

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

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

научная специальность:

**1.3.6 Оптика**

---

(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 твёрдо-го 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.

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. Вирьяльное 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. H-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 отсутствии 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. Специальные разделы волновой и квантовой оптики***

Основные свойства электромагнитных волн.

Отражение и преломление электромагнитных волн. Законы отражения и преломления электромагнитных волн. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения. Отражение электромагнитной волны от поверхности металла.

Элементы оптики кристаллов. Распространение электромагнитной волны в анизотропной среде. Вращение плоскости поляризации.

Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Фабри-Перо.

## **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. Поляризация 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.-5 лс.- ISBN: 9785876236548.

*б) дополнительная литература:*

1. Беспалов В.Г. Основы оптоинформатики: учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006.
2. Гринев А.Ю. Основы радиооптики. - М.: Сайнс-Пресс, 2003. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 1999.
3. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М.: Радио и связь, 2000.
4. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М.: Техносфера, 2003
5. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005.
6. Ермаков О. Прикладная оптоэлектроника. Техносфера, 2004
7. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. - СПб.: Питер, 2007.
8. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов. - М.: Техносфера, 2006.
9. Ушаков В.Н. Оптические устройства в радиотехнике. М.: Радиотехника, 2005.-240с.
- 10.Гринёв А.Ю. Основы радиооптики.-М.: Сайнс-Пресс, 2003.
- 11.Месхеде П. Современная оптика и нанофотоника.-М.: Интеллект, 2008.
- 12.Салех Б., Тейх М. Основы фотоники.-М.: Интеллект, 2008.
- 13.Сойфер В.А. Методы компьютерной оптики.-Издание 2.-М.:Изд. группа URSS, 2003.-6SSc.
- 14.Дмитриев А.Л. Оптические методы обработки информации: Уч.пос. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005.

15. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта. Уч.по. в 2-х т. - т.1 Основы оптических информационных технологий и теории искусственных нейронных сетей.-СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - т.2 Когнитивные системы и оптические логические процессы. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008.
16. Дмитриев А.Л. Оптические методы обработки информации-Уч.пос.-СПб.:СПбГУ ИТМО, 2005.
17. Акаев А. Оптические методы обработки информации- СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005.-240с.
18. Ермаков О.Н. Прикладная оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004.- 416с.
19. Беспалов В.Г., Крылов В.Н. Основы оптоинформатики.-Уч.пос. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008.
20. Белов П.А. Оптические процессоры: достижения и новые идеи- Сб. «Проблемы когерентной и нелинейной оптики» под ред. И.П. Гурова. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006.
21. Розенштер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника.-М.: Техносфера, 2004.- 592с.
22. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов. -СПб.: Лань, 2002.-424с.
23. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники.-СПб.: Лань, 2001.-271с.
24. Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и нанооптоэлектроники.- М.: Техносфера, 2007.
25. Янг М. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы.-М.: Мир, 2005.-544с.
26. Гончаренко А.М., Карпенко В.А. Основы теории оптических волноводов.- Изд.2.-Издательская группа URSS, 2004.-240с.
27. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах под ред. Нефедова В.И.-М.: Высш.школа, 2005.
28. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоэлектронных сетей связи.-М.: Радио и связь, 2003.
29. Боридько С.И. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. -М.: Вильяме, 2004.-640с.
30. Бакланов И.Г. Технологии измерений первичной сети. ч.1 Системы E1, PDH, SDH.-М.: Эко-Трендз, 2002; ч.2 Системы синхронизации В- ISDN, ATM:-М.: Эко-Тренд, 2002.
31. Веселовский К. Системы подвижной радиосвязи- М.: Радио и связь, 2006.- 460с.
32. Зыряев А.В. Защита информации в сетях мобильной связи - М.: Гор.линия - телеком, 2005.
33. Ипатов В.П. Системы мобильной связи- М.: Гор.линия - телеком, 2003.
34. Комашинский В.И. Системы подвижной радиосвязи с пакетной передачей информации. Основы моделирования.-Радиосвязь, 2007.-176с.
35. Маковеева М.М., Максимов А.В. Система связи с подвижными объектами. -М.:Радиосвязь, 2009.-440с.
36. Ларкин А.И. Когерентная фотоника-Бином.ЛЗ, 2007.-319с.
37. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики.-2-е изд.-ИИИСИС, 2007.-

432с.

38. Еrsaков О. Прикладная оптоэлектроника.-М.: Техносфера, 2004.-416с.

39. Дмитриев В.Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта.-М.: Физматлит, 2003.-256.

40. Рыжонков Д.И. Наноматериалы.-Бином, ЛЗ, 2008.-365с.

41. Дубровский В.Г. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур.- Серия «Фундаментальная и прикладная физика».-М.:Физматлит., 2009.-352с.

42. Кожитов Л.В. Технология материалов микро- и наноэлектроники.- М.:МИСИС, 2007.-544с.

43. Кларк Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов.-М.: Техносфера, 2007.-376с.

44. Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники.- М.:Техносфера, 2007.-368с.

45. Маломед Б.А. Контроль солитонов в периодических средах.-М.: Физматлит., 2009.-192с.

*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  
**1.3.6 Оптика**

---

(шифр и наименование научной специальности)

**Тема:** \_\_\_\_\_

Выполнил: \_\_\_\_\_ Ф.И.О.