

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ
(СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника и Положением «Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор А.А. Саркисян
“21” июля 2023г.

Инженерно-физический Институт

Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

Автор(ы): к.ф.-м.н., Манташян Пайцар Агвановна

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: Б1.В.ДВ.06.01 «Лаборатория по квантовой оптике»

Направление: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

**Основная образовательная программа магистратуры:
«Квантовая и оптическая электроника»**

1. Аннотация

Данный магистерский курс посвящен изучению экспериментальных аспектов квантовой оптики, обеспечивая студентам глубокое понимание основных принципов и методов этой захватывающей области науки. В ходе обучения студенты будут изучать фундаментальные явления и эффекты, проявляющиеся при взаимодействии света с атомами, молекулами и другими квантовыми системами. С помощью лабораторных работ и практических занятий студенты овладеют умениями и навыками в проведении экспериментов, использовании специализированного оптического оборудования и анализе результатов. Они также будут заниматься исследовательской работой, реализуя собственные опыты, что позволит им углубить свои знания и расширить понимание сложных физических процессов.

Цель преподавания дисциплин:

Целями освоения дисциплины лаборатория по квантовой оптике являются: - Овладение экспериментальными техниками: Студенты будут обучаться различным экспериментальным методикам, применяемым в исследованиях квантовой оптики. Практические занятия в лаборатории помогут приобрести практические навыки в настройке и выполнении опытов, а также в анализе полученных результатов. Исследование явлений и процессов в квантовой оптике: В рамках курса студенты будут исследовать различные явления и процессы, связанные с взаимодействием света с атомами, молекулами и квантовыми системами. Это поможет им углубить понимание квантовых явлений и их приложений в оптике.

Учебная задача: Познакомиться с современными тенденциями в квантовой оптике: Курс также охватывает актуальные направления в области квантовой оптики, такие как квантовая информация, квантовые вычисления и квантовые технологии. Студенты будут знакомиться с последними достижениями и возможностями применения квантовой оптики в современных исследованиях и технологиях.

Основные методы проведения занятий, лекции.

Список литературы: содержит 3 наименований книг и монографий отечественных и зарубежных авторов; этот список поможет студентам освоить и создать свой профессиональный исследовательский инструментарий, обеспечить целостность обучения.

Краткое содержание курса: Исследование принципов и техник квантовой телепортации, анализ экспериментов и потенциальных применений. Изучение явления квантового стирания, анализ экспериментов с использованием многолучевой интерференции и его связь с принципами неопределенности.

Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантовая механика, Элементы квантовой и оптической информатики, Прикладная квантовая физика.

2. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Знать:

Студенты должны знать квантовую механику и оптику

Уметь:

Интерпретировать экспериментальные результаты и проводить их анализ.

Владеть:

Навыками работы с оптическими элементами.

3. Цель и задачи дисциплины

Основная цель изучаемой дисциплины - ознакомление студентов с экспериментальной техникой по квантовой оптике. Практические занятия в лаборатории помогут приобрести практические навыки в настройке и выполнении опытов, а также в анализе полученных результатов.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Основные эксперименты по квантовой оптике.

Уметь:

Уметь интерпретировать полученные результаты измерений.

Владеть:

Иметь навыки для постановки экспериментов по квантовой оптике.

5. Трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
<i>Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:</i>	72 (2 кр.)
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	18
1.1. Лекционные занятия	-
1.2. Семинарские занятия	-
1.3. Практические занятия	-
1.4. Лабораторные работы	18
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	54
2.1. Контактная самостоятельная работа	-
2.2. Бесконтактная самостоятельная работа	54
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Зачет</i>

6. Распределение весов по формам контроля

Веса и формы контролей	Вес форм текущих контролей в результирующей оценке текущего контроля			Вес форм промежуточных контролей и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Вид учебной работы/ контроля								
Контрольная работа				0	0	1		
Тест								
Курсовая работа								
Лабораторные работы								
Письменные домашние задания	0	0	0					
Эссе								
Семинар	0	0	0					
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках соответствующих промежуточных контролей				0	0	1		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								1
Вес оценки экзамена/зачета в результирующей оценке итогового контроля								0
	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$

7. Содержание дисциплины

7.1 Тематический план и трудоемкости аудиторных занятий

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1.	-	-	-	-	-
Введение	1	-	-	-	1
<u>Раздел 1. Квантовый ластик</u>	-	-	-	-	-
<i>Тема 1.1. Информация о пути в квантовой физике</i>	3	-	-	-	3
<i>Тема 1.2. Квантовый ластик</i>	3	-	-	-	3
<i>Тема 1.3. Мысленный эксперимент</i>	3	-	-	-	3
<u>Раздел 2. Квантовая криптография</u>	-	-	-	-	-
<i>Тема 2.1. Протокол шифрования без Евы</i>	4	-	-	-	4
<i>Тема 2.2. Протокол шифрования с Евой</i>	4	-	-	-	4
ИТОГО	18	-	-	-	18

7.2 Содержание разделов и тем дисциплины

МОДУЛЬ 1.

Введение

Раздел 1. Квантовый ластик

Тема 1.1. Информация о пути в квантовой физике

Тема 1.2. Квантовый ластик

Тема 1.3. Мысленный эксперимент

Раздел 2. Квантовая криптография

Тема 2.1. Протокол шифрования без Евы

Тема 2.2. Протокол шифрования с Евой

7.3 Вопросы (для зачета)

1. Что такое квантовый стиратель (Quantum Eraser)? Опишите принцип работы этого эксперимента и его связь с принципами неопределенности Гейзенберга.
2. Расскажите о многолучевом интерференции в эксперименте с квантовым стирателем. Какие результаты мы получаем, когда исследуется движение частицы в одном из двух путей в интерферометре, а какие результаты - когда мы знаем, в каком пути происходит движение?

3. Каким образом в эксперименте с квантовым стирателем удается "стереть" или "восстановить" интерференционную картины, вмешиваясь в путь фотона?
4. Что такое квантовая криптография и в чем её основные принципы? Объясните, как квантовая криптография обеспечивает безусловную защиту информации.
5. Расскажите о протоколе распределения ключей BB84 в квантовой криптографии. Каким образом этот протокол обеспечивает обнаружение попыток подслушивания и гарантирует безопасность ключей?
6. Каким образом принцип "одноразовых блокнотов" (one-time pad) используется в квантовой криптографии? Почему длина ключа в этом случае должна быть равна длине передаваемого сообщения?
7. Опишите эксперимент с квантовой криптографией, в котором используются связанные квантовые состояния (entangled states) для распределения секретного ключа между удаленными сторонами. Какие особенности этого эксперимента делают его безопасным от перехвата?

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. ThorLabs, Quantum Cryptography Demonstration Kit User guide and Manual.
2. ThorLabs, Quantum Eraser Demonstration Kit User guide and Manual.
3. Scully, Marlan O., and M. Suhail Zubairy. "Quantum optics." (1999): 648-648.

б) Дополнительная литература

4. Gerry, C. and Knight, P.L., 2005. Introductory quantum optics. Cambridge university press.

8.2. Программные средства освоения дисциплины

MS Word, Mathematica 12.0, Origin.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Экспериментальные установки по соответствующим опытам, Компьютер