

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Физика конденсированного состояния

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Нанотехнология

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	45
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №177 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 31.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Филимонова Н. И.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:	
34. иметь представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	
36. знать зависимость физических свойств от степени неупорядоченности	
37. знать фундаментальные понятия, основные теории и приближения физики конденсированного состояния	
у4. уметь оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния	
у6. иметь опыт самостоятельного поиска, изучения и анализа научно-технической литературы по вопросам физики конденсированного состояния	
у9. уметь описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий; в части следующих результатов обучения:	
у14. владеть навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Физика конденсированного состояния</i>	
ОПК.1.37 знать фундаментальные понятия, основные теории и приближения физики конденсированного состояния	
1. фундаментальные понятия, основные теории и приближения физики конденсированного состояния вещества	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.36 знать зависимость физических свойств от степени неупорядоченности	
2. зависимость физических свойств материалов от степени неупорядоченности структуры	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.34 иметь представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	
3. о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.у9 уметь описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	
4. описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.у4 уметь оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния	
5. оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния к описанию физических процессов в твердом теле,	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.у6 иметь опыт самостоятельного поиска, изучения и анализа научно-технической литературы по вопросам физики конденсированного состояния	
6. самостоятельного поиска, изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами физики конденсированного состояния	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.у14 владеть навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики	
7. Владеть навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Силы связи в твердых телах			
1. Физика конденсированного состояния и физика твердого тела. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Зависимость свойств вещества от типа связ	0	2	1, 3
Дидактическая единица: Симметрия твердых тел			
2. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера - Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна	0	2	1, 3
Дидактическая единица: Дефекты и дифракция в кристаллах			
3. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пла-стической деформации. Дифракция в кристаллах. Брэгговское отражение и уравнения Лауэ.	0	2	1, 2, 3
Дидактическая единица: Колебания решетки и тепловые свойства твердых тел			
4. Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические упругие волны. Квантование колебаний решетки. Нулевые колебания и фононы. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоем-кость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности	0	6	1, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Электронные свойства твердых тел и основы зонной теории			
5. Электрон в периодическом поле кристаллической решётки. Блоховская волновая функция. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве. Условия Борна-Кармана. Полосатый спектр электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов. Приближение слабой и сильной связи. Эффективная масса носителей заряда. Электроны и дырки.	0	5	1, 4, 5, 7

Дидактическая единица: Электронная теория металлов			
6. Носители заряда в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Квантовое вырождение и понятие о ферми-жидкости. Квантовая теория проводимости металлов и сильновырожденных полупроводников. Энергия и поверхность Ферми. Кинетические процессы в электронном газе. Закон Ома	0	5	1, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Магнитные свойства твердых тел и фазовые переходы			
7. Фазовые переходы и дальний порядок. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Магнетизм атомов и кристаллов. Намагниченность и восприимчивость. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, Обменное взаимодействие. Температуры Кюри и Нееля. Магнитная анизотропия. Домены. Гистерезис. Спиновые волны и магноны.	0	5	1, 3, 4, 5, 7
Дидактическая единица: Сверхпроводимость			
8. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона. Теория Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть..	0	4	1, 4, 5, 6, 7
Дидактическая единица: Оптические свойства твердых тел			
9. Механизмы электрической поляризуемости кристаллов. Локальное поле и диэлектрическая проницаемость. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Соотношения Крамерса -Кронига. Оптические свойства ионных кристаллов	0	3	1, 3, 5
Дидактическая единица: Неупорядоченные и слабо упорядоченные системы			
10. Дальний порядок и беспорядок в конденсированных системах. Беспорядок замещения и топологический структурный беспорядок. Квазикристаллы	0	2	1, 2, 5, 6, 7

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Силы связи в твердых телах				
1. Основные типы связей в твердых телах	2	2	1, 3, 5	решение задач
Дидактическая единица: Симметрия твердых тел				
2. Структура кристаллических тел. Обратная решетка. Индексы Миллера.	2	2	1, 2, 3	решение задач
Дидактическая единица: Дефекты и дифракция в кристаллах				

3. Дифракция в кристаллах	1	1	1, 3	решение задач
Дидактическая единица: Колебания решетки и тепловые свойства твердых тел				
4. Колебания одноатомной одномерной цепочки. Колебания двухатомной линейной цепочки. Оптические фононы	4	4	1, 3, 4, 5	решение задач
Дидактическая единица: Электронные свойства твердых тел и основы зонной теории				
5. Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела.	4	4	1, 4, 5, 6, 7	решение задач
Дидактическая единица: Электронная теория металлов				
6. Электронная теория металлов.	2	2	1, 4, 5, 6	решение задач
Дидактическая единица: Магнитные свойства твердых тел и фазовые переходы				
7. Классическая теория парамагнетизма Ланжевена. Ферромагнетизм и молекулярное поле Вейса.	3	3	1, 3, 4, 5, 6	решение задач

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Дефекты и дифракция в кристаллах				
1. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	самостоятельное изучение теоретического материала
4. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах, механизмы диффузии. Дислокации	0	2	2, 3, 4, 6, 7	самостоятельное изучение теоретического материала
Дидактическая единица: Магнитные свойства твердых тел и фазовые переходы				
2. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики	0	2	1, 2, 3, 4, 6, 7	самостоятельное изучение теоретического материала
5. Волны спиновой плотности. Магноны	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Самостоятельное изучение теоретического материала
Дидактическая единица: Оптические свойства твердых тел				
3. Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. Поляроны. Поляритоны	0	3	1, 4, 5, 6, 7	Самостоятельное изучение теоретического материала
Дидактическая единица: Неупорядоченные и слабо упорядоченные системы				
7. Жидкие кристаллы. полимеры. Органические полупроводники	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Самостоятельное изучение теоретического материала

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				

1	Контрольные работы	1, 5, 7	2	0
выполнение контрольной работы, подробная информация приведена в приложении №3 : Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	15	2
самостоятельная работа с научной, справочной и методической литературой, выполнение и оформление РГЗ, подробная информация приведена в приложении №4 : Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5	0
подготовка к контрольной работе : Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	10	2
подготовка к экзамену и самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов, подробная информация приведена в приложении №2 : Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
<i>Лекция:</i> Посещение	5	10
<i>Практические занятия:</i> активная работа на занятиях	5	10
<i>Контрольные работы:</i> выполнение контрольной работы	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229 "		

РГЗ:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229 "		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.1	34. иметь представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	+	+	+
	36. знать зависимость физических свойств от степени неупорядоченности	+	+	+
	37. знать фундаментальные понятия, основные теории и приближения физики конденсированного состояния	+	+	+
	у4. уметь оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния	+	+	+
	у6. иметь опыт самостоятельного поиска, изучения и анализа научно-технической литературы по вопросам физики конденсированного состояния	+	+	+
	у9. уметь описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	+	+	+
ПК.1	у14. владеть навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Байков Ю. А. Физика конденсированного состояния : учеб / Ю. А. Байков. - Москва, 2014
2. Делоне Н. Б. Основы физики конденсированного вещества / Н. Б. Делоне. - Москва, 2011. - 233 с. : ил.
3. Брандт Н. Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский. - Москва, 2007. - 631 с.
4. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2011. - 287, [1] с. : ил., табл.
5. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2010. - 287, [1] с. : ил., табл.
6. Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина. - Москва, 2012. - 558, [1] с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Физика конденсированного состояния / [Б. И. Веркин и др.] ; Акад. наук УССР, Физ.-техн. ин-т низ. температур. - Киев, 1985. - 278, [1] с. : ил.
2. Condensed matter at the leading edge / M. P. Das, editor. - New York, 2006. - IX, 204 p. : ill. - Пер. загл.: Новейшие достижения в области конденсированного вещества.
3. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 9. Статистическая физика. Ч. 2 : учебное пособие для физических специальностей университетов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М., 1978. - 448 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. Брант Н. Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] / Н. Б. Брант, В. А. Кульбачинский. - Москва : Физматлит, 2005. - 632 с. - Режим доступа: <http://iht.univ.kiev.ua/Kolezhuk/ColExc/Lectures/Quasiparticles.pdf>. - Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Филимонова Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 134, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232229

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	используется при чтении лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“___” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Нанотехнология

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Физика конденсированного состояния приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	34. иметь представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	Дифракция в кристаллах Колебания одноатомной одномерной цепочки . Колебания двухатомной линейной цепочки. Оптические фононы Пироэлектрики и сегнетоэлектрики Структура кристаллических тел. Обратная решетка. Индексы Миллера. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах, механизмы диффузии. Дислокации Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах Фазовые переходы и дальний порядок. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Магнетизм атомов и кристаллов. Намагниченность и восприимчивость. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, Обменное взаимодействие. Температуры Кюри и Нееля. Магнитная анизотропия. Домены. Гистерезис. Спиновые волны и магноны. Физика конденсированного состояния и физика твердого тела. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Зависимость свойств вещества от типа связ	Контрольные работы, РГЗ, разделы.1, 15-18,22 .	Экзамен, вопросы.1-6, 27-35.

ОПК.1	36. знать зависимость физических свойств от степени неупорядоченности	Дальний порядок и беспорядок в конденсированных системах. Беспорядок замещения и топологический структурный беспорядок. Квазикристаллы Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах, механизмы диффузии. Дислокации Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах	Контрольные работы, РГЗ, разделы.1, 4, 15-16, 22.	Экзамен, вопросы.2-6
ОПК.1	37. знать фундаментальные понятия, основные теории и приближения физики конденсированного состояния	Дифракция в кристаллах Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. . Поляроны. Поляритоны Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические упругие волны. Квантование колебаний решетки. Нулевые колебания и фононы. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности Колебания одноатомной одномерной цепочки . Колебания двухатомной линейной цепочки. Оптические фононы Носители заряда в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Квантовое вырождение и понятие о ферми-жидкости. Квантовая теория проводимости металлов и сильновырожденных полупроводников. Энергия и поверхность Ферми. Кинетические процессы в электронном газе. Закон Ома Основные типы связей в	Контрольные работы, РГЗ, разделы.5-13, 17-18.	Экзамен, вопросы.1-4, 7-26.

		твердых телах Пироэлектрики и сегнетоэлектрики Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела. Структура кристаллических тел. Обратная решетка. Индексы Миллера. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах Физика конденсированного состояния и физика твердого тела. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Зависимость свойств вещества от типа связи Электрон в периодическом поле кристаллической решётки. Блоховская волновая функция. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве. Условия Борна-Кармана. Полосатый спектр электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов. Приближение слабой и сильной связи. Эффективная масса носителей заряда. Электроны и дырки. Электронная теория металлов.		
ОПК.1	у4. уметь оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния	Волны спиновой плотности. Магноны Дальний порядок и беспорядок в конденсированных системах. Беспорядок замещения и топологический структурный беспорядок. Квазикристаллы Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. . Поляроны. Поляритоны Классическая теория парамагнетизма Ланжевена. Ферромагнетизм и молекулярное поле Вейса. Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические упругие волны. Квантование колебаний решетки. Нулевые колебания и фононы. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоем-кость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.	Контрольные работы, РГЗ, разделы.1-5, 7-22.	Экзамен, вопросы.8-18, 20--46.

		Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности. Механизмы электрической поляризуемости кристаллов. Локальное поле и диэлектрическая проницаемость. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Соотношения Крамерса - Кронига. Оптические свойства ионных кристаллов. Носители заряда в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Квантовое вырождение и понятие о ферми-жидкости. Квантовая теория проводимости металлов и сильновырожденных полупроводников. Энергия и поверхность Ферми. Кинетические процессы в электронном газе. Закон Ома. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона. Теория Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть. Основные типы связей в твердых телах. Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела. Фазовые переходы и дальний порядок. Понятие о теории фазовых		
--	--	--	--	--

		переходов Ландау. Магнетизм атомов и кристаллов. Намагниченность и восприимчивость. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, Обменное взаимодействие. Температуры Кюри и Нееля. Магнитная анизотропия. Домены. Гистерезис. Спиновые волны и магноны. Электрон в периодическом поле кристаллической решётки. Блоховская волновая функция. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве. Условия Борна-Кармана. Полосатый спектр электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов. Приближение слабой и сильной связи. Эффективная масса носителей заряда. Электроны и дырки. Электронная теория металлов.		
ОПК.1	уб. иметь опыт самостоятельного поиска ,изучения и анализа научно-технической литературы по вопросам физики конденсированного состояния	Волны спиновой плотности. Магноны Дальний порядок и беспорядок в конденсированных системах. Беспорядок замещения и топологический структурный беспорядок. Квазикристаллы Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. . Поляроны. Поляритоны Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона. Теория Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть.. Пирозлектрики и сегнетоэлектрики Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах, механизмы	Контрольные работы РГЗ, разделы. 1-5, 7-22.	Экзамен, вопросы 4-6, 16-17, 35-41,46.

		диффузии. Дислокации Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах		
ОПК.1	у9. уметь описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	Волны спиновой плотности. Магноны Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. . Поляроны. Поляритоны Классическая теория парамагнетизма Ланжевена. Ферромагнетизм и молекулярное поле Вейса. Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические упругие волны. Квантование колебаний решетки. Нулевые колебания и фононы.Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоем-кость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности Колебания одноатомной одномерной цепочки . Колебания двухатомной линейной цепочки. Оптические фононы Носители заряда в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Квантовое вырождение и понятие о ферми-жидкости. Квантовая теория проводимости металлов и сильновырожденных полупроводников. Энергия и поверхность Ферми. Кинетические процессы в электронном газе. Закон Ома Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода.	Контрольные работы РГЗ, разделы. 1-5, 7- 22..	Экзамен, вопросы. 7- 18, 20-39, 41-46.

		Эффекты Джозефсона. Теория Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть.. Пирозлектрики и сегнетоэлектрики Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела. Фазовые переходы и дальний порядок. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Магнетизм атомов и кристаллов. Намагниченность и восприимчивость. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, Обменное взаимодействие. Температуры Кюри и Нееля. Магнитная анизотропия. Домены. Гистерезис. Спиновые волны и магноны. Электрон в периодическом поле кристаллической решётки. Блоховская волновая функция. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве. Условия Борна-Кармана. Полосатый спектр электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов. Приближение слабой и сильной связи. Эффективная масса носителей заряда. Электроны и дырки. Электронная теория металлов.		
ПК.1/НИ способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	у14. владеть навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики	Волны спиновой плотности. Магноны Дальний порядок и беспорядок в конденсированных системах. Беспорядок замещения и топологический структурный беспорядок. Квазикристаллы Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. . Поляроны. Поляритоны Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические упругие волны. Квантование колебаний решетки. Нулевые колебания и фононы. Теплоемкость	Контрольные работы РГЗ, разделы.1-13, 20-22.	Экзамен, вопросы.1-5, 7-18, 21, 23-24, 26, 35-41, 46.

		твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности. Носители заряда в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Квантовое вырождение и понятие о ферми-жидкости. Квантовая теория проводимости металлов и сильновырожденных полупроводников. Энергия и поверхность Ферми. Кинетические процессы в электронном газе. Закон Ома. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона. Теория Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть.. Приближение слабой и сильной связи. Основы зонной теории твердого тела. Фазовые переходы и дальний порядок. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Магнетизм атомов и кристаллов. Намагниченность и восприимчивость. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма.		
--	--	--	--	--

		Природа парамагнетизма. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, Обменное взаимодействие. Температуры Кюри и Нееля. Магнитная анизотропия. Домены. Гистерезис. Спиновые волны и магноны. Электрон в периодическом поле кристаллической решётки. Блоховская волновая функция. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве. Условия Борна- Кармана. Полосатый спектр электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов. Приближение слабой и сильной связи. Эффективная масса носителей заряда. Электроны и дырки.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ. Экзамен проводится в устной форме, по билетам, составленным из вопросов, приведенных в паспорте экзамена, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с

освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Физика конденсированного состояния», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-23, второй вопрос из диапазона вопросов 24-46 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Физика конденсированного состояния»

1. Физика конденсированного состояния вещества и физика твердого тела. Связь атомов в решетке.
2. Квантовая теория проводимости металлов и сильно вырожденных полупроводников.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, не знает основные теории и приближения физики конденсированного состояния вещества, не имеет представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой, оценка составляет до 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, знает основные теории и приближения физики конденсированного состояния вещества, имеет представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой оценка составляет 20-

26 балла.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, умеет оценивать пределы применимости основных теорий и приближений физики конденсированного состояния, способен провести теоретико-математический анализ данного явления и качественно объяснить состояния в твердом теле с помощью соответствующих квантово-механических моделей, оценка составляет 27-33 балла.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен провести теоретико-математический анализ определенных процессов и качественно объяснить состояния в твердом теле с помощью соответствующих квантово-механических моделей, приводит конкретные примеры из практики, знает основные направления исследований в области физики конденсированного состояния, оценка составляет 34-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика конденсированного состояния»

1. Физика конденсированного состояния вещества и физика твердого тела. Связь атомов в решетке.
2. Симметрия и структура кристаллов. Геометрия кристаллической решётки. Ячейка Вигнера –Зейтца.
3. Обратная решетка и её свойства. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве
4. Дифракция в твердых телах. Условие Вульфа-Брэгга. Уравнения Лауэ.
5. Неупорядоченные системы. Дальний порядок и беспорядок в конденсированных средах. Квазикристаллы.
6. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах. Дислокации
7. Динамика кристаллической решётки. Колебания одноатомной одномерной цепочки атомов. Уравнение движения и закон дисперсии.
8. Динамика кристаллической решётки. Колебания двухатомной одномерной цепочки атомов. Уравнение движения и закон дисперсии.
9. Квантование колебаний кристаллической решетки. Нулевые колебания и фононы
10. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна.
11. Теплоемкость кристаллической решетки. Теория теплоемкости Дебая. Акустические и оптические упругие волны.
12. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.
13. Электрон в периодическом потенциале кристаллической решётки. Теорема Блоха. Блоховская волновая функция.
14. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Граничные условия Борна- Кармана
15. Полосатый спектр энергии электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов
16. Приближение сильной связи
17. Приближение почти свободных электронов
18. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки

19. Классификация кристаллов по типу проводимости: металлы, полуметаллы, полупроводники, диэлектрики с точки зрения зонной теории.
20. Электронный газ в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Определение разрешенных состояний.
21. . Вырожденный квантовый электронный газ. Энергия и поверхность Ферми
22. . Классическая теория проводимости металлов. Недостатки классической теории проводимости металлов.
23. Квантовая теория проводимости металлов и сильно вырожденных полупроводников
24. Кинетическое уравнение Больцмана и закон Ома с точки зрения квантовой теории проводимости.
25. Механизмы релаксации электронов
26. Теплопроводность металлов. Закон Видемана- Франца
27. Фазы и фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Роль флуктуаций
28. Намагниченность и восприимчивость. Магнитные свойства атомов и твердых тел. Классификация магнитных материалов
29. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм Ландау
30. Природа парамагнетизма. Закон Кюри-Вейса
31. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Гистерезис. Роль обменного взаимодействия
32. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейса
33. Классическая теория парамагнетизма Ланжевена
34. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики
35. Волны спиновой плотности. Магноны
36. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках.
37. Магнитные свойства сверхпроводников I и II рода. Теория Гинзбурга-Ландау.
38. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона.
39. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре.
40. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости
41. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть. Квантовые кристаллы
42. Локальное поле и диэлектрическая проницаемость. Поле Лоренца
43. Механизмы электрической поляризуемости молекул. Уравнение Клаузиуса-Моссотти.
44. Диэлектрики в переменном электрическом поле. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Дисперсия диэлектрической проницаемости
45. Оптические свойства ионных кристаллов.
46. Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. Поляроны и поляритоны

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Физика конденсированного состояния», бсеместр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам Силы связи в твердых телах, Структура кристаллической решетки. Обратная решетка. Индексы Миллера. Дефекты и дифракция в кристаллах, Колебание решетки и тепловые свойства твердых тел, Электрические свойства твердых тел и основы зонной теории, Магнитные свойства твердых тел и фазовые переходы, один вариант включает 3 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент при решении всех задач допускает принципиальные ошибки. Оценка составляет до 10 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент при решении двух задач допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные. Оценка составляет 11-13 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студент при решении одной задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные. Оценка составляет 14-16 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Задание 1 Известно, что в кристалле, в котором связи обусловлены силами Ван-дер-Ваальса, равновесное межатомное расстояние $r_0 = 1,50 \text{ Е}$, а энергия на 10% меньше, чем в случае, когда учитываются только силы

притяжения. Чему равна характерная длина ρ , входящая в выражение:
$$U = -\frac{A}{r^6} + B \exp\left(-\frac{r}{\rho}\right)$$

Задание 2 Найти индексы плоскостей, проходящих через узловые точки кристаллической решетки с координатами $9; 10; 30$, если параметры решетки $a = 3$, $b = 5$ и $c = 6$

Задание 3 Определить величину квазиимпульса фонона соответствующего частоте $\omega = 0,1\omega_{\text{max}}$. Усредненное значение скорости звука в кристалле $\langle v \rangle = 1380 \text{ м/с}$, характеристическая температура Дебая $\theta_D = 100\text{К}$. Дисперсией звуковых волн в кристалле пренебречь.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Физика конденсированного состояния», 6 семестр

1. Методика оценки

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, провести теоретико-математический анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей, обсудить возможности практических применений свойств данного объекта.

Обязательные структурные части РГЗ.

- Введение
- Основная часть
- Выводы и заключение
- Список литературы

Оцениваемые позиции: основная часть, в которой должен быть анализ объекта диагностирования, теоретико-математический анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей и выводы и заключения в которых должны содержаться сведения о возможности практических применений свойств данного объекта

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, отсутствует анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей, оценка составляет до 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, не выполнен теоретико-математический анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей оценка составляет 11-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, выполнен теоретико-математический анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей, показана практическая значимость и возможность практического применения данного материала, оценка составляет 14-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, выполнен теоретико-математический анализ свойств объекта с помощью соответствующих квантово-механических моделей, проведен анализ пределов применимости той или иной модели, выявлены проблемы и предложены методы решения, обсуждено практическое применение данного материала (явления), приведены основные направления исследований в рассматриваемой области, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами

балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Аморфные полупроводники, диэлектрики и металлы.
2. Фуллерены и соединения на основе углерода.
3. Фотонные кристаллы и их свойства.
4. Туннельные явления в сверхпроводниках.
5. Фононы и ротонны в жидком гелии. Природа сверхтекучести.
6. Метод Харрисона построения поверхностей Ферми. (построить на примере Pb).
7. Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта.
8. Экситоны в низкоразмерных полупроводниковых структурах.
9. Экситоны в гетероструктурах полупроводник-диэлектрик.
10. Экситонный диэлектрик.
11. Поляроны в металлах и полупроводниках.
12. Поляроны в ионных кристаллах.
13. Плазмоны в металлах и их взаимодействие с решеткой.
14. Термоэлектрические эффекты в джозефсоновских переходах II рода со слабым пиннингом.
15. Жидкие кристаллы и полимеры.
16. Органические проупроводники и их применение.
17. Пирозлектрики: свойства и применение.
18. Сегнетоэлектрики: свойства и применение.
19. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости.
20. Флуктуоны: подвижность и эффективная масса. Влияние на свойства полупроводника.
21. Квантовые кристаллы. Вакансионны в квантовых кристаллах.
22. Фрактальные кластеры и их свойства.