6.5.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

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.

Согласована на портале № 18197

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 18197

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Материалы электронной техники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- профессор каф. ЭП В. Н. Давыдов

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18197

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать основные типы материалов электронной техники, физические явления и процессы, протекающие в них; основные электрические, магнитные и механические свойства материалов; назначение, а также современные тенденции развития материалов электронной техники; Должен уметь работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам; производить расчеты параметров материалов электронной техники с учетом их свойств; уметь на практике решать стандартные задачи по определению электрических, магнитных, упругих и других свойств материалов электронной техники; Должен владеть способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения при решении задач при рассмотрении свойств и параметров материалов электронной техники; навыками измерения и экспериментального контроля параметров материалов; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучае-	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосаб-

Согласована на портале № 18197

	мой области	определенных проблем в области исследования	ливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные требования к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также основные этапы и тревуемый уровень материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	использовать полученные знания по современным требованиям к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также по основным этапам и требуемому уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	навыками организации контроля за выполнением современных требований к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также к основным этапам и требумому уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 18197

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные требования к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также к основным этапам и тревуемому уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• использовать полученные знания по современным требованиям к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также по основным этапам и требуемому уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• навыками организации контроля за выполнением современных требований к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также к основным этапам и требумому уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;
Хорошо (базовый уровень)	• требования к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также к основным этапам работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• использовать полученные знания требований к параметрам материалов и элементов электронной техники и технологии их получения , а также по основным этапам работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• навыками организации контроля за выполнением требований к параметрам материалов и элементов электронной техники , а также к основным этапам и уровню материального обеспечения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• требования к параметрам материалов и элементов электронной техники, а также к основным этапам работ по технологической подготовке производства материалов электронной техники;	• использовать полученные знания требований к параметрам материалов электронной техники, а также по этапам работ по технологической подготовке производства материалов электронной техники;	• навыками организации контроля за выполнением требований к параметрам материалов электронной техники , а также к уровню материального обеспечения работ производства материалов электронной техники;

2.2 Компетенция ОПК-7

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание эта-	диалектику развития ма-	объяснить и использо-	навыками использования

Согласована на портале № 18197

пов	териаловедения для электронной техники, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники	вать на практике диалектику развития материаловедения для электронной техники, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники	на практике диалектики развития материаловедения для электронной техники, современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• диалектику развития материаловедения для электронной техники, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;	• объяснить и использовать на практике диалектику развития материаловедения для электронной техники, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техни-	• навыками использования на практике диалектики развития материаловедения для электронной техники, современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной

Согласована на портале № 18197

		ки;	техники;
Хорошо (базовый уровень)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;	• использовать на практике современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;	• навыками использования на практике современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• современные тенденции развития электроники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;	• использовать на практике современные тенденции развития электроники, вычислительной техники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;	• навыками использования на практике современных тенденций развития электроники, информационных технологий в профессиональной деятельности по развития и усовершенствованию материалов электронной техники;

2.3 Компетенция ОПК-2

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов	методологией и навыками по выявлению естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-

Согласована на портале № 18197

	раторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	раторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	раторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения;	• методологией и навыками по выявлению естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов;
Хорошо (базовый уровень)	• сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения ;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения и ростовых методов;	• методологией по выявлению сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершенствованию материалов электронной техники, привлекать для их решения физико-математический аппарат материаловедения;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по совершенствованию материалов электронной техники.;	• выявлять сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке материалов электронной техники;	• методологией по выявлению сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по разработке и совершен-

Согласована на портале № 18197

			ствованию материалов электронной техники;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы рефератов

– 1. Структурные и электрические свойства полупроводниковых материалов. 2. Структурные и электрические свойства аморфных материалов для электронного приборостроения. 3. Использование рентгеновского оборудования для исследования структуры материалов электронной техники. 4. Матричные доказательства свойств элементов симметрии. 5. Определение внешней симметрии тензоров высших рангов методом прямой проверки в циклических координатах. 6. Применение прямого и обратного пьезоэлектрического эффекта в материалах электронной техники.

3.2 Темы опросов на занятиях

– 1. Определить матрицу суммарного преобразования системы координат: сначала кристалл поворачивают вокруг оси X2 на 1200 , затем вокруг оси X1 на угол 600 , а затем отражают в плоскости симметрии, перпендикулярной оси X2. 2. Симметричный тензор второго ранга задан в исходной системе координат своими компонентами: T11=23, T12=34, T13=0, T21=34, T22=88, T23=0, T31=0, T32=0, T33=67. Определить вид этого тензора после поворота системы координат на угол 180 градусов вокруг оси, лежащей в плоскости X1OX3 и проходящей под углом 30 градусов к координатной оси X3 . 3. К кристаллу с точечной группой симметрии 4mm приложили сдвиговое упругое напряжение в кристаллографическом направлении X3. Какой станет симметрия кристалла при воздействии?

3.3 Экзаменационные вопросы

– Свойства аморфных и кристаллических диэлектриков. Электрические и оптические свойства полупроводниковых материалов. Сверхпроводники и их электрические свойства Модель Блоха и ее приближения. Определение степени заполнения энергетического уровня электронами и дыркам Понятие прямой и обратной решетки, их структура и взаимосвязь. Методика определения параметров прямой решетки по известной обратной.. Понятие жидких кристаллов, их типы и основные электрические и оптические свойства. Индексы Миллера и их вычисление для узлов, кристаллографических направлений и плоскостей. Структура и свойства кристаллов, поликристаллических веществ, аморфных веществ, твердых растворов. Принципы введения тензоров в задачах кристаллофизики. Основные операции с тензорами и их преобразование при смене системы координат. Принцип составления и чтения стереографической проекции кристалла. Элементы точечной симметрии и принцип их использования в материаловедении и кристаллофизике. Свойства элементов точечной симметрии и их доказательство. Запись и чтение международного символа точечной группы симметрии. Принцип Неймана: его физическое содержание и математический образ.. Принцип Кюри: его физическое содержание и математический образ.. Принцип Онзагера: его физическое содержание и математический образ.. Правила вычисления суммарной симметрии и комбинированном воздействии на кристаллическое вещество внешних возмущений.

3.4 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.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

Согласована на портале № 18197

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Учебное пособие «Материалы электронной техники»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2014. 239 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4291, свободный.
2. Материалы электронной техники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2017. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6889, свободный.
3. Твердотельная электроника: Учебное пособие для студентов направления 2100100 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2013. 175 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3715, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : Учебное пособие для вузов / Константин Степанович Петров. - СПб. : Питер, 2003. - 512 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5-94723-378-9 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Электротехнические материалы и изделия: справочник. / И.И. Алиев, С.Г. Калганова. – М.: РадиоСофт. 2005. – 350 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Элементы электронной техники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов направления 210100.62 с примерами и задачами (для практических занятий). Часть 1 / Давыдов В. Н. - 2013. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3720, свободный.
2. Твердотельная электроника: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе студентов с примерами и задачами (для практических занятий) для направления подготовки 210100.62 "Электроника и наноэлектроника" / Давыдов В. Н. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3568, свободный.
3. Составление матрицы преобразования системы координат элементом точечной симметрии: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6897, свободный.
4. Определение экстремальных значений физического свойства и кристаллографических направлений их достижения: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе/ Давыдов В. Н. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6892, свободный.
5. Определение кристаллографических направлений для заданного значения физического свойства второго ранга: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе/ Давыдов В. Н. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6891, свободный.
6. Определение симметрии кристалла при внешних воздействиях: Учебно-методическое пособие к лабораторной работе / Давыдов В. Н. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6890, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР, библиотека ТУСУР, интернет, редактор "Microsoft PowerPoint"

Согласована на портале № 18197