

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан РФФ  А.Г. Коротаев
« 30 » _____ 2025 г.


ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3.6. Оптика

шифр и наименование научной специальности

Авторы-разработчики:

Самохвалов И.В. - д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры оптико-электронных систем и дистанционного зондирования Радиофизического факультета

Черепанов В.Н. - д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой оптики и спектроскопии Физического факультета

Согласовано:

Руководители ОП



И.В. Самохвалов

В.Н. Черепанов

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре научной специальности **1.3.6. Оптика** (далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена *письменно* в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена.

В соответствии с перечнем вопросов, установленных данной Программой,

составляется 10-12 экзаменационных билетов. Каждый билет содержит два вопроса из разных разделов Программы. Экзаменуемый случайным образом выбирает билет (очно или в дистанционном формате). Ответ даётся письменно и сдаётся комиссии (при очной форме), а при дистанционном формате экзамена время для ответа устанавливается 45 мин. и, затем, снимается на камеру и файл загружается на платформе «Среда электронного обучения iDO». Полученные ответы комиссия проверяет и выставляет оценку. Примерный вид билетов приведён ниже.

БИЛЕТ № 1

1. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение для диэлектриков. Плоские монохроматические волны.
2. Электронные, колебательные, вращательные спектры молекул (проиллюстрировать на примере двухатомных молекул). Принцип Франка-Кондона.

БИЛЕТ № 2

1. Вектор Пойнтинга. Интенсивность волнового пучка. Фазовая и групповая скорости света.
2. Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов.

БИЛЕТ № 3

1. Поляризация плоской гармонической волны. Виды поляризации. Устройства для анализа состояния поляризации светового пучка.
2. Уравнение лазерного зондирования в приближении однократного рассеяния.

БИЛЕТ № 4

1. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Граничные условия. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение.
2. Природа атмосферной турбулентности и её характеристики.

БИЛЕТ № 5

1. Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Закон Брюстера и его физическая интерпретация.
2. Характеристики волнового пучка в турбулентной атмосфере.

БИЛЕТ № 6

1. Интерференция двух волн. Пространственная и временная когерентность. Опыт Юнга.
2. Нелинейные эффекты при распространении оптического излучения в атмосфере.

БИЛЕТ № 7

1. Интерференция на плоскопараллельной пластине. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Двухлучевые интерферометры.
2. Почему облака, освещаемые прямым солнечным излучением белые?

БИЛЕТ № 8

1. Дифракция волн (определение). Дифракционная модель Гюйгенса - Френеля. Зонная пластинка.
2. Явление многократного рассеяния; уравнение переноса излучения.

БИЛЕТ № 9

1. Дифракционная модель Кирхгофа (интеграл Кирхгофа). Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракция на прямоугольном отверстии и на щели.
2. Закон Бугера для рассеивающих и поглощающих сред.

БИЛЕТ № 10

1. Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Закон Стокса-Ломмеля. Закон Вавилова.
2. Почему небо голубое, а диск Солнца на закате красный?

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

- очно для абитуриентов находящихся в г. Томске;
- дистанционно для абитуриентов за пределами г. Томска.

Для дистанционных вступительных испытаний используются платформа «Среда электронного обучения iDO» и программы для организации видеоконференций (Яндекс Телемост, Контур.Толк и другие). Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности в НИ ТГУ создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом каждого экзамена при помощи веб-камеры поступающего проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (поступающий показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзамена, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и формирования экзаменационных билетов.

1. Основные фотометрические величины и единицы их измерения (энергетические и световые).
2. Излучение абсолютно-черного тела. Формула Планка и выводы из нее.
3. Интерференция двух монохроматических волн. Пространственная и временная когерентность.
4. Двухлучевые интерферометры. Основные идеи Фурье-спектроскопии.
5. Многолучевая интерферометрия. Интерферометр Фабри - Перро.
6. Основные принципы голографии.
7. Общая схема и основные характеристики классического спектрального прибора: дисперсия, разрешающая сила, нормальная ширина щели.
8. Квантовомеханическое описание атома водорода. Квантовые числа и энергии стационарных состояний.

9. Векторная схема сложения угловых моментов при L-S связи. Спектры атомов и ионов с одним валентным электроном.
10. Сверхтонкая структура спектральных линий.
11. Расщепление линий в магнитном поле: эффект Зеемана и Пашена - Бака.
12. Линейный и квадратичный эффект Штарка.
13. Естественная ширина линии. Доплеровское уширение. Уширение, вызванное взаимодействием с частицами.
14. Вероятности оптических переходов (коэффициенты Эйнштейна, сила осцилляторов) и связь между ними.
15. Вращательные, колебательно-вращательные, электронно-колебательно-вращательные и сплошные спектры двухатомных молекул. Линия, ветвь, полоса, система полос, континуум.
16. Колебательные спектры молекул.
17. Фотофизические процессы в молекулах.
18. Люминесценция и ее основные законы.
19. Влияние среды и межмолекулярных взаимодействий на оптические спектры молекул.
20. Межмолекулярный перенос энергии. Комплексы с переносом заряда и их проявление в спектрах.
21. Основные законы фотохимии.
22. Элементарные процессы фотоионизации и их характеристики.
23. Молекулярная фотоэлектронная спектроскопия.
24. Описание состояний атомной системы, матрица плотности.
25. Явления пересечения уровней и антипересечения.
26. Магнитный резонанс, зависимость формы сигнала от мощности радиочастотного поля.
27. Магнитометры на атомных полях. Стандарты частоты.
28. Взаимодействие двухуровневой газовой среды с монохроматическим световым полем.
29. Взаимодействие монохроматической волны с трехуровневой газовой средой.
30. Нестационарные эффекты: оптическая нутация, затухание свободной индукции, световое эхо.
31. Определение лэмбовского и изотопического сдвигов, STC, фундаментальных констант методами лазерной спектроскопии.
32. Типы молекулярных спектров. Приближение Борна-Оппенгеймера.
33. Явление комбинационного рассеяния света.
34. Вращательные спектры двухатомных молекул. Интенсивности во вращательных спектрах поглощения.
35. Гармонический и ангармонический осцилляторы.

36. Колебательные и колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул. Обертоны.
37. Колебания многоатомных молекул. Нормальные колебания.
38. Колебательно-вращательные спектры линейных молекул.
39. Принцип Франка-Кондона. Диаграммы Фортра.
40. Точность и чувствительность фотометрических измерений. Абсолютные измерения фотометрических величин путем сравнения с излучением эталонных источников.
41. Голографическая интерферометрия.
42. Спин-орбитальное взаимодействие и спин электрона. Тонкая структура спектральных линий водородоподобных атомов и ионов.
43. Уравнение Шредингера для атома водорода.
44. Спектры атомов и ионов с двумя валентными электронами.
45. Возбуждение и дезактивация атомов и молекул при столкновениях. Сечения и константы скорости элементарных процессов, оптические функции возбуждения спектральных линий.
46. Газоразрядная плазма как объемный источник света. Роль реабсорбции и пленения излучения.
47. Инверсно-заселенная среда как усилитель света. Методы создания инверсной заселенности.
48. Основные типы оптических квантовых генераторов и их характеристики.
49. Основы полуклассической теории взаимодействия лазерного излучения с веществом

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	<i>Поверхностный ответ, наличие ошибок и пробелов в знаниях, нет чёткой аргументации.</i>

удовлетворительно	60-75	<i>Неполный ответ, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях</i>
хорошо	76-84	<i>Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.</i>
отлично	85-100	<i>Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений.</i>

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.