

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан \_\_\_\_\_ Матросов В.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

**1.3.19 ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА**

Нижегород  
2022 год

## **1. Структура вступительного испытания**

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух частей: экзамена по специальной дисциплине (оценивается по 10-балльной шкале) и собеседования по тематике предполагаемого диссертационного исследования (оценивается по 10-балльной шкале).

Программа вступительного испытания сформирована на основе ФГОС ВО магистратуры и/или специалитета по соответствующим направлениям/специальностям.

## **2. Процедура проведения вступительного испытания**

Экзамен по специальной дисциплине принимается устно по билетам. Каждый билет содержит 2 вопроса.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования проводится на основе подготовленного поступающим реферата.

## **3. Содержание вступительного испытания**

### **3.1. Содержание экзамена по специальной дисциплине**

#### **Линейная оптика**

Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Теорема Пойнтинга. Дисперсия. Кристаллооптика. Приближение геометрической оптики. Матричная оптика. Дифракция света. Квазиоптическое (параксиальное) приближение при описании световых пучков. Рассеяние света. Когерентность световых волн. Волны в пространственно-периодических средах.

#### **Взаимодействие лазерного излучения с веществом**

Основные механизмы оптической нелинейности. Тензор нелинейно-оптической восприимчивости. Уравнения для связанных волн в нелинейной среде. Генерация гармоник в среде с квадратичной нелинейностью. Параметрическое усиление и генерация. Вынужденное рассеяние. Обращение волнового фронта при вынужденном рассеянии световых пучков. Четырехволновое взаимодействие световых пучков в нелинейных средах. Самовоздействие световых пучков. Неустойчивость плоской волны в среде с кубической нелинейностью. Одно- и многофотонная ионизация атомов и молекул. Туннельная и надбарьерная ионизация атомов и ионов. Пробой газов лазерным излучением. Атом в сверхсильном поле.

#### **Физика лазеров**

Переходы в атоме с участием электромагнитного излучения. Механизмы уширения спектральных линий. Эффекты насыщения усиления и поглощения. Коэффициент усиления непрерывного усилителя. Коэффициент усиления импульсного усилителя. Открытые резонаторы. Стационарная генерация. Уравнение для разности населенностей для 3-х-уровневой модели. Уравнение для разности населенностей для 4-х-уровневой модели. Уравнение для интенсивности поля в резонаторе. Время установления стационарного режима и релаксационная частота для 4-х-уровневой модели. Модуляция добротности. Генерация на двух и более продольных модах. Селекция мод. Газовые лазеры. Твердотельные лазеры. Когерентное взаимодействие света с двухуровневой средой. Усиление фемтосекундных импульсов и способы получения сверхсильных оптических полей. Методы измерения параметров фемтосекундных импульсов.

### **3.2. 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.

Реферат представляется в экзаменационную комиссию в сроки и по адресам, указанным в расписании вступительных испытаний, опубликованном на сайте <http://priem-phd.unn.ru/>.

#### **4. Описание шкал оценивания**

Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 10-балльной шкале.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата оценивается по 10-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение каждой части вступительного испытания, устанавливается равным 6 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.

#### **Шкала оценивания экзамена по специальной дисциплине**

<b>Оценка, баллы</b>	<b>Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой</b>
1	Нет ответа.
2	Нет понимания предмета.
3	Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
4	Ответ с 3-мя и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос.
5	Ответ с 2-мя грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
6	В целом положительный ответ с 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос.
7	В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками, умение сопоставить теоретические знания. Умение правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией как минимум из одного источника

	основной литературы.
8	В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями, умение сопоставить теоретические знания. Свободное владение информацией из нескольких источников основной литературы.
9	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы.
10	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Иллюстрация ответа дополнительными примерами из собственных наблюдений и дополнительных источников информации.

### Шкала оценивания собеседования на основе реферата

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; неправильно оформлены ссылки на литературу; 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; неправильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
3	Содержание не соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован с недочетами, основные понятия проблемы раскрыты не полностью; в постановке проблемы отсутствует самостоятельность; правильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
4	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
5	Содержание соответствует теме реферата, но основные понятия проблемы не раскрыты; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, небрежно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
6	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; правильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
7	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата

8	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
9	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты полностью и глубоко; в постановке проблемы присутствует новизна; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы продемонстрировано умение обобщать, аргументировать основные положения и выводы; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата
10	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; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата

## 5. Источники для подготовки к экзамену

### *Основная литература.*

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Изд. 2-е. М.: Наука, 1973.
2. М.Б. Виноградова, О.В. Руденко, А.П. Сухоруков Теория волн. М.: Наука, 1979.
3. Звелто О. - Принципы лазеров: [монография]. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань, 2008. - 720 с.  
(Звелто О. - Принципы лазеров. - М.: Мир, 1990. - 558 с.)

### *Дополнительная литература.*

1. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики. М.: Физматлит, 2008, 208 с.
2. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. М., 1970
4. Желтиков А.М., Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 294с.
5. Желтиков А.М., Микроструктурированные световоды в оптических технологиях - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 191с.
6. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2009. -208 с.

Составитель: \_\_\_\_\_ /Бакунов М.И./

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета (дата \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_ протокола).

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_ /

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

(факультет/институт)

---

## **Реферат по специальной дисциплине**

### **1.3.19 Лазерная физика**

**Тема:** \_\_\_\_\_

Выполнил:

\_\_\_\_\_ Ф.И.О.

Нижегород

202\_\_