

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт лазерной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИЛФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИЛФ СО РАН

д.ф.-м.н.

И.Ф. Шайхисламов

2023 г.



ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
1.3.19 ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

Новосибирск
2023

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (далее — специальная дисциплина) по научной специальности 1.3.19 Лазерная физика разработана и утверждена в соответствии с Федеральным закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ; Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014 N 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»; Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 «О порядке присуждения ученых степеней»; Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 N 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. N 1093»; Паспортом научной специальности 1.3.19 Лазерная физика; Уставом ИЛФ СО РАН.

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности аспирантов (соискателей) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Комиссия по приему кандидатского экзамена

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов, состав которой утверждается директором института.

Состав комиссии формируется из числа научных сотрудников института в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научные сотрудники других организаций.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

3. Допуск аспирантов (соискателей) к кандидатскому экзамену, порядок проведения экзамена

Допуск аспирантов к кандидатскому экзамену по специальной дисциплине осуществляется после изучения специальных дисциплин, предусмотренных программой аспирантуры. Допуск соискателей к сдаче кандидатского экзамена осуществляется после издания приказа о прикреплении для сдачи кандидатского экзамена.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.19 Лазерная физика проводится в устной форме и состоит из двух частей:

- экзаменационный билет, включающий в себя три теоретических вопроса;

- дополнительная программа, разрабатываемая научным руководителем и аспирантом, включающая вопросы, связанные с направлениями исследования аспиранта, а также последние достижения в соответствующей области науки и новейшую литературу.

Обучающийся должен показать знание современного состояния, проблем и перспектив развития соответствующей отрасли науки, место и значение проводимых им исследований.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 30 минут, время на подготовку к ответу – до 50 минут.

4. Перечень вопросов, вынесенных на кандидатский экзамен (билеты)

Билет 1

1. Оптические резонаторы. Спектр мод резонатора. Добротность резонатора. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Методы модуляции добротности резонатора лазера. Методы активной и пассивной синхронизации мод в лазере.

2. Возбуждение в кристаллах: фононы, поляритоны, экситоны. Основные нелинейные кристаллы.

3. Многофотонная диссоциация молекул в лазерном поле. Столкновительный и бесстолкновительный режим многофотонной диссоциации.

Билет 2

1. Основные типы лазеров. Классификация режимов лазерной генерации. Порог генерации. Стабилизация частоты генерации (активная и пассивная). Перестройка частоты лазерной генерации.

2. Спектроскопия насыщения неоднородных переходов. Двухфотонная спектроскопия, свободная от доплеровского уширения.

3. Основы адаптивной оптики: управление фазой световых колебаний в пространстве и во времени, формирование пучков и импульсов с заданной структурой.

Билет 3

1. Одно- и многофотонная ионизация атомов и молекул. Туннельная и надбарьерная ионизация атомов и ионов.

2. Волновая оптика световых пучков и импульсов: уравнение Максвелла, волновое уравнение, уравнение для медленно меняющихся амплитуд.

3. Лазерный нагрев вещества. Лазерное плавление и испарение поверхности. Лазерный отжиг и легирование полупроводников. Лазерная закалка металлов.

Билет 4

1. Резонансные процессы. Двухуровневый атом. Уравнение Блоха. Когерентные нестационарные процессы: осцилляции Раби, фотонное эхо.
 2. Генерация высоких оптических гармоник и суперконтинуума.
 3. Энергетические спектры электронов, ионов и рентгеновского излучения лазерной плазмы. Рентгеновские лазеры на основе лазерной плазмы.
-

Билет 5

1. Квантование электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Гамильтониан квантованного поля. Коммутационные соотношения для операторов поля.
 2. Отклик вещества на действие электромагнитного поля. Векторы поляризации и намагнитченности среды. Разложение поляризации в ряд по степеням поля. Временная (частотная) и пространственная дисперсия.
 3. Лазерные стандарты частоты. Физические принципы работы фемтосекундных оптических часов.
-

Билет 6

1. Лазерное охлаждение и захват атомов и ионов.
 2. Фотобиологические реакции: энергетические (фотосинтез), информационные (зрение), биосинтетические, деструктивно-модификационные (фотосенсибилизация, фотоионизация) и лазерные методы их изучения.
 3. Самовоздействие световых импульсов в средах с кубичной нелинейностью: самомодуляция, оптические солитоны, компрессия и расплывание. Формирование сверхкоротких импульсов методами фазовой самомодуляции и компрессии.
-

Билет 7

1. Уровни энергии атомов и молекул. Поглощение и испускание электромагнитного излучения. Вероятность спонтанных и индуцированных переходов.
 2. Влияние симметрии среды на нелинейный отклик. Механизмы поверхностного нелинейного отклика.
 3. Лазерная плазма. Лазерно-плазменное ускорение частиц.
-

Билет 8

1. Механизмы лазерного возбуждения звука. Фотоакустическая спектроскопия.
2. Волоконно-оптические линии связи. Волоконные лазеры.

3. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Группировка и антигруппировка фотонов. Счет фотонов. Дробовой шум.

5. Оценочные шкалы

Критерии выставления оценок на экзамене:

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
Отлично	Оценка «отлично» ставится аспиранту, проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний, умений и способному к их применению и обновлению в ходе последующего обучения и научно-исследовательской деятельности.
Хорошо	Оценка «хорошо» ставится аспиранту, проявившему хорошее знание программного материала по дисциплине, освоившему основную литературу и знакомого с дополнительной литературой, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их применению и обновлению в ходе последующего обучения и научно-исследовательской деятельности.
Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, проявившему знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей научно-исследовательской деятельности, знакомому с основной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» ставится аспиранту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине; не знакомому с основной литературой, допустившему фактические ошибки и неточности; отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы.

Вывод об уровне знаний принимается комиссией.

6. Литература

Основная литература

1. Звелто, Орацио. Принципы лазеров / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова [и др.] ; под науч. ред. Т. А. Шмаонова. - Изд. 4-е. - СПб[и др.]: Лань, 2008. - 719 с. : ил. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0844-3 (+ 1990, + 1984)
2. Быков В. П. Лазерная электродинамика : элементар. и когерент. процессы при взаимодействии лазер. излучения с веществом / В. П. Быков. - М.: Физматлит, 2006. - 384 с. - ISBN 5-9221-0665-1
3. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики: учеб. пособие / Бакланов Е. В. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 130 с.
4. Ходгсон Н., Вебер Х. — Лазерные резонаторы и распространение пучков. Основы, современные понятия и прикладные аспекты/ Издательство "ДМК Пресс" 978-5-97060-176-1 2017
5. Ахманов С. А. Физическая оптика : [учеб. для вузов по направлению и специальности "Физика"] / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. - 2-е изд. - М.: Изд-во Моск. университета: Наука, 2004. - 654 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-211-04858-X
6. Раутиан С. Г. Введение в физическую оптику / С. Г. Раутиан. - М.: URSS, 2009. - 253 с. - ISBN 978-5-397-00459-6
7. Дубнищев Ю. Н. — Теория и преобразование сигналов в оптических системах/ Издательство "Лань" 978-5-8114-1156-6 2022 4-е изд., испр. и доп.

Дополнительная литература

1. Летохов В.С., Чеботаев В.П. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990
2. Айхлер, Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. - М.: Техносфера, 2008 и 2012. - 495 с. - (Мир физики и техники; II-25). - ISBN 978-5-94836-309-7
3. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Дербова Долгопрудный : Интеллект, 2012
4. Риле Ф. — Стандарты частоты/ Издательство "Физматлит" 978-5-9221-1096-9 2009
5. Бакланов Е. В. Физические основы теории лазеров / Бакланов Е. В. - Новосибирск: НГУ, 2010.
6. Ильичёв Л.В. Основы квантовой оптики: Курс лекций (электронный текст)/ Новосибирск: НГУ-ИАиЭ СО РАН, 2019, 115 с
7. Г. Агравал, Нелинейная волоконная оптика/ Москва, Мир, 1996
8. Бейли, Дэвид. Волоконная оптика : теория и практика: [пер. с англ.] / Дэвид Бейли, Эдвин Райт. - М.: КУДИЦ-Образ, 2006. - 320 с. : ил. ; 21 см. -

- (Сетевые технологии). - Пер. изд. : Practical fiber optics / D. Bailey, E. Wright.
- ISBN 5-9579-0093-1
9. Быков В. П. Лазерные резонаторы / В.П. Быков, О.О. Силичев. - М.: Физматлит, 2003. - 319 с. : ил. - Библиогр.: с. 310-319. - ISBN 5-9221-0297-4
 10. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. - М.: Физматлит, 2004. - 512 с. - ISBN 5-9221-0453-5
 11. Желтиков А. М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики / А. М. Желтиков. - М. : Физматлит, 2006. - 294 с. - ISBN 5-9221-0693-7
 12. Ищенко, Е.Ф. Поляризационная оптика: учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. - М. : Физматлит, 2012. - 452 с.