

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий

**Программа вступительного испытания в аспирантуру
по специальной дисциплине**

научная специальность:

1.3.8 Физика конденсированного состояния

(шифр и наименование научной специальности)

Краснодар
2025

1. Общие положения

Прием вступительных испытаний регламентирован Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет».

2. Цели вступительных испытаний

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способности лиц, поступающих в аспирантуру.

3. Структура вступительного испытания

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух частей: собеседования по предполагаемой тематике диссертационного исследования с учетом представленных публикаций (подготовленного поступающим реферата по планируемой тематике исследования) и экзамена по специальной дисциплине.

4. Процедура проведения вступительного испытания

В первой части абитуриент рассказывает о направлении своих исследований и предполагаемой теме диссертации. Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования проводится на основе подготовленного поступающим реферата. Реферат представляется в экзаменационную комиссию в сроки, указанным в расписании вступительных испытаний.

Во второй части оценивается теоретическая подготовленность абитуриента. Экзамен по специальной дисциплине принимается устно по билету. Экзаменационные билеты формируются из перечня вопросов, представленных в программе вступительного испытания. Абитуриенту предоставляется 10-15 минут на ответ.

Экзамен и собеседование проводится на русском языке.

По предварительному согласованию с абитуриентом экзамен и собеседование может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий.

5. Содержание вступительного испытания по специальной дисциплине

1. Механика

Движение материальной точки и системы материальных частиц в механике Ньютона. Интегралы движения и законы сохранения. Движение в центральном поле. Общее решение задачи 3-х тел в квадратурах. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Движение при наличии связей. Уравнение Лагранжа 1-го и 2-го рода. Интегралы движения и законы сохранения. Принцип наименьшего действия. Теорема Нетер. Собственные (линейные) колебания механических систем. Нормальные координаты. Нелинейные колебания. Функция Лагранжа

твёрдого тела. Тензор инерции.

Канонические уравнения (Гамильтона). Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Метод Гамильтона - Якоби. Адиабатические инварианты.

Замкнутая система уравнений гидродинамики. Тензоры деформаций и напряжений. Интегралы Бернулли и Коши. Уравнение Навье – Стокса для вязкой жидкости. Ударные волны.

2. Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика

Термодинамические (ТД) потенциалы и их свойства. Условия ТД-равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.

Смешанное состояние. Матрица плотности. Канонические распределения Гиббса. Переход к статистической механике классических систем. Идеальный и неидеальный газ. Вириальное разложение. Системы с кулоновским взаимодействием. Дебаевское экранирование. Идеальные газы Ферми и Бозе и их ТД-свойства. Теплоемкость двухатомного газа. Равновесное излучение. Формула Планка. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.

Квази-ТД теория флуктуаций. Случайный стационарный марковский гауссовский процесс и его временная корреляционная функция. Уравнение Смолуховского и уравнение Фоккера-Планка.

Кинетические уравнения Больцмана. Н-теорема. Уравнение Власова. Плазменные волны. Затухание Ландау.

3. Электродинамика

Уравнения Максвелла в вакууме. Уравнения для потенциалов при калибровке Лоренца. Разложение потенциалов электромагнитного поля для стационарных систем по мультиполям. Решение уравнений для потенциалов в виде запаздывающих потенциалов. –

Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении, интенсивность и угловое распределение, поляризация. Радиационное трение. Рассеяние электромагнитных волн на зарядах.

Законы преобразования плотностей заряда и тока, потенциалов и полей при преобразованиях Лоренца. Преобразования частоты и волнового вектора электромагнитной волны, эффект Доплера. Законы преобразования энергии и импульса, связь энергии, импульса, массы и скорости релятивистской частицы. Функции Лагранжа для электромагнитного поля при заданных зарядах и токах. Уравнение движения релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Уравнения Максвелла в среде, материальные уравнения и граничные условия. Пространственная и временная дисперсии. Закон сохранения энергии в электродинамике покоящихся тел.

Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике, основные уравнения и границы применимости. Скин-эффект.

Дисперсия диэлектрической проницаемости, физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Формула Крамерса – Кронига.

Излучение Вавилова – Черенкова.

4. Оптика

Основы электромагнитной теории света. Волновое уравнение. Энергия и импульс оптических волн, световое давление. Поляризация света. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля, интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Дифракционная теория формирования изображений.

Дисперсия света. Рассеяние света. Распространение оптических волн в анизотропных средах.

Основы теории излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система, спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейно-волновые явления: генерация гармоник и комбинационных частот, самовоздействие.

5. Квантовая физика

Постоянная. Планка и ее экспериментальное определение. Опыт Штерна и Герлаха. Уравнение Шредингера и его свойства. Законы изменения и сохранения физических величин. Принцип неопределенности Гейзенберга. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности, определение физических величин в чистом и смешанном состояниях. Энергетические спектры гармонического осциллятора и атома водорода в нерелятивистском приближении; спектр углового момента. Туннельный эффект.

Первый порядок теории возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффект Штарка. Сечение упругого рассеяния частиц в борновском приближении. Роль обменных эффектов при рассеянии тождественных частиц.

Гамильтонова и ковариантная форма уравнения Дирака, его свойства. Тонкая структура атома, лэмбовский сдвиг уровней, эффект Зеемана.

Система тождественных частиц, симметричные и антисимметричные состояния. Молекула водорода, силы Ван-дер-Ваальса.

Вторичное квантование в случае Бозе- и Ферми-частиц; оператор Гамильтона в представлении вторичного квантования. Вторичное квантование свободного электромагнитного поля; интенсивности излучения и поглощения фотонов в дипольном приближении. Простейшие диаграммы Фейнмана и сопоставление им матричных элементов. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.

6. Ядерная физика

Опыт Резерфорда. Состав, размер и форма ядра. Энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов. Альфа-, бета- и гамма-радиоактивность. Синтез и деление ядер. Ядерная энергия. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия. Изоспин. Модель ядерных оболочек. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.

Ядерные реакции. Прямые реакции и составное ядро. Ускорители и детекторы частиц.

Элементарные частицы. Классификация и систематика частиц.

Фундаментальные взаимодействия. Их константы, радиусы и переносчики. Сильные взаимодействия. Адроны. Кварки. Кварковая структура адронов. Глюоны. Слабые взаимодействия и нейтрино.

Дискретные симметрии. Зарядовое сопряжение, пространственная инверсия, обращение времени (С. Р. и Т) Объединение взаимодействий. Эволюция и состав Вселенной. Космические лучи.

7. Физика конденсированного состояния

1 Силы связи в твердых телах

Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.

2 Симметрия твёрдых тел

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. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

3. Дефекты в твердых телах

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

4. Дифракция в кристаллах

Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

5. Колебания решетки

Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний.

Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

6. Тепловые свойства твердых тел.

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.

7. Электронные свойства твердых тел

Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

8. Магнитные свойства твердых тел

Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри - Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел

Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и

Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

10.Сверхпроводимость

Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

6. Требования к реферату по специальной дисциплине

Реферат по специальной дисциплине должен показать исследовательский потенциал абитуриента, его подготовленность к выполнению научно-исследовательской программы аспирантуры.

Объем реферата не должен превышать 10 страниц машинописного текста через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman, номер 14; размеры полей: верхнее и нижнее - 2 см, левое - 3 см, правое - 1,0 см, выравнивание по ширине.

Реферат должен содержать краткий обзор литературы (состояние вопроса) по предмету исследования, формулировку и обоснование проблемы: ее актуальность, фундаментальные и прикладные аспекты, степень разработанности.

В текст реферата могут быть включены схемы, таблицы, рисунки, приложения.

Структура реферата:

- титульный лист (см. Приложение);
- введение (актуальность, цель, задачи, методы исследования);
- проблемы исследования, ожидаемые результаты;
- заключение (выводы);
- список литературы;
- список опубликованных и направленных в печать статей, и материалов (при наличии).

В реферате автор должен показать знание текущего состояния исследований в выбранной научной области, умение анализировать литературные источники, делать выводы о перспективах предполагаемого исследования.

7. Описание шкал оценивания

Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 5-балльной шкале.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата оценивается по 5-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение каждой части вступительного испытания, устанавливается равным 3 баллам. Результирующая оценка за вступительное испытание по

специальной дисциплине складывается из оценки за экзамен по специальной дисциплине и оценки за собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата. Максимальное количество баллов по специальной дисциплине равно 10 баллам.

Шкала оценивания экзамена по специальной дисциплине

Оценка / Баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
1	Нет ответа.
2	Нет понимания предмета.
3	Ответ с грубыми ошибками, имеются неточности, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
4	В целом положительный ответ с незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос.
5	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы.

Шкала оценивания собеседования по реферату

Оценка / Баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
1	Содержание не соответствует теме реферата, материал не систематизирован и не структурирован, основные понятия проблемы не раскрыты; в постановке проблемы нет самостоятельности; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
2	Содержание не соответствует теме реферата, материал плохо систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы не раскрыты; в постановке проблемы нет самостоятельности; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
3	Содержание соответствует теме реферата, но основные понятия проблемы не раскрыты; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение

	обобщать, нет ссылок на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
4	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; в постановке проблемы присутствует новизна; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата
5	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты полностью и глубоко; в постановке проблемы присутствует новизна и самостоятельность; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата

3. Источники для подготовки к экзамену

а) основная литература:

1. Зубчанинов, В. Г. Механика процессов пластических сред/ Зубчанинов, Владимир Георгиевич; В. Г. Зубчанинов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 352 с., [2] л. портр. : ил. - Библиогр.: с. 342-352. - ISBN 9785922112352 11
2. Колесников, Ю. В. Механика контактного разрушения / Колесников, Юрий Васильевич, Е. М. Морозов; Ю. В. Колесников, Е. М. Морозов. - Изд. 4-е. - Москва: URSS: [Изд-во ЛКИ], 2012. - 222 с. - Библиогр.: с. 183-219. - ISBN 9785382013404.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 5, Ч.1 Статистическая физика. М.: Физматлит, 2010. 616 с.
4. Иванов, А. Е. Электродинамика: учебник / Иванов, Анатолий Ефимович, С. А. Иванов; А. Е. Иванов, С. А. Иванов. - Москва: КНОРУС, 2012. - 565 с.- Библиогр.: с. 565. - ISBN 9785406014851.
5. Муромцев Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн: [учебное пособие]/ [Д. Ю. Муромцев и др.]. - Изд. 2-е, доп. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. - 448 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 440-441. - Авт. указаны на обороте тит. листа. - ISBN 9785811416370.
6. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2010. 848 с.
7. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 т.]. Т. 2 / Салех, Бахаа Е. А., М. Тейх; Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 780 с., [8] л. ил. : ил. - ISBN 9785915591355. - ISBN 9780471358329.
8. Ищенко Е.Ф., Соколов А.Л. Поляризационная оптика. М.: Физматлит, 2012. 456 с.
9. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: [учебное пособие для вузов]/ Иродов, Игорь Евгеньевич; И. Е. Иродов. - 3-е изд., стер. -М.: БИНОМ.

- Лаборатория знаний, 2010. - 256 с. - (Общая физика). - ISBN 9785996302826.
10. Неволин В.К. Квантовая физика и нанотехнологии. / Неволин В.К.; - 2-е. изд. - М.: РИН «Техносфера». 2013. - 128с. -ISBN: 9785948363615.
 11. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. / Барсуков О.А. - М.- ФИЗМАТЛИТ, 2011.- 560с.-ISBN 9785922113069.
 12. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки./ Шпольский Э.В., - 6-е изд. - Лань, 2010. 448с. -ISBN 9785811410064.
 13. Алтунин, К.К. Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие, ч.1. Микроскопические уравнения электродинамики / Алтунин К.К., - 2-е изд. -М.: Директ-Медиа. -2014.- 82с. -ISBN: 9785447503222.
 14. Степанова, В.А. Физика. Волновая и квантовая оптика / Степанова А.А.- МИСИС- 2012.-51с.- ISBN: 9785876236548.
 15. Чупрунов Е.В. Симметрия и псевдосимметрия кристаллов / Е.В. Чупрунов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, Нац. исслед. ун-т. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2015. - 658 с.
 16. Исаев В.А. Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография / В.А. Исаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2015. - 172 с.
 17. Третьяк Д.Н. Квантовая теория низкоразмерных систем: монография / Д.Н. Третьяк, Е.Н. Тумаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2015. - 212 с.
 18. Морозов А.И. Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 213 с.
 19. Ищенко А.А. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества / А.А. Ищенко, Г.В. Гиричев, Ю.И. Тарасов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 614 с.
 20. Осадько И.С. Флукутирующая флуоресценция наночастиц / И. С. Осадько. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 316 с.
 21. Василевский А.С. Физика твердого тела. Москва: Дрофа, 2010 Учебное пособие для вузов. 210 стр.
 22. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М., ФИЗМАТЛИТ, 2007 г., 632 с.
 23. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика. Конденсированные состояния. Уч. пособие. Издательство: ЛКИ, 2008. Твердый переплет. 336 с.

б) дополнительная литература:

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978. 791с
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969. 280с.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974. 472с.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.

494с.

6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971. 1032с.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977. 672с
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000. 402с
9. Многоходовые системы в оптике и спектроскопии / Чернин, Семен Моисеевич; Чернин С. М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 239 с.
10. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта / / Дмитриев, Валентин Георгиевич.; В. Г. Дмитриев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 256 с.
11. Оптика анизотропных сред / Федоров, Федор Иванович; Ф. И. Федоров. - Изд. 2-е, испр. - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 380 с.
12. Физика лазера / Тарасов, Лев Васильевич; Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: URSS: [ЛИБРОКОМ], 2010. - 439 с.
13. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов. – СПб.: Лань, 2002. - 424с.
14. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики-2-е изд.-МИСИС, 2007.-432с.
15. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич ; предисл. Л. А. Грибова. - 5-е изд. - Москва: URSS : ЛИБРОКОМ, 2008. - 527 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-397-00055-0
16. Васильев А.Н., Михайлин В.В. Введение в спектроскопию твердого тела. Москва, Янус-К, 2000, 415с
17. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов. -СПб.: Лань, 2002.-424с.
18. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники.-СПб.: Лань, 2001.-271с.
- 19.

в) *интернет - ресурсы:*

Электронные библиотечные системы:

<http://e.lanbook.com/> <http://www.sciencedirect.com/> <http://www.scopus.com/>
<http://www.nature.com/siteindex/index.html> <http://www.scirus.com>
<http://www.elibrary.ru/> <http://iopscience.iop.org/> <http://online.sagepub.com>
<http://scitation.aip.org> <http://www.annualreviews.org/ebvc>
<http://www.uspto.gov/patft/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Реферат
по специальной дисциплине
1.3.8 Физика конденсированного состояния

(шифр и наименование научной специальности)

Тема: _____

Выполнил:
_____ Ф.И.О.

Краснодар
2026