

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

« 19 » августа 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр
		3, 4, 5, 6
1	Лекции, час.	100
2	Практические занятия (семинары), час.	168
3	Самостоятельная работа, час.	200
4	Всего зачетных единиц	13

Форма аттестации – кандидатский экзамен

Новосибирск 2022

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью подготовки по дисциплине «Оптика» в рамках программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика является знакомство аспирантов с последними научными достижениями в области квантовой оптики и практика презентации собственных научных результатов перед квалифицированной аудиторией.

Дисциплина включает в себя рабочие программы и фонды оценочных средств разделов: «Современные проблемы лазерной физики и фотоники», «Продвинутый курс квантовой оптики», «Оптические стандарты частоты», «Оптические технологии квантовой информатики» направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 1.3.6. Оптика, а также перечень литературы, рекомендуемой для подготовки к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина «Оптика» реализуется в 3-6 семестрах (2-3 курсы аспирантуры, входит в образовательный компонент подготовки аспирантов.

Преподавание дисциплин предусматривает следующие формы организации учебного процесса: интерактивные семинары с привлечением ведущих ученых, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, лекции и самостоятельная подготовка обучающихся.

Текущий контроль обеспечивается контролем посещения занятий.

Структура и содержание, образовательные технологии, требования к результатам освоения дисциплины приведены в соответствующих разделах. Промежуточная аттестация по дисциплинам – дифференцированные зачеты, по всему модулю целиком – кандидатский экзамен.

Перечень литературы, рекомендуемой для подготовки к кандидатскому экзамену

Основная литература

1. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики: учеб. пособие / Бакланов Е. В. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 130 с.
2. Дубнищев, Ю. Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах: [учебное пособие] / Ю. Н. Дубнищев. - Изд. 4-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008 и 2011. - 364 с.
3. Жмудь В. А. Электронные системы управления лазерным излучением: специальные главы. Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГУ. - 2010. - 198 с.
4. 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.
5. Зензин А. С. Элементы и архитектура систем автоматизации научных исследований . Ч. 2 : учебное пособие / А. С. Зензин ; Новосиб. гос. техн. ун-т . - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2004. - 113 с.
6. Колкер Д. Б. Физические основы светодиодов и полупроводниковых лазеров : учеб. пособие / Д.Б. Колкер . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009 .

7. Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учеб. пособие / И.И. Корель . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010
8. Ньюшков Б.Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. В 2 ч. Ч. I : учеб. пособие / Б.Н. Ньюшков . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010
9. Орлов В. А. Лазерные системы и методы измерения малых перемещений и скоростей и их применение в физических экспериментах : учеб. пособие. - Новосибирск : НГУ. Ч. 2. - 2012. - 147 с.
10. Раутиан С. Г. Введение в физическую оптику / С. Г. Раутиан. - М.: URSS, 2009. - 253 с.
11. Фемтосекундная атмосферная оптика / [Д.В. Апексимов] ; под общ. ред. С.Н. Багаева, Г.Г. Матвиенко. - Новосибирск : Издательство СО РАН, 2010. - 238 с.
12. Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства = Photonic crystals and nanocomposites: structure formation, optical and dielectric properties / [отв. ред.: В. Ф. Шабанов, В. Я. Зырянов. - Новосибирск: Издательство Сиб. отд-ния Рос. академия наук, 2009. - 252 с.

Дополнительная литература

1. Айхлер, Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. - М.: Техносфера, 2008 и 2012. - 495 с.
2. Анциферов В. В. Физика твердотельных лазеров / В. В. Анциферов, Г. И. Смирнов. - Новосибирск: СГУПС, 1999. - 300 с.
3. Анциферов В. В. Оптика лазеров / В. В. Анциферов, И. И. Рогов. - Новосибирск: СГУПС, 1998. - 227 с.
4. 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.
5. Бейли, Дэвид. Волоконная оптика : теория и практика: [пер. с англ.] / Дэвид Бейли, Эдвин Райт. - М.: КУДИЦ-Образ, 2006. - 320 с.
6. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики. - СПб. : Лань, 2004. - 665 с.
7. Бочкарев Н. Н. Прикладная атмосферная оптоакустика мощных лазерных пучков / Н. Н. Бочкарев.-строит. ун-т. - Томск, 2008. - 318 с.
8. Быков В. П. Лазерные резонаторы / В.П. Быков, О.О. Силичев. - М.: Физматлит, 2003. - 319 с.
9. Быков В. П. Лазерная электродинамика : элементар. и когерент. процессы при взаимодействии лазер. излучения с веществом / В. П. Быков. - М.: Физматлит, 2006. - 384 с. :
10. Гуртов В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие: [для вузов по специальности 010701 "Физика"] / В. Гуртов. - 2-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2005. - 406 с. :
11. Дмитриев, В.Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта: монография. - М. : Физматлит, 2001. - 256 с.
12. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. - М.: Физматлит, 2004. - 512 с.
13. Желтиков А. М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики / А. М. Желтиков. - М. : Физматлит, 2006. - 294 с.
14. Жмудь В. А. Моделирование и оптимизация систем управления лазерным излучением в среде VisSim : учеб. пособие / В. А. Жмудь ; Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2009. – 116 с.
15. Запасский В. С. Англо-русский словарь по оптике = English-russian dictionary of optics : ок. 28000 терминов / В. С. Запасский. - Москва : РУССО, 2005. - 393 с.
16. Зуев В. В. Лидарный контроль стратосферы / В. В. Зуев ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т оптики атмосферы. - Новосибирск : Наука, 2004. - 306 с.

17. Ищенко, Е.Ф. Поляризационная оптика: учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. - М. : Физматлит, 2012. - 452 с.
18. Калитеевский Н. И. Волновая оптика: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Физика" и спец. "Оптика"] / Н.И. Калитеевский. - 3-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1995. - 463 с.
19. Козлов С. А. Основы фемтосекундной оптики / С. А. Козлов, В. В. Самарцев. - М. : Физматлит, 2009. - 291 с.
20. Кузнецов С. Петрович. Динамический хаос: Курс лекций: [Учеб. пособие по физ. спец.] / С. П. Кузнецов. - М. : Физматлит, 2001. - 295 с.
21. Ландсберг Г. С. Оптика : [учебное пособие для физических специальностей вузов] / Г. С. Ландсберг. - Изд. 6-е, стер. - М. : Физматлит, 2010. - 848 с.
22. Летохов В.С. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения / Летохов В.С., Чеботаев В.П. - М.: Наука, 1990. - 511 с.
23. Менский М. Б. Квантовые измерения и декогеренция / М.Б. Менский; [Пер. с англ. Кувычко И.В.]. - М. : Физматлит, 2001. - 227 с.
24. Методы компьютерной оптики : [Учеб. для вузов по направлению 511600 "Прикладная математика и физика" / А. В. Волков, Д. Л. Головашкин, Л. Л. Досколович и др.] ; Под ред. В. А. Сойфера. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2003. - 683 с.
25. Мешалкин Ю. П. Двухфотонное поглощение: физика процессов, методы измерения сечений/Ю. П. Мешалкин, В. А. Светличный - Томск : Том. гос. университет, 2006. - 118 с.
26. Новотный, Лукас. Основы нанооптики / Л. Новотный, Б. Хехт ; пер. с англ. А. А. Коновко, О. А. Шутовой под ред. В. В. Самарцева. - М. : Физматлит, 2009 и 2011. - 482 с.
27. Оптико-информационные измерительные и лазерные технологии и системы / науч. ред. Ю. В. Чугуй. - Новосибирск: Гео, 2012. - 453 с.
28. Риле, Фриц. Стандарты частоты : принципы и прил. / Ф. Риле ; пер. с англ. Н. Н. Колачевского. - М. : Физматлит, 2009. - 511 с.
29. Самарцев, Виталий Владимирович. Коррелированные фотоны и их применение / В. В. Самарцев. - М.: Физматлит, 2013. - 167 с.
30. Самарцев В. В. Коррелированные фотоны и их применение / В. В. Самарцев. - М. : Физматлит, 2013. - 167 с.
31. Скалли, Марлен Орвил. Квантовая оптика / М.О. Скалли; Пер. с англ. Калачева А.А. и др.; Под ред. Самарцева В.В. - М. : Физматлит, 2003. - 510 с.
32. Тарасов, Лев Васильевич. Физика лазера / Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : URSS, 2010. - 439 с.
33. Трехмерная лазерная модификация объемных светочувствительных материалов / Под ред. П.Е. Твердохлеба. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. - 352 с.
34. Фортов В. Е. Экстремальные состояния вещества : [учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная математика и физика"] / В. Е. Фортов. - М. : Физматлит, 2010 (+ 2009). - 303 с.
35. Ханин, Яков Израилевич. Лекции по квантовой радиофизике / Я. И. Ханин ; [вступ. ст. О. А. Кочаровской]; Рос. акад. наук, Ин-т прикладной физики. - Нижний Новгород : ИПФ, 2005. - 223 с.
36. Хомич, Владислав Юрьевич. Основы создания систем электроразрядного возбуждения мощных CO₂-, N₂- и F₂-лазеров / В. Ю. Хомич, В. А. Ямщиков. - М. : Физматлит, 2014. - 165 с.
37. 3D лазерные информационные технологии / П.Е. Твердохлеб, В.П. Коронкевич, Э.Г. Косцов, Ю.Н. Дубнищев ; Отв. ред. Твердохлеб П.Е. - Новосибирск : [б. и.], 2003. - 550 с.

Интернет-ресурсы:

1. American Institute of Physics (AIP) <http://scitation.aip.org/content/aip>
2. Optical Society of America (OSA) <http://www.opticsinfobase.org/>
3. SPIE (Proceedings) <http://proceedings.spiedigitallibrary.org/conferenceproceedings.aspx>

**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
 **19» августа 2022 г.**

Рабочая программа раздела
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И ФОТОНИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика

Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр
		3, 4, 5, 6
1	Лекции, час.	48
2	Практические занятия (семинары), час.	48
3	Самостоятельная работа, час.	48
4	Всего зачетных единиц	4

Форма аттестации – дифференцированный зачет

Новосибирск 2022

1. Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью подготовки по дисциплине «Оптика», раздел «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика, является овладение основными понятиями, теоретическими моделями, методами проведения новейших физических экспериментов и базовыми экспериментальными результатами лазерной физики и фотоники, знакомство с современным состоянием исследований в данной области науки.

Задачи раздела дисциплины:

- углубленное изучение теоретических основ научных направлений в области современной лазерной физики и фотоники;
- развитие практических навыков чтения оригинальной журнальной литературы и постановки экспериментов в области современной лазерной физики и фотоники;
- формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах лазерной физики и фотоники, проблемах приложения методов исследований на основе знаний о фундаментальных физических экспериментах и научно-исследовательских разработках в области современной оптики, спектроскопии и метрологии, и приложениях, связанных с взаимодействием лазерного излучения с веществом.

Преподавание раздела дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия (семинары), самостоятельная работа.

Общая трудоемкость составляет 4 зачетных единицы, (144 часа).

2. Место дисциплины в образовательной программе

Рабочая программы раздела «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика относятся к Образовательному компоненту и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, является обязательной для освоения обучающимися в 3 – 6 семестрах второго и третьего годов обучения в аспирантуре. Раздел «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» является базовым для выполнения научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Образовательные технологии

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции);
- практические занятия (семинары);
- самостоятельная работа аспирантов.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ

информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно- исследовательскую активность аспирантов.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения раздела «Современные проблемы лазерной физики и фотоники» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика и в соответствии с программой кандидатского экзамена аспирант должен:

знать:

- современные представления об использовании лазерных методов измерения, контроля и обработки информации;
- современные представления о моделировании физических процессов в классическом и квантовых системах в лазерных полях.

уметь

- критически анализировать актуальные проблемы использования лазерных методов измерения, контроля и обработки информации ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования;
- критически анализировать актуальные проблемы моделирования физических процессов в классических и квантовых системах в лазерных полях, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования.

владеть

- навыками подготовки, реализации и интерпретации результатов исследовательской деятельности по решению научных задач в области использования лазерных методов измерения, контроля и обработки информации, аргументированного выбора методов и средств решения поставленных задач;
- навыками подготовки, реализации и интерпретации результатов исследовательской деятельности по решению научных задач в области моделирования физических процессов в классических и квантовых системах в лазерных полях, аргументированного выбора методов и средств решения поставленных задач.

5. Структура и содержание раздела учебной дисциплины

Раздел, тема занятия		Виды аудиторных занятий (час.)		
		Лекции	Семинары	Итого
Семестр 3		12	12	24
1.	Лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. Лазерная спектроскопия насыщения	4	4	8
2.	Оптические реперы: методы получения нелинейных резонансов	2	2	4
3.	Резонансы насыщенного поглощения и их свойства	2	2	4
4.	Спектроскопия водородоподобных атомов (водород, мюоний)	2	2	4
5.	Спектроскопия атома He	2	2	4
Семестр 4		12	12	24
1.	He-Ne стандарт частоты в области 633 нм, 3.39 мкм	2	2	4
2.	Понятие стабильности и воспроизводимости частоты	2	2	4
3.	Разработка нового поколения оптических стандартов частоты на основе ультрахолодных атомов и ионов	2	2	4
4.	Полупроводниковые лазеры. Технология изготовления, области генерации, методы получения одночастотной генерации, перестройка частоты	2	2	4
5.	Генерация второй гармоники в нелинейных оптических кристаллах. Лазерные кристаллы с самоудвоением частоты (SFD crystals)	4	4	8
Семестр 5		12	12	24
1.	Атомно-оптическая интерферометрия с использованием холодного пучка атомов магния	2	2	4
2.	Фотоприемники излучения. Шумы фотоприемников. Частотные характеристики	2	2	4
3.	Методики абсолютного измерения оптических частот в видимом, ближнем ИК и ИК диапазоне	2	2	4
4.	Взаимодействие УФ излучения с биологическими тканями, процессы абляции и спектроскопические исследования. Применение УФ излучения в медицине и биологии	2	2	4
5.	Фемтосекундные лазеры, уширение спектра фемтосекундных лазеров, использование в схемах синтеза и измерения оптических частот	2	2	4
6.	Фемтосекундные оптические часы: физические принципы и возможности прецизионных частотно-временных измерений	2	2	4
Семестр 6		12	12	24
1.	Дырчатые волноводы. Роль фотонной запрещенной зоны. Дисперсия дырчатых волноводов	2	2	4
2.	Приложения дырчатых волноводов – достижения и перспективы	2	2	4
3.	Твердотельные лазеры сверхкоротких импульсов с диодной накачкой	4	4	8
4.	Оптические генераторы света	2	2	4
5.	Многокаскадные параметрические усилители	2	2	4

6. Литература

Основная литература

1. Иродов Игорь Евгеньевич. Волновые процессы : основные законы : учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений / И.Е. Иродов. 5-е изд., испр. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 263 с.
2. Звелто Орацио. Принципы лазеров : студентам, аспирантам, научным сотрудникам университетов, вузов и научно-исследовательских учреждений / Орацио Звелто ; пер. с англ. Д.Н. Козлова, С.Б. Созинова, К.Г. Адамовича ; под науч. ред. Т.А. Шмаонова. Изд. 4-е. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. 719 с. :
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев.с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.

Дополнительная литература

1. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия : [учебное пособие для студентов вузов] / В. Демтрёдер ; пер. с англ. М.В. Рябининой [и др.] ; под ред. Л.А. Мельникова. Долго-прудный : Интеллект, 2014. 1071 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-91559-114-0.
2. Риле, Фриц. Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского. Москва :Физматлит, 2009. 511 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-9221-1096-9.

7. Электронные энциклопедические издания свободного доступа

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
2. БД Scopus (Elsevier)

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

«19» августа 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
раздела
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И ФОТОНИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр	з.е.
1	Зачет с оценкой	3	0,5
2	Зачет с оценкой	4	0,5
3	Зачет с оценкой	5	0,5
4	Зачет с оценкой	6	0,5

Новосибирск 2022

Система оценки качества освоения аспирантами дисциплины

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий (устный опрос).

Промежуточный контроль проводится в форме дифференцированного зачета. Оценка выставляется за доклад (презентация), представленный на семинаре по теме научно-исследовательской деятельности и выбранной теме из списка тем из разделов программы курса.

Примерная тематика докладов аспирантов в рамках дисциплины:

1. Спектроскопия высокого разрешения и атомные часы.
2. Принципы лазерного охлаждения, захвата и удержания в переменном электрическом поле ионов иттербия.
3. Разработка нового поколения оптических стандартов частоты на основе ультрахолодных ионов.
4. Исследование ячеек со щелочными металлами Cs и Rb для создания миниатюрных атомных часов.
5. Актуальные вопросы нано- и фемтофотоники: основы и приложения.
6. Применение лазерного излучения от ТГц до УФ в биомедицине, технике и других областях
7. Новые тенденции в лазерной физике.
8. Генерация квантового ключа в протяженных линиях связи.
9. Генерация высоких гармоник лазерного излучения в материальных средах.
10. Параметрические усилители фемтосекундных импульсов для многоканальных лазерных систем с когерентным сложением полей.
11. Исследование физических принципов усиления сверхкоротких импульсов в лазерных системах с высокой средней мощностью.
12. Спектральные исследования лазерной плазмы.
13. Люминесценция радиационных дефектов в наноразмерных слоях диэлектрических кристаллов.
14. Методы измерения и компенсации фазовых искажений в оптических элементах мощной фемтосекундной лазерной системы.
15. Разработка схем и создание на их основе систем формирования индукционного разряда в активной среде CO_2 лазера.

Критерии выставления оценок на зачете:

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
Отлично	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики.
Хорошо	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей оптики, критичных для понимания основных оптических явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов.
Неудовлетворительно	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

**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

«19» августа 2022 г.

Рабочая программа раздела
«ПРОДВИНУТЫЙ КУРС КВАНТОВОЙ ОПТИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика

Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр
		4
1	Лекции, час.	20
2	Практические занятия (семинары), час.	40
3	Самостоятельная работа, час.	48
4	Всего зачетных единиц	3

Форма аттестации – дифференцированный зачет

Новосибирск 2022

1. Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью подготовки по дисциплине «Оптика», раздел «Продвинутый курс квантовой оптики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика, является углубленное изучение теоретических вопросов квантовой оптики, развитие практических навыков решения задач в области квантовой оптики, применения квантово-оптических методов в системах анализа вещества, передачи и обработки информации, в технологических и измерительных оптических системах.

Задачи раздела дисциплины:

- углубленное изучение теоретических основ научных направлений в области современной квантовой оптики;
- развитие практических навыков чтения оригинальной журнальной литературы и постановки экспериментов в области современной квантовой оптики;
- формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах квантовой оптики, её связи с лазерной физикой, проблемах приложения квантово-оптических методов исследования в науке и технике;
- формирование у аспирантов представления о теоретических основах квантово-оптических методов обработки информации (квантовые вычисления и квантовая коммуникация), об основных идеях и достижениях в этой области.

Преподавание раздела дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия (семинары), самостоятельная работа.

Общая трудоемкость составляет 3 зачетных единицы, (108 часов).

2. Место дисциплины в образовательной программе

Рабочая программы раздела «Продвинутый курс квантовой оптики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика относится к Образовательному компоненту и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, является обязательной для освоения обучающимися в 4 семестре второго года обучения в аспирантуре. Раздел «Продвинутый курс квантовой оптики» является базовым для выполнения научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Образовательные технологии

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции);
- практические занятия (семинары);
- самостоятельная работа аспирантов.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ

информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно- исследовательскую активность аспирантов.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения раздела «Продвинутый курс квантовой оптики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика и в соответствии с программой кандидатского экзамена аспирант должен:

знать:

- современные представления о численном моделировании в области квантовой оптики, спектроскопии, классических и квантовых систем, оптической обработки информации, оптических методов измерения и контроля.

уметь

- критически анализировать актуальные проблемы оптики, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования;
- критически анализировать актуальные проблемы моделирования физических процессов в классических и квантовых системах в лазерных полях, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования.

владеть

- навыками подготовки, реализации и интерпретации результатов исследовательской деятельности по решению научных задач в области использования лазерных методов измерения, контроля и обработки информации, аргументированного выбора методов и средств решения поставленных задач.

5. Структура и содержание раздела учебной дисциплины

Раздел, тема занятия		Виды аудиторных занятий (час.)		
		Лекции	Семинары	Итого
Семестр 4		20	40	60
1.	<i>Инженерия состояний типа «кошки Шредингера»</i>	2	4	6
2.	<i>Элементы рамзеевской интерферометрии</i>	2	4	6
3.	<i>Сверхточные фазовые измерения с зацепленными состояниями</i>	2	4	6
4.	<i>Дисперсионный режим взаимодействия атома с квантованным полем</i>	2	4	6
5.	<i>Сжатые состояния; двухмодовый сжатый вакуум</i>	2	4	6
6.	<i>Метрология со сжатыми состояниями</i>	2	4	6
7.	<i>Квантовые изображения, квантовая голография</i>	2	4	6
8.	<i>Слабые измерения</i>	2	4	6
9.	<i>Фаза в квантовой оптике</i>	2	4	6
10.	<i>Геометрическая (топологическая) фаза в оптике</i>	2	4	6

6. Литература

Основная литература

1. Е.В. Бакланов. Теоретические основы квантовой электроники : учебное пособие / Е.В. Бакланов ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. квантовой электроники .- Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2011 .- 103.
2. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев.с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.

Дополнительная литература

1. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия : [учебное пособие для студентов вузов] / В. Демтрёдер ; пер. с англ. М.В. Рябининой [и др.] ; под ред. Л.А. Мельникова. Долго-прудный : Интеллект, 2014. 1071 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-91559-114-0.
2. Риле, Фриц. Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского. Москва :Физматлит, 2009. 511 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-9221-1096-9.

7. Электронные энциклопедические издания свободного доступа

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
2. БД Scopus (Elsevier)
3. Электронный справочник по «Оптике когерентного излучения»
<http://optics.sinp.msu.ru/co/toc.html>
4. Ресурсы Энциклопедия фотоники: <https://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

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
«19» августа 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
раздела
«ПРОДВИНУТЫЙ КУРС КВАНТОВОЙ ОПТИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр	з.е.
1	Зачет с оценкой	4	0,5

Система оценки качества освоения аспирантами дисциплины

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий (устный опрос).

Промежуточный контроль проводится в форме дифференцированного зачета. Оценка выставляется за доклад (презентация), представленный на семинаре по теме научно-исследовательской деятельности и выбранной теме из списка тем из разделов программы курса.

Примерная тематика докладов аспирантов в рамках дисциплины:

1. Геометрическая фаза в квантовой оптике – общий подход и приложения.
2. Сжатые состояния и проблема детектирования гравитационных волн.
3. Регистрация оптического эффекта Холла.
4. Квантовая зацепленность, квантовая нелокальность и квантовая «управляемость на расстоянии» - сходство и различия.
5. Слабые измерения в квантовой физике и квантовой оптике.
6. Обратная связь в квантовой оптике- достижения, перспективы.
7. Квантовые изображения, квантовая голография.
8. Приготовление и контроль состояний типа «кошки Шредингера» в квантовой оптике.
9. Фаза в квантовой оптике.
10. Шумы в волоконных квантовых усилителях.

Критерии выставления оценок на зачете:

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
Отлично	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики.
Хорошо	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей оптики, критичных для понимания основных оптических явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов.
Неудовлетворительно	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

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

«19» августа 2022 г.

Рабочая программа раздела
«ОПТИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика

Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр
		4
1	Лекции, час.	20
2	Практические занятия (семинары), час.	40
3	Самостоятельная работа, час.	48
4	Всего зачетных единиц	3

Форма аттестации – дифференцированный зачет

Новосибирск 2022

1. Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью подготовки по дисциплине «Оптика», раздел «Оптические стандарты частоты» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика, является углубленное изучение теоретических вопросов квантовой оптики, развитие практических навыков решения задач в области квантовой оптики, применения квантово-оптических методов в системах анализа вещества, передачи и обработки информации, в технологических и измерительных оптических системах.

Задачи раздела дисциплины:

- углубленное изучение теоретических основ научных направлений в области оптических стандартов частоты;
- развитие практических навыков чтения оригинальной журнальной литературы и постановки экспериментов в области оптических стандартов частоты;
- формирование у аспирантов представления о теоретических основах оптических стандартов частоты, об основных идеях и достижениях в этой области.

Преподавание раздела дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия (семинары), самостоятельная работа.

Общая трудоемкость составляет 3 зачетных единицы, (108 часов).

2. Место дисциплины в образовательной программе

Рабочая программы раздела «Оптические стандарты частоты» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика относятся к Образовательному компоненту и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, является обязательной для освоения обучающимися в 3 семестре второго года обучения в аспирантуре. Раздел «Оптические стандарты частоты» является базовым для выполнения научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Образовательные технологии

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции);
- практические занятия (семинары);
- самостоятельная работа аспирантов.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде

мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно- исследовательскую активность аспирантов.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения раздела «Оптические стандарты частоты» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика и в соответствии с программой кандидатского экзамена аспирант должен:

знать:

- современные представления о численном моделировании в области квантовой оптики, спектроскопии, классических и квантовых систем, оптической обработки информации, оптических методов измерения и контроля.

уметь

- критически анализировать актуальные проблемы оптики, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования;
- критически анализировать актуальные проблемы моделирования физических процессов в классических и квантовых системах в лазерных полях, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования.

владеть

- навыками подготовки, реализации и интерпретации результатов исследовательской деятельности по решению научных задач в области использования лазерных методов измерения, контроля и обработки информации, аргументированного выбора методов и средств решения поставленных задач.

5. Структура и содержание раздела учебной дисциплины

Раздел, тема занятия		Виды аудиторных занятий (час.)		
		Лекции	Семинары	Итого
Семестр 4		20	40	60
1.	Колебательные системы с обратной связью	4	8	12
2.	Стабилизация частоты при наличии шумов	4	8	12
3.	Метод разнесенных полей Рамсея и его обобщения	4	8	12
4.	Методы стабилизации частоты лазеров	4	8	12
5.	Ионные стандарты оптического диапазона	2	4	6
6.	Метрологические характеристики решеточных стандартов	2	4	6

6. Литература

Основная литература

1. Е.В. Бакланов. Теоретические основы квантовой электроники : учебное пособие / Е.В. Бакланов ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. квантовой электроники .- Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2011 .- 103.
2. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев.с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.

Дополнительная литература

1. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия : [учебное пособие для студентов вузов] / В. Демтрёдер ; пер. с англ. М.В. Рябининой [и др.] ; под ред. Л.А. Мельникова. Долго-прудный : Интеллект, 2014. 1071 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-91559-114-0.
2. Риле, Фриц. Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского. Москва :Физматлит, 2009. 511 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-9221-1096-9.

7. Электронные энциклопедические издания свободного доступа

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
2. БД Scopus (Elsevier)
3. Электронный справочник по «Оптике когерентного излучения» <http://optics.sinp.msu.ru/co/toc.html>
4. Ресурсы Энциклопедия фотоники: <https://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

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
«19» августа 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
раздела
«ОПТИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр	з.е.
1	Зачет с оценкой	3	0,5

Система оценки качества освоения аспирантами дисциплины

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий (устный опрос).

Промежуточный контроль проводится в форме дифференцированного зачета. Оценка выставляется за доклад (презентация), представленный на семинаре по теме научно-исследовательской деятельности и выбранной теме из списка тем из разделов программы курса.

Примерная тематика докладов аспирантов в рамках дисциплины:

1. Колебательные системы с обратной связью.
2. Стабилизация частоты при наличии шумов.
3. Метод разнесения полей Рамсея и его обобщения.
4. Методы стабилизации частоты лазеров.
5. Ионные стандарты частоты диапазона.
6. Метрологические характеристики решеточных стандартов.
7. Физические принципы оптических стандартов частоты на основе ансамбля нейтральных атомов.
8. Физические принципы оптических стандартов частоты на основе одиночных ионов.
9. Физические принципы лазерного охлаждения атомов и ионов.
10. Физические принципы нелинейной спектроскопии без доплеровского уширения.

Критерии выставления оценок на зачете:

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
Отлично	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики.
Хорошо	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей оптики, критичных для понимания основных оптических явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов.
Неудовлетворительно	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

**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
«19» августа 2022 г.



Рабочая программа раздела
«ОПТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр
		5
1	Лекции, час.	12
2	Практические занятия (семинары), час.	40
3	Самостоятельная работа, час.	56
4	Всего зачетных единиц	3

Форма аттестации – дифференцированный зачет

Новосибирск 2022

1. Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью подготовки по дисциплине «Оптика», раздел «Оптические технологии квантовой информатики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика, является углубленное изучение теоретических вопросов квантовой информатики, развитие практических навыков решения задач в области квантовой информатики, применения квантово-оптических методов в системах анализа вещества, передачи и обработки информации, в технологических и измерительных оптических системах.

Задачи раздела дисциплины:

- формирование у аспирантов представления о современных фундаментальных и прикладных проблемах квантовой оптики, её связи с лазерной физикой, проблемах приложения квантово-оптических методов исследования в науке и технике;
- развитие практических навыков чтения оригинальной журнальной литературы и постановки экспериментов в области квантово-оптических методов обработки информации;
- формирование у аспирантов представления о теоретических основах квантово-оптических методов обработки информации (квантовые вычисления и квантовая коммуникация), об основных идеях и достижениях в этой области.

Преподавание раздела дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия (семинары), самостоятельная работа.

Общая трудоемкость составляет 3 зачетные единицы, (108 часа).

2. Место дисциплины в образовательной программе

Рабочая программы раздела «Оптические технологии квантовой информатики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика относятся к Образовательному компоненту и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, является обязательной для освоения обучающимися в 5 семестре третьего года обучения в аспирантуре. Раздел «Оптические технологии квантовой информатики» является базовым для выполнения научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Образовательные технологии

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции);
- практические занятия (семинары);
- самостоятельная работа аспирантов.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ

информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения раздела «Оптические технологии квантовой информатики» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.6 Оптика и в соответствии с программой кандидатского экзамена аспирант должен:

знать:

- современные представления о численном моделировании в области квантовой оптики, спектроскопии, классических и квантовых систем, оптической обработки информации, оптических методов измерения и контроля.

уметь

- критически анализировать актуальные проблемы оптики, ставить задачи, разрабатывать программу научного исследования.

владеть

- навыками подготовки, реализации и интерпретации результатов исследовательской деятельности по решению научных задач в области оптики, аргументированного выбора методов и средств решения поставленных задач.

5. Структура и содержание раздела учебной дисциплины

Раздел, тема занятия		Виды аудиторных занятий (час.)		
		Лекции	Семинары	Итого
Семестр 5		12	40	52
1.	Основные понятия квантовой информатики	4		4
2.	Квантовые алгоритмы	4		4
3.	Физическая реализация квантового компьютера	4		4
4.	Квантовая информатика и фундаментальные проблемы квантовой физики		4	4
5.	Важнейшие квантовые алгоритмы		4	4
6.	Квантовые симуляторы для сложных физических задач		4	4
7.	Методы квантовой коррекции ошибок и точность квантовых вычислений		4	4
8.	Квантовая криптография		4	4
9.	Резонантная электродинамика для квантовых вычислений		4	4
10.	Квантовые изображения, квантовая голография		4	4
11.	Квантовые вычисления с одиночными атомами и мезоскопическими атомными ансамблями		4	4
12.	Фаза в квантовой оптике		4	4
13.	Критерии ди Винченцо и различные физические реализации квантовых вычислений		4	4

6. Литература

Основная литература

1. Иродов Игорь Евгеньевич. Волновые процессы : основные законы : учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений / И.Е. Иродов. 5-е изд., испр. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 263 с.
2. Звелто Орацио. Принципы лазеров : студентам, аспирантам, научным сотрудникам университетов, вузов и научно-исследовательских учреждений / Орацио Звелто ; пер. с англ. Д.Н. Козлова, С.Б. Созина, К.Г. Адамовича ; под науч. ред. Т.А. Шмаонова. Изд. 4-е. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. 719 с. :
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применение // Перев.с англ. Под ред. В.Л. Деброва. Т. 1, 2. М: Издательский дом «Интеллект», 2012.

Дополнительная литература

1. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия : [учебное пособие для студентов вузов] / В. Демтрёдер ; пер. с англ. М.В. Рябининой [и др.] ; под ред. Л.А. Мельникова. Долго-прудный : Интеллект, 2014. 1071 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-91559-114-0.
2. Риле, Фриц. Стандарты частоты: принципы и приложения / Ф. Риле ; пер. с англ. Н.Н. Колачевского. Москва :Физматлит, 2009. 511 с. : ил. ; 24 см. ISBN 978-5-9221-1096-9.

7. Электронные энциклопедические издания свободного доступа

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
2. БД Scopus (Elsevier)

**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

«19» августа 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
раздела
«ОПТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ»
дисциплины «ОПТИКА»

Направление подготовки: 1.3.6. Оптика
Форма обучения: очная

№	Вид деятельности	Семестр	з.е.
1	Зачет с оценкой	5	0,5

Система оценки качества освоения аспирантами дисциплины

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий (устный опрос).

Промежуточный контроль проводится в форме дифференцированного зачета. Оценка выставляется за доклад (презентация), представленный на семинаре по теме научно-исследовательской деятельности и выбранной теме из списка тем из разделов программы курса.

Примерная тематика докладов аспирантов в рамках дисциплины:

1. Квантовая информатика и фундаментальные проблемы квантовой физики.
2. Важнейшие квантовые алгоритмы
3. Квантовые симуляторы для сложных физических задач
4. Методы квантовой коррекции ошибок и точность квантовых вычислений
5. Квантовая криптография
6. Резонантная электродинамика для квантовых вычислений
7. Квантовые изображения, квантовая голография
8. Квантовые вычисления с одиночными атомами и мезоскопическими атомными ансамблями
9. Фаза в квантовой оптике
10. Критерии ди Винченцо и различные физические реализации квантовых вычислений
11. Основные однокубитовые и двухкубитовые операции.
12. Представление состояний кубита в виде матрицы плотности, отличие чистых и смешанных состояний кубита.
13. Доказать теорему о невозможности копирования квантового состояния.
14. Композиция вращений.
15. Основные методы квантовой коррекции ошибок при реализации квантовых алгоритмов.
16. Оценить температуру атомов рубидия в магнито-оптической ловушке (доплеровский предел охлаждения).

Критерии выставления оценок на зачете:

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
Отлично	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики.
Хорошо	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания базовых понятий и моделей оптики, свободно владеет всеми основными разделами современной квантовой оптики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей оптики, критичных для понимания основных оптических явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов.
Неудовлетворительно	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.