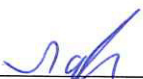


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

 М.М. Лаврентьев

«18» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая оптика

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр: 1

№	Вид деятельности	Семестр
		1
1	Лекции, час.	32
2	Практические занятия, час.	16
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	50
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	48
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	48
8	консультаций, час.	2
9	Самостоятельная работа, час.	164
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	86
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	Э, 2
12	Всего зачетных единиц	6

Новосибирск 2022

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования по направлению подготовки магистратуры 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки 19.09.2017 № 918.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули), обязательная дисциплина.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 28.03.2022, протокол № 84.

Программу разработали:

профессор КвЭл ФФ НГУ ФФ НГУ
доктор физико-математических наук



Л.В.Ильичев

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:

Доцент кафедры квантовой электроники ФФ,
кандидат физико-математических наук



И.И.Бетеров

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Квантовая оптика»

Дисциплина «Квантовая оптика» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КРИПТОГРАФИЯ по очной форме обучения на английском языке.

Место в образовательной программе: Дисциплина «Квантовая оптика» реализуется в 1 семестре в рамках базовой части дисциплин (модулей) Блока 1 и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина «**Квантовая оптика**» является базовой для выполнения работы в рамках практики и выполнением выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «**Квантовая оптика**» направлена на формирование компетенций:

Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач (ОПК-2), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ОПК-2.1 Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач

ОПК-2.2 Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач

ОПК-2.3 Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

Перечень основных разделов дисциплины:

Элементы классической стохастической оптики
Классическая когерентность
Квантованное поле
Квантовополевая когерентность 1-ого порядка
Когерентность 2-ого порядка для двух пространственно-временных точек
Когерентные состояния квантованного поля
Квантовое кинетическое уравнение
Квантовая модель одномодового лазера
Модель Джейнса-Каммингса
Статистика резонансной флуоресценции двухуровневого атома в секулярном приближении
Сжатые состояния одномодового поля

При освоении дисциплины студенты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа. В учебном процессе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

Самостоятельная работа включает: подготовку к практическим занятиям по разделам дисциплины, выполнение заданий, подготовку к экзамену.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единицы (236 часов).

Правила аттестации по дисциплине. Текущий контроль по дисциплине «Квантовая оптика» осуществляется на практических занятиях на основании оценки за портфолио (задания по темам практических занятий). По результатам защиты портфолио выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Промежуточная аттестация по дисциплине «Квантовая оптика» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине включает 2 этапа:

- 1) портфолио (задания по темам практических занятий);
- 2) экзамен.

Оценка «зачтено» за портфолио является необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации. Результаты промежуточной (итоговой по дисциплине) аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Учебно-методические материалы по дисциплине выкладываются в электронном ресурсе, который создается для каждого нового набора.

1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

Компетенция ОПК-2 способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач, в части следующих индикаторов достижения компетенции:	
ОПК-2.1	Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач
ОПК-2.2	Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач
ОПК-2.3	Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практики / семинары	Самостояте льная работа
ОПК-2.1 Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач			
1 Знать сходство и различие подходов к описанию основных оптических явлений с точки зрения классической стохастической оптики и квантовой оптики и те ситуации, когда адекватным оказывается только последний подход, простейшую квантовую модель лазерной генерации, модель Джейнса-Каммингса, модель эволюции оптической моды как открытой квантовой системы	+	+	+
ОПК-2.2 Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач			
2. Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области квантовой оптики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий	+	+	+
ОПК-2.3 Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач			
3. Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области квантовой оптики с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований	+	+	+

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Элементы классической стохастической оптики	4	4	1, 2, 3
Классическая когерентность	4	4	1, 2, 3
Квантованное поле	4	4	1, 2, 3
Квантовополевая когерентность 1-ого порядка	2	2	1, 2, 3
Когерентность 2-ого порядка для двух пространственно-временных точек	2	2	1, 2, 3
Когерентные состояния квантованного поля	4	4	1, 2, 3
Квантовое кинетическое уравнение	4	4	1, 2, 3
Квантовая модель одномодового лазера	2	2	1, 2, 3
Модель Джейнса-Каммингса	2	2	1, 2, 3
Статистика резонансной флуоресценции двухуровневого атома в секулярном приближении	2	2	1, 2, 3
Сжатые состояния одномодового поля	2	2	1, 2, 3
Итого:	32	32	

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
1. Элементы классической стохастической оптики 1.1. Природа и характер флуктуаций электромагнитного поля в оптике. Классическая феноменологическая теория фотоотсчётов. 1.2. Процесс Пуассона. Распределение Пуассона и его усреднение по величине, попавшей на детектор энергии. 1.3. Классическая формула Манделя. Классическое соотношение между квадратом дисперсии и средним числом	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>фотоотсчётов.</p> <p>1.4. Корреляционная функция классического сигнала. Спектральная плотность мощности.</p> <p>1.5. Теорема Винера-Хинчина. Условия на корреляционную функцию и условия на спектральную плотность мощности.</p>				
<p>2. Классическая когерентность</p> <p>2.1. Опыт Юнга. Функция взаимной когерентности (первого порядка). Возникновение когерентности при распространении излучения.</p> <p>2.2. Теорема ван Ситтерга-Цернике – метод измерения размеров космических источников излучения.</p> <p>2.3. Звёздный интерферометр Майкельсона. Оценка поперечной длины когерентности от двух далёких независимых источников. Недостатки метода звёздной интерферометрии. "Интерференция интенсивностей".</p> <p>2.4. Схема Брауна-Твисса в простейшем примере двух далёких источников</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>3. Квантованное поле</p> <p>3.1. Гармонические полевые моды, их конфигурации в разложении напряжённости поля. Переход к оператору напряжённости поля. Превращение амплитуд полевых мод в операторы рождения и уничтожения фотонов. Выяснение формы гамильтониана свободного поля. Каноническое квантование.</p> <p>3.2. Глауберовская теория n-атомного детектора</p>	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>квантов на примере детектора с двумя атомами. Корреляционные функции квантованного поля n-го порядка. Нормированная функция когерентности n-го порядка.</p>				
<p>4. Когерентные состояния квантованного поля 4.1. Рассмотрение свойств состояния, собственного для положительно частотной части оператора напряжённости электромагнитного поля. Вывод определения когерентного состояния как собственного для оператора уничтожения фотонов в моде когерентности. Вывод коэффициентов разложения когерентных состояний по базису Фока. 4.2. Неортогональность и полнота множества когерентных состояний. Глауберовское P-представление полевой матрицы плотности. Характеристическая функция квантового состояния моды. Связь P-функции совместного действия двух источников с P-функциям источников.</p>	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>5. Рассмотрение "скоростной" модели лазера. 5.1. Феномен порога генерации. Модификация сносового члена в уравнения типа Фоккера-Планка для P-функции. Исследование стационарного состояния значительно выше и значительно ниже порога генерации. Флуктуации поля выше и ниже порога генерации.</p>	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

5.2. Приближённое решение для корреляционных функций амплитуды и интенсивности. Интерполяция констант релаксации корреляционных функций на основе двух асимптотик.				
5.3. Феномен сужения линии генерации и феномен замедления флуктуаций интенсивности вблизи порога генерации.				
6. Модель Джейнса-Каммингса	2	2	1, 2, 3	
6.1. Гамильтониан двухуровневого атома и квантованной моды поля, взаимодействующих в дипольном резонансном приближении.				
6.2. "Одетые" состояния и их энергии. Исследование эволюции при изначальном когерентном состоянии моды. Коллапс и восстановление рабиевских осцилляций.				
Итого:	16	16		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях	1, 2, 3	40	
	Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине выложены на странице курса в сети Интернет			
2	Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний	1, 2, 3	88	
	Выполнение заданий			
3	Подготовка к экзамену	1, 2, 3	36	2
	Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций			
	Итого		164	2

5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и практические занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации. Применяются такие формы проведения практических занятий, как обсуждение и защита результатов работы, а также используются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Технологии проблемного обучения	ОПК-2
Формируемые умения: уметь обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	
Краткое описание применения: Постановка под руководством преподавателя проблемных задач и активная самостоятельная деятельность обучающихся по их разрешению, сопровождающаяся обсуждением результатов.	
Портфолио	ОПК-2
Формируемые умения: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	
Краткое описание применения: студенты ведут портфолио (коллекцию работ), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине.	

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	Адрес преподавателя сообщается магистрантам на первом занятии
Консультирование	Адрес преподавателя сообщается магистрантам
Контроль	Адрес преподавателя сообщается магистрантам на первом занятии
Размещение учебных материалов	Рассылка материалов на университетские адреса студентов

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Квантовая оптика» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

Текущая аттестация по дисциплине «Квантовая оптика» осуществляется на практических занятиях и представлена защитой заданий на практических занятиях. В ходе обучения каждый студент должен выполнить задания. По результатам текущей аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» по результатам защиты заданий является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Для получения оценки «зачтено» каждое задание должно быть выполнено и защищено в полном соответствии с предъявляемыми требованиями.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Квантовая оптика» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине включает 2 этапа:

- 1) портфолио (задания по темам практических занятий);
- 2) экзамен.

Оценка «зачтено» за портфолио является необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации. Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации	
		1 этап - портфолио	2 этап – экзамен
ОПК-2	ОПК-2.1 Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	+	+
	ОПК-2.2 Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	+	+
	ОПК-2.3 Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	+	+

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

7. Перечень учебной литературы

1. **Гардинер, Криспин В.** Стохастические методы в естественных науках / Пер. со 2-го англ. изд. А.С. Доброславского и др. ; Под ред. Р.Л. Стратоновича. М. : Мир, 1986. 526 с. (3 экз.).
2. **Аллен, Л.** Оптический резонанс и двухуровневые атомы / Л. Аллен, Дж. Эберли ; пер. с англ. Т. М. Ильиновой, М. С. Стрижевской; под ред. В. Л. Стрижевского. Москва : Мир, 1978. 222 с. : ил. ; 20 см. (4 экз.)

8. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС

Таблица 8.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	http://oeis.org/	Онлайн-энциклопедия целочисленных последовательностей
2	http://www.jflap.org/	Среда для моделирования работы конечных автоматов JFLAP

9. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины используются следующие учебно-методические материалы:
2. Рабочая программа дисциплины, соответствующие разделы.
3. Учебники, учебные пособия и дополнительные материалы, указанные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы
4. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», указанные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы.
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины, обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям, приведенные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы и приложения к ней.

9.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины представлен в таблице 9.1.

Специализированное программное обеспечение

Таблица 9.1

№	Наименование ПО	Назначение
1	Microsoft Visual Studio 2013	Среда разработки приложений

10. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (2 предметные коллекции – Computer Science, Mathematics)
2. БД Scopus (Elsevier)

11. Материально-техническое обеспечение

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Таблица 11.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных и практических занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы обучающихся

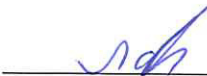
Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

 М.М. Лаврентьев

«18» апреля 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине Квантовая оптика**

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр 1

Форма аттестации	Семестр
Экзамен	1

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Квантовая оптика», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением Ученого совета факультета информационных технологий протокол № 84 от 28.03.2022

Разработчик:

профессор КвЭл ФФ НГУ
доктор физико-математических наук



Л.В.Ильичев

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:

Доцент кафедры квантовой электроники ФФ,
кандидат физико-математических наук



И.И.Бетеров

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Квантовая оптика» проводится по завершению периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Коды компетенций ФГОС	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Квантовая оптика»	Семестр 1	
		портфолио	экзамен
ОПК-2 способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач			
ОПК-2.1	Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	+	+
ОПК-2.2	Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	+	+
ОПК-2.3	Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	+	+

Тематика вопросов к экзамену соответствует избранным разделам (темам) дисциплины «Квантовая оптика»

Элементы классической стохастической оптики

Классическая когерентность

Квантованное поле

Квантовополевая когерентность 1-ого порядка

Когерентность 2-ого порядка для двух пространственно-временных точек

Когерентные состояния квантованного поля

Квантовое кинетическое уравнение

Квантовая модель одномодового лазера

Модель Джейнса-Каммингса

Статистика резонансной флуоресценции двухуровневого атома в секулярном приближении

Сжатые состояния одномодового поля

Промежуточная аттестация включает 2 этапа:

1. Портфолио.

2. Устный экзамен.

Все компетенции, формируемые в рамках дисциплины, оцениваются как через портфолио, так и на устном экзамене.

1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и включает 2 этапа: портфолио и экзамен. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать все работы, входящие в структуру портфолио.

Портфолио включает выполнение заданий по темам практических занятий.

Экзамен проводится в устной форме, в аудитории, студентам разрешено пользоваться бумагой для записей и авторучкой. Во время проведения экзамена студенту разрешается использовать справочники, учебную и научную литературу, компьютеры. В процессе ответа на вопросы экзаменационного билета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины.

2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П 1.2

Таблица П 1.2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Этап 1 - портфолио			
1.	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах.	Структура портфолио
Этап 2 – Экзамен			
2	Экзаменационный билет	Комплекс вопросов	Список теоретических вопросов

2.1. Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации в первом семестре

Текущая аттестация по дисциплине «Квантовая оптика» проводится в форме портфолио. Промежуточная аттестация проводится в формате экзамена.

2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио

Портфолио включает защиту заданий на практических занятиях.

Оценка за курс выставляется по результатам экзамена. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

2.1.2 Форма и перечень вопросов экзаменационного билета 1 семестра

Форма экзаменационного билета

Таблица П1.3

<p>Новосибирский государственный университет Экзамен</p> <p>Квантовая оптика</p> <p>09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Квантовые технологии и криптография</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</p> <p>1. Вопрос из категории 1 2. Вопрос из категории 2</p> <p>Составитель _____ Л.В.Ильичев</p> <p>Ответственный за образовательную программу _____ И.И.Бетеров (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 ____ г.</p>

Перечень вопросов для экзамена, структурированный по категориям, представлен в таблице П1.4

Таблица П1.4

Категория	Формулировка вопроса
Категория 1 (ОПК-2)	Природа и характер флуктуаций электромагнитного поля в оптике. Классическая феноменологическая теория фотоотсчётов.
	Процесс Пуассона. Распределение Пуассона и его усреднение по величине, попавшей на детектор энергии.
	Классическая формула Манделя. Классическое соотношение между квадратом дисперсии и средним числом фотоотсчётов.
	Корреляционная функция классического сигнала. Спектральная плотность мощности.
	Теорема Винера-Хинчина. Условия на корреляционную функцию и условия на плотность мощности.
	Опыт Юнга. Функция взаимной когерентности (первого порядка). Возникновение когерентности при распространении излучения.
Категория 2 (ОПК-2)	Теорема ван Ситтерта-Цернике – метод измерения размеров космических источников излучения.
	Звёздный интерферометр Майкельсона. Оценка поперечной длины когерентности от двух далёких независимых источников. Недостатки метода звёздной интерферометрии. "Интерференция интенсивностей".
	Схема Брауна-Твисса в простейшем примере двух далёких источников

	Гармонические полевые моды, их конфигурации в разложении напряжённости поля. Переход к оператору напряжённости поля. Превращение амплитуд полевых мод в операторы рождения и уничтожения фотонов. Выяснение формы гамильтониана свободного поля. Каноническое квантование.
	Глауберовская теория n-атомного детектора квантов на примере детектора с д реляционные функции квантованного поля n-го порядка. Нормированная фун n-го порядка
	Рассмотрение свойств состояния, собственного для положительно частотной части оператора напряжённости электромагнитного поля. Вывод определения когерентного состояния как собственного для оператора уничтожения фотонов в моде когерентности. Вывод коэффициентов разложения когерентных состояний по базису Фока.
	Неортогональность и полнота множества когерентных состояний. Глауберов полевой матрицы плотности. Характеристическая функция квантового состоя функции совместного действия двух источников с P-функциям источников.
	Феномен порога генерации. Модификация сносового члена в уравнения типа Фоккера-Планка для P-функции. Исследование стационарного состояния значительно выше и значительно ниже порога генерации. Флуктуации поля выше и ниже порога генерации.
	Приближённое решение для корреляционных функций амплитуды и интенсивности. Интерполяция констант релаксации корреляционных функций на основе двух асимптотик.
	Феномен сужения линии генерации и феномен замедления флуктуаций интен рога генерации.
	Гамильтониан двухуровневого атома и квантованной моды поля, взаимодействующих в дипольном резонансном приближении.
	"Одетые" состояния и их энергии. Исследование эволюции при изначальном нии моды. Коллапс и восстановление рабиевских осцилляций

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, завершающих освоение дисциплины «Квантовая оптика» в текущем учебном году.

3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ОПК-2	Портфолио (этап 1), Экзамен (этап 2)	ОПК-2.1 Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Не знает современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Допускает грубые ошибки, слабо знает современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Знает на базовом уровне современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Уверенно знает современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач
ОПК-2	Портфолио (этап 1), Экзамен (этап 2)	ОПК-2.2 Уметь: обосновывать выбор современных информационно-	Не умеет обосновывать выбор современных	Демонстрирует слабые умения обосновывать	Умеет обосновывать выбор современных	Умеет грамотно обосновывать выбор современных информационно-

		<p>коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программы для решения профессиональных задач</p>	<p>ых информации, разработать оригинальные программы для решения профессиональных задач</p>	<p>выбор современных информационных технологий</p>	<p>информационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программы для учебных задач</p>	<p>коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программы для решения широкого спектра профессиональных задач</p>
<p>ОПК-2</p>	<p>Портфолио (этап 1), Экзамен (этап 2)</p>	<p>ОПК-2.3 Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p>Не владеет методами разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач</p>	<p>Умеет применять отдельные методы разработки оригинальных программных средств, допускает множественные ошибки</p>	<p>Владеет методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных</p>	<p>Уверенно владеет методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий</p>

			<p>ых информации онно-коммуникационных и интеллектуальных технологий , для решения профессиональных задач</p>		<p>технологий, для решения учебных задач</p>	
--	--	--	---	--	--	--

4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

В соответствии с учебным планом устанавливаются следующие формы контроля:

Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если хотя бы одна компетенция не сформирована.

Итоговая оценка результатов промежуточной аттестации выставляется как оценка за экзамен.