МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	14	14	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	42	42	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 33824

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор кафедры ФЭ	_____	С. В. Смирнов
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

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

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова
Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 33824

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния» является освоение теоретических основ строения твердотельных материалов, их свойств, процессов и эффектов в твердых телах.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния» является приобретение

– навыков и умений определения электрофизических и оптических параметров твердых тел.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Квантовая механика, Математика, Оптическая физика, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Оптическое материаловедение, Основы фотоники, Физические основы квантовой и оптической электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-2 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

– ПК-2 готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** – основные закономерности формирования конденсированного состояния; – физико-химические основы взаимодействия между основными материалами электронной техники; – современные достижения в области физики твердого тела; – основные характеристики конденсированных материалов и их связь с составом и структурой; – параметры конденсированных материалов и особенности их измерения;

– **уметь** – выбирать материал с оптимальными свойствами для реализации задач электроники; – использовать физико-математический аппарат для расчета электрических и оптических характери- стик материала; – выбирать методы исследования параметров конденсированных материалов, используемых в элек- тронной технике;

– **владеть** – навыками комплексного подхода к выбору необходимых свойств материалов; – методикой расчета электрических и оптических параметров материалов электронной техники; – методами исследования параметров конденсированных материалов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	36	36

Согласована на портале № 33824

Практические занятия	14	14
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Подготовка к контрольным работам	8	8
Выполнение индивидуальных заданий	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Введение, цели и задачи дисциплины	2	0	0	0	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
2 Структура и симметрия кристаллов. Обратная решетка	6	3	0	6	15	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
3 Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки.	5	3	4	8	20	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
4 Тепловые и упругие свойства кристаллов.	5	2	4	8	19	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
5 Основы зонной теории.	5	3	4	8	20	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
6 Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел.	7	2	4	8	21	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
7 Фазовые переходы. Дефекты в кристаллах. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.	6	1	0	4	11	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
Итого за семестр	36	14	16	42	108	
Итого	36	14	16	42	108	

Согласована на портале № 33824

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение, цели и задачи дисциплины	Предмет дисциплины и ее задачи. Основные этапы исторического развития физики конденсированного состояния. Связь с другими дисциплинами.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	2	
2 Структура и симметрия кристаллов. Обратная решетка	Кристаллические и некристаллические вещества. Идеальные кристаллы. Симметрия кристаллов. Пространственная решетка. Кристаллографические категории, системы и сингонии. Группы точечной симметрии. Трансляционная симметрия. Сингонии и решетки Бравэ.	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	6	
3 Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки.	Уравнения Лауэ и Брэгга-Вульфа. Интерференция. Рассеяние волн в кристаллах. Атомный и структурный факторы рассеяния. Дифракция как метод определения структуры кристаллов. Экспериментальные методы получения рентгенограмм. Классификация квазичастиц. Закономерности взаимодействия квазичастиц. Тепловые колебания решетки. Одномерные колебания в модельной решетке. Дисперсионные соотношения. Колебания в решетке с базисом. Оптические и акустические колебания. Фононы. Статистика фононов.	5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	5	
4 Тепловые и упругие свойства кристаллов.	Упругие напряжения и деформации. Модули упругости и упругие постоянные. Закон Гука для изотропных и анизотропных кристаллов. Пластичность и разрушение. Теплоемкость. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Теории Эйнштейна и Дебая. Ангармонизм колебаний. Тепловое расширение и теплопроводность. Экспериментальные методы исследования тепловых свойств и колебательных спектров твердых тел.	5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	5	
5 Основы зонной теории.	Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое приближение. Метод Хартри-Фока. Одноэлектронная задача. Самосогласованное поле. Теорема Блоха. Модель КрёнигаПенни. Эффективная масса. Приближение слабой и сильнойсвязи. Зонный спектр металлов, диэлектриков и полупроводников. Энергетические схемы конкретных матери-	5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2

Согласована на портале № 33824

	алов. Понятие о дырках. Экспериментальные методы определения эффективной массы и поверхности Ферми		
	Итого	5	
6 Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел.	Оптические константы. Механизмы поглощения света. Собственное поглощение. Прямые и непрямые переходы. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями. Примесное и решеточное поглощение. Влияние внешних факторов на спектры поглощения. Фотопроводимость. Оптическая спектроскопия. Катодо- и фотолюминесценция. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость кристаллов. Парамагнетики и диамагнетики, ферромагнетики и антиферромагнетики.	7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	7	
7 Фазовые переходы. Дефекты в кристаллах. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.	Сверхпроводники 1 и 2 рода; теория Бардина-Купера-Шриффера. Дефекты в кристаллах. Механизмы диффузии. Жидкие кристаллы и аморфные материалы.	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Квантовая механика	+	+	+	+	+	+	+
2 Математика		+	+	+	+	+	+
3 Оптическая физика	+	+	+	+	+	+	+
4 Физика	+	+	+	+	+	+	+
5 Химия		+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1 Оптическое материаловедение	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы фотоники	+	+	+	+	+	+	+
3 Физические основы квантовой и оптической электроники	+		+		+	+	+

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.

Согласована на портале № 33824

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
3 Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки.	Определение частоты колебаний поперечных оптических фононов в ионных кристаллах.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
4 Тепловые и упругие свойства кристаллов.	Исследование температурной зависимости электропроводности аморфных полупроводников.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
5 Основы зонной теории.	Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводников	4	ОПК-1, ОПК-2,

Согласована на портале № 33824

	Итого	4	ПК-2
6 Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел.	Исследование температурной зависимости электропроводности поликристаллических ферромагнетиков.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Структура и симметрия кристаллов. Обратная решетка	Электрон. Волновые свойства. Основы квантовой механики	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Виды химических связей. Энергия связи	1	
	Кристаллическое строение твердых тел. Решетка Бравэ	1	
	Итого	3	
3 Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки.	Дифракция рентгеновских лучей	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Нормальные колебания решетки. Фононы	2	
	Итого	3	
4 Тепловые и упругие свойства кристаллов.	Тепловые и упругие свойства твердых тел	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	2	
5 Основы зонной теории.	Статистика электронов. Распределение Ферми-Дирака	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Уровень Ферми. Зонные диаграммы твердых тел	2	
	Итого	3	
6 Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел.	Электропроводность твердых тел	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	2	
7 Фазовые переходы. Дефекты в кристаллах. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.	Дефекты в кристаллах. Дефекты по Шоттки. Дефекты поФренкелю	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
	Итого	1	
Итого за семестр		14	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 33824

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
2 Структура и симметрия кристаллов. Обратная решетка	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	6		
3 Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Итого	8		
4 Тепловые и упругие свойства кристаллов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
5 Основы зонной теории.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контроль-	2		

Согласована на портале № 33824

	ным работам			
	Итого	8		
6 Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
7 Фазовые переходы. Дефекты в кристаллах. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Контрольная работа		5	5	10
Отчет по индивидуальному заданию	7		7	14
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Отчет по практическому занятию	6	6	6	18
Тест	4		4	8
Итого максимум за период	17	21	32	70

Согласована на портале № 33824

Экзамен				30
Нарастающим итогом	17	38	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Физика конденсированного состояния: учебное пособие для вузов / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 294 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 43 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Физика твердого тела : Учебное пособие для втузов / С. М. Кокин [и др.] ; ред. И. К. Верещагин. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 238[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

2. Павлов П.В. Физика твердого тела: Учебник для вузов / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – 3-е изд., стереотип. – М.: Высшая школа, 2000. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 56 экз.)

3. Смирнов С.В. Физика твердого тела: учебное пособие. – Томск, ТГУ, 2003. – 276 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Саврук Е. В., Физика конденсированного состояния: Учебное-методическое пособие (по лабораторным работам) [Электронный ресурс] / Саврук Е. В., Каранский В. В., Смирнов С. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 44 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6270 (дата обращения: 28.06.2018).

2. Смирнов С.В., Зариковская Н.В. Физика конденсированного состояния. Физика полу-

Согласована на портале № 33824

проводников: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплинам «Физика конденсированного состояния» и «Физика полупроводников» для студентов направлений подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника». – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks %20disciplin/Smirnov/Smirnov_FKS_UMP.pdf (дата обращения: 28.06.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: http://window.edu.ru/
2. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа:
3. http://elibrary.ru
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал
5. университета. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 33824

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория физики конденсированного состояния и материалов электронной техники

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 119 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты: «Температурные свойства ферромагнитных материалов», «Температурные свойства проводящих материалов», «Объемное и поверхностное сопротивление изоляционных материалов», «Пробой тонкопленочных конденсаторов (ТПК)», «Температурная зависимость проводимости диэлектриков», «Фотоэлектрические свойства полупроводниковых материалов», «Определение ширины запрещенной зоны полупроводников», «Определение термо-ЭДС полупроводников», «Эффект Холла», «Эффект Пельтье».
- Лабораторное оборудование и приборы: измеритель Е7-8 (2 шт.), вольтметр В7-22А (5 шт.), амперметр Ф-195, М-253 (2 шт.), источник постоянного тока Б5-47, электрометр В7Э-42, мультиметр В7-22А (2 шт.), измеритель иммитанса Е7-20, тераомметр Е6-13, печь лабораторная (2 шт.), прибор для исследования пробоя ТПК, лабораторный стенд СФП-5 (2 шт.), вольтметр В7-26, вольтметр цифровой Ф4214, вольтметр Ф238,

источник постоянного тока Б5-47, измеритель иммитанса Е7-20;

- Компьютерные лабораторные работы (4 шт.);
- ПК (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- PDF-XChange Viewer
- PTC Mathcad13, 14
- Windows XP

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

Согласована на портале № 33824

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Первая теория строения атома водорода, которая успешно объясняла наиболее важные его свойства была предложена…

1. Ньютоном;
2. Эйнштейном;
3. Бором;
4. де Бройлем.

2. Тетрагональные решетки могут быть:

1. простыми, объемно-центрированными и гранецентрированными;
2. простыми и объемно-центрированными;
3. простыми и базоцентрированными;
4. простыми и гранецентрированными.

3. Для какой системы характерны следующие свойства: две кристаллические оси не перпендикулярны друг другу, но третья перпендикулярна им обеим, периоды трансляции различны во всех трех направлениях:

1. триклинная;
2. тетрагональная;
3. моноклинная;
4. гексагональная.

4. Акустические волны представляют…

1. звуковые (одна продольная и две поперечные);
2. звуковые (две продольные и две поперечные);
3. звуковые (одна продольная и три поперечные);
4. звуковые (три продольные и две поперечные).

5. Фононы, как и фотоны, подчиняются статистике…

1. Максвелла-Больцмана;
2. Больцмана;
3. Ферми-Дирака;
4. Бозе-Эйнштейна.

6. Не оказывают влияния на термодинамические свойства электронной системы…

Согласована на портале № 33824

1. плазмоны;
2. фононы;
3. фотоны;
4. магноны.

7. Поведение теплоемкость при высоких температурах корректно описывает закон…

1. Дебая;
2. Дюлонга-Пти;
3. Эйнштейна;
4. Фурье.

8. Процесс распространения тепла от более нагретых элементов тела к менее нагретым называется…

1. теплопроводностью;
2. тепловым расширением;
3. тепловым сжатием;
4. теплоемкостью.

9. В чем сущность приближения Борна-Оппенгеймера?

1. электроны в кристалле неподвижны;
2. электроны и ядра неподвижны;
3. неподвижны только ядра;
4. неподвижны только электроны.

10. Что объясняет модель Кронига-Пенни?

1. вид волновой функции электрона;
2. форму зон Бриллюэна;
3. существование разрешенных и запрещенных зон;
4. наличие кристаллического поля.

11. Рекомбинация, при которой электрон прежде, чем рекомбинировать с дыркой, захватывается некоторым локальным центром, имеющим уровень энергии в запрещенной зоне, а затем переходит в валентную зону и рекомбинирует с дыркой, называется…

1. примесной рекомбинацией;
2. рекомбинацией через локальные состояния;
3. межпримесной рекомбинацией;
4. экситонной рекомбинацией.

12. В межзонной излучательной рекомбинации могут участвовать…

1. только фотоны;
2. только фотоны и электроны;
3. только электроны и дырки;
4. только фотоны и дырки.

13. Для характеристики рекомбинационных процессов в полупроводнике вводится понятие…

1. время жизни неосновных носителей заряда;
2. время жизни основных носителей заряда;
3. концентрации неосновных носителей заряда;
4. концентрации основных носителей заряда.

14. Модель, в которой описано выявление зависимости времени жизни электронно-дырочных пар от положения уровня Ферми, носит название…

1. Холла-Шокли-Рида;
2. Больцмана;
3. Оже;
4. Бозе-Эйнштейна.

15. Поглощение света полупроводником, связанное с возбуждением колебаний кристаллической решетки, называют … поглощением.

1. решеточным;
2. примесным;
3. собственным;

Согласована на портале № 33824

4. экситонным.

16. В слабых полях зависимость плотности тока от приложенного поля…

1. параболическая;
2. кубическая;
3. линейная;
4. гиперболическая.

17. Какие эффекты сильного поля приводят к изменению подвижности носителей заряда?

1. эффект Ганна и ударная ионизация;
2. эффект Ганна и эффект разогрева электронно-дырочного газа;
3. ударная ионизация и эффект Зинера;
4. электростатическая ионизация и эффект Зинера.

18. Какой процесс рекомбинации описывает теория Холла – Шокли – Рида?

1. межзонную излучательную;
2. межзонную безызлучательную;
3. рекомбинацию через ловушки;
4. Оже-рекомбинацию.

19. Обрыв периодичности кристаллического потенциала на поверхности приводит к появлению локализованных состояний, энергетические уровни которых располагаются в запрещенной зоне. Эти состояния называют состояниями …

1. Холла-Шокли-Рида;
2. Борна-Кармана;
3. Тамма;
4. Ферми-Дирака.

20. Коэффициент поглощения характеризует интенсивность света:

1. прошедшего через образец;
2. поглощенного в образце с единичной толщиной;
3. поглощенного в образце в единицу времени;
4. вошедшего в образец.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Модель атома Бора.

Квантово-механическое описание строение атома (электрон как волна и как частица, электрон и потенциальный барьер, квантовый осциллятор).

Виды химических связей. Механизм образования химической связи

Химическая связь. Ионная связь. Образование. Примеры

Химическая связь. Ковалентная связь. Образование. Примеры

Химическая связь. Металлическая. Образование. Примеры.

Химическая связь. Водородная связь. Образование. Примеры

Химическая связь. Силы Ван-дер-Ваальса. Образование. Примеры.

Прямая и обратная решетка. Индексы Миллера.

Зоны Бриллюэна. Стоячие волны

Дифракция рентгеновских лучей. Закон Вульфа-Брэгга

Дифракция рентгеновских лучей. Условие Лауэ.

Квазичастицы. Виды квазичастиц.

Тепловые колебания. Фононы. Амплитуды. Спектр колебаний.

Теплоемкость твердых тел. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Приближение Дюлонга-Пти.

Ангармонические эффекты в кристаллах. Тепловое расширение.

Ангармонические эффекты в кристаллах. Теплопроводность (диэлектриков, металлов и полупроводников).

Модель свободных электронов Друде

Зонная теория твердых тел. Уравнение Шредингера

Эффективная масса электронов и дырок. Эффективная плотность состояний.

Статистика электронов и дырок в металлах и полупроводниках (распределение Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана).

Концентрация электронов и дырок в собственных полупроводниках.

Согласована на портале № 33824

Температурная зависимость уровня Ферми в собственных полупроводниках
Электропроводность металлов и полупроводников.
Дефекты в кристаллах: по Шоттки и Френкелю
Дефекты в кристаллах: дислокации.
Дефекты в кристаллах: дефекты в примесных системах
Дефекты в кристаллах. Диффузия дефектов.
Подвижность носителей зарядов. Виды рассеивания.
Поляризация. Виды поляризации. Виды диэлектрических потерь.
Виды магнитных материалов. Классификация материалов по магнитной восприимчивости. Температура Кюри.
Оптические свойства твердых тел. Люминесценция
Оптические свойства твердых тел. Закон Бугера-Ламберта
Оптические свойства твердых тел. Оптические коэффициенты.
Упругие свойства твердых тел.
Элементы теории разрушения твердых тел
Зонная теория твердых тел. Адиабатическое и одноэлектронное приближение.
Зонная теория твердых тел. Приближение свободных электронов.
Зонная теория твердых тел. Приближение сильносвязанных электронов.
Зонная теория твердых тел. Приближение слабосвязанных электронов.

14.1.3. Темы контрольных работ

Химические связи. Кристаллическое строение. Фононы
Распределение Ферми-Дирака. Электропроводность. Уровень Ферми

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Структура и симметрия кристаллов. Обратная решетка.
Дифракция рентгеновских лучей. Твердое тело – как газ квазичастиц. Тепловые колебания решетки
Тепловые и упругие свойства кристаллов
Основы зонной теории.
Оптические, диэлектрические и магнитные свойства твердых тел
Фазовые переходы. Дефекты в кристаллах. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.

14.1.5. Темы индивидуальных заданий

Кристаллическое строение твердых тел. Дифракция рентгеновский лучей в кристаллах
Радиационные дефекты в твердых телах.

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Электрон. Волновые свойства. Основы квантовой механики
Виды химических связей. Энергия связи
Кристаллическое строение твердых тел. Решетка Бравэ
Дифракция рентгеновских лучей
Нормальные колебания решетки. Фононы
Тепловые и упругие свойства твердых тел
Статистика электронов. Распределение Ферми-Дирака
Уровень Ферми. Зонные диаграммы твердых тел
Электропроводность твердых тел
Дефекты в кристаллах. Дефекты по Шоттки. Дефекты по Френкелю

14.1.7. Темы лабораторных работ

Определение частоты колебаний поперечных оптических фононов в ионных кристаллах.
Исследование температурной зависимости электропроводности аморфных полупроводников.
Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводников
Исследование температурной зависимости электропроводности поликристаллических ферромагнетиков.

Согласована на портале № 33824

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 33824