

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

Факультет/Институт

УТВЕРЖДАЮ
Декан РФФ  А.Г. Коротаев
« 26 »  2022г.

ПРОГРАММА

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

1.3.6 – ОПТИКА

Томск – 2022

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 по направлению подготовки: 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 обучение по PhD программе.

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 на платформе MOODLE). 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 сайт в MOODLE. 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 дистанционной формы проведения экзамена используются платформы Moodle и программы для организации видеоконференций: Zoom , Adobe Connect и другие. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом экзамена при помощи веб-камеры абитуриента проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (абитуриент 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, СТС, 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</i>

		<i>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.