

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da93e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производ-
ственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовые и оптические технологии
(наименование дисциплины)

03.04.03 Радиофизика
(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности
(образовательная программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)
Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Квантовые и оптические технологии» является формирование у обучающихся понимания основ построения информационных систем с использованием квантовой теории информации для последующего практического использования в науке.

Задачи изучения дисциплины:

– приобретение обучающимися знаний основных принципов построения квантовых компьютеров, оптической реализации квантовой криптографии, а также навыков применения этих знаний для дальнейшей научной работы.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-2) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть блока 1 подготовки обучающихся по направлению 03.04.03 «Радиофизика».

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Квантовая механика», «Оптика», «Квантовая радиофизика. Квантовые приборы».

Освоение данной дисциплины может быть использовано при выборе направления научно-исследовательской работы, а также, приобретенные знания, могут быть использованы при защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, производственной, преддипломной практике.

Дисциплина способствует углубленной подготовке к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (18 ак.ч.), лабораторные (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ч.). Дисциплина изучается в 3 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (12 ак.ч.), практические (4 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (124 ч.). Дисциплина изучается в 3 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Квантовые и оптические технологии» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен критически анализировать современные инженерно-физические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты.	ПК-2	ПК-2.2. Умеет ставить задачи в области профессиональной деятельности, предлагать пути их решения; разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	9	9
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	10	10
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к экзамену	20	20
Промежуточная аттестация – экзамен	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 8 разделов:

- раздел 1 (Волновая оптика);
- раздел 2 (Квантовая оптика);
- раздел 3 (Квантовая теория информации);
- раздел 4 (Принципы построения квантового компьютера);
- раздел 5 (Квантовая криптография);
- раздел 6 (Оптические реализации квантовой криптографии);
- раздел 7 (Квантовые измерения);
- раздел 8 (Квантовые каналы).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3-й семестр							
1	Волновая оптика	Интерференция света. Когерентные волны. Дифракция света. Дифракция рентгеновских лучей. Дисперсия и рассеивание света. Получение поляризованных лучей. Интерференция поляризованных волн	4	Дифракция света. Дифракция рентгеновских лучей. Дисперсия и рассеивание света	2	Получение поляризованных лучей. Интерференция поляризованных волн	2
2	Квантовая оптика	Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света. Масса и импульс фотона. Давление света. Комбинационное рассеяние света	4	Масса и импульс фотона. Давление света. Комбинационное рассеяние света	2	Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света	2
3	Квантовая теория информации	Кубит. однокубитовые логические элементы. Двухкубитовые состояния и операторы	4	Логические элементы	2	Однокубитовые, двухкубитовые состояния	2
4	Принципы построения квантового компьютера	Квантовый алгоритм Дойча. Алгоритм факторизации больших чисел. Алгоритм поиска	4	Алгоритм факторизации больших чисел	2	Алгоритм поиска	2
5	Квантовая криптография	Протоколы квантового распределения ключа для идеальных условий	4	Квантовая криптография	2	Протоколы квантового распределения ключа	2
6	Оптические реализации квантовой криптографии	Детектирование непрерывного оптического сигнала. Схемы перехвата информации. Квантовая память и повторители	4	Схемы перехвата информации. Квантовая память и повторители	2	Детектирование непрерывного оптического сигнала	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
7	Квантовые измерения	Томография квантового состояния. Оптимальное различение квантовых состояний	4	Квантовые измерения	2	Томография квантового состояния	2
8	Квантовые каналы	Квантовая граница информации. Квантовые каналы и открытые системы.	4	Квантовая граница информации	4	Квантовые каналы и открытые системы	4
Всего аудиторных часов за 3-й семестр			36	18		18	
Всего аудиторных часов за семестр			36	18		18	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3-й семестр							
1	Волновая оптика Квантовая оптика	Интерференция света. Когерентные волны. Дифракция света. Дифракция рентгеновских лучей. Дисперсия и рассеивание света. Polarization of light. Interference of polarized waves. Experimental confirmation of quantum properties of light. Mass and impulse of photon. Pressure of light. Compton effect. Compton scattering of light.	2	-	-	-	-
				-	-	-	-
2	Квантовая теория информации. Принципы построения квантового компьютера	Кубит. однокубитовые логические элементы. Двухкубитовые состояния и операторы. Квантовый алгоритм Дойча. Алгоритм факторизации больших чисел. Алгоритм поиска	2	Логические элементы. Алгоритм факторизации больших чисел. Квантовая криптография. Схемы перехвата информации. Квантовая память и повторители	2	Однокубитовые, двухкубитовые состояния. Протоколы квантового распределения ключа. Детектирование непрерывного оптического сигнала	2
3	Квантовая криптография. Оптические реализации квантовой криптографии	Протоколы квантового распределения ключа для идеальных условий. Детектирование непрерывного оптического сигнала. Схемы перехвата информации. Квантовая память и повторители	4				
4	Квантовые измерения. Квантовые каналы	Томография квантового состояния. Оптимальное различение квантовых состояний. Квантовая граница информации. Квантовые каналы и открытые системы.	4	Квантовые измерения. Квантовая граница информации	2	Томография квантового состояния. Квантовые каналы и открытые системы	2
Всего аудиторных часов за 3-й семестр			12	4		4	
Всего аудиторных часов за семестр			12	4		4	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- за выполнение практических работ – всего 20 баллов;
- за выполнение лабораторных работ – всего 20 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования, либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- выполнение практических заданий;
- подготовка к лабораторным работам.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Что такое кубит? Чем он отличается от классического бита?
2. Опишите принцип суперпозиции квантовых состояний.
3. Что такое квантовая запутанность и как она используется в технологиях?
4. Каковы основные постулаты квантовой механики, важные для квантовых технологий?
5. Объясните явление квантовой телепортации.
6. Назовите основные типы кубитов (сверхпроводящие, фотонные, ионные ловушки).
7. Опишите принцип работы квантового алгоритма Шора.
8. Что такое квантовый алгоритм Гровера и его применение?
9. Каковы основные проблемы масштабирования квантовых компьютеров?
10. Объясните концепцию квантовой коррекции ошибок.
11. Что такое квантовая криптография?
12. Как работает квантовое распределение ключей (QKD)?
13. Каковы преимущества квантовой связи перед классической?
14. Что такое квантовые повторители и зачем они нужны?
15. Опишите принцип работы квантовой сети.

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Как квантовые сенсоры превосходят классические аналоги?

2. Опишите принцип работы атомных часов на основе квантовых технологий.
3. Что такое квантовый предел стандартной квантовой механики (SQL)?
4. Как используются NV-центры в алмазе для квантовой сенсорики?
5. Каковы применения квантовых магнитометров?
6. Опишите принцип работы полупроводникового лазера.
7. Что такое фотонные кристаллы и их применение?
8. Как работают оптические волокна и в чем их преимущества для передачи данных?
9. Объясните явление нелинейной оптики в контексте управления светом.
10. Что такое квантовые точки и их роль в оптических технологиях?
11. Как фотоны используются для передачи квантовой информации?
12. Опишите принцип работы квантового повторителя на основе фотоники.
13. Что такое оптические квантовые вычисления?
14. Как интегрируются квантовые сенсоры с оптическими системами?
15. Каковы перспективы создания гибридных квантово-оптических устройств?
16. Назовите материалы, используемые для создания кубитов.
17. Каковы преимущества топологических изоляторов в квантовых технологиях?
18. Опишите роль сверхпроводников в квантовых схемах.
19. Что такое метаматериалы и их применение в оптике?
20. Как используются двумерные материалы (графен, MoS_2) в квантовых устройствах?
21. Как проводятся эксперименты с холодными атомами?
22. Опишите методику измерения квантовой запутанности.
23. Что такое квантовая томография состояний?
24. Какие методы используются для охлаждения кубитов до сверхнизких температур?
25. Как работают оптические ловушки для ионов?
26. Каковы возможности квантовых технологий в медицине?
27. Опишите роль квантовых вычислений в искусственном интеллекте.
28. Как квантовые технологии могут изменить телекоммуникации?

29. Каковы экологические аспекты развития квантовых и оптических систем?
30. Назовите основные вызовы на пути коммерциализации квантовых технологий.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Душкин, Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование: научно-популярное издание / Р. В. Душкин. - 2-е изд. - Москва: ДМК Пресс, 2023. - 233 с. - ISBN 978-5-89818-591-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107956> (дата обращения: 24.03.2024).

2. Шарки, К. Квантовая химия и квантовые вычисления с примерами на Python / К. Шарки, А. Чанс. - Москва: ДМК Пресс, 2023. - 284 с. - ISBN 978-5-93700-162-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2150524> (дата обращения: 24.03.2024).

Дополнительная литература

1. Биллиг, Ю. В. Квантовые вычисления: краткий учебный курс / Ю. В. Биллиг, В. А. Биллиг. - Москва: ИНТУИТ, 2016. - 108 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2140018> (дата обращения: 24.03.2024).

2. Сысоев, С. С. Введение в квантовые вычисления: квантовые алгоритмы: учебное пособие / С. С. Сысоев. - СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. - 144 с. - ISBN 978-5-288-05933-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080947> (дата обращения: 24.03.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: <https://library.dontu.ru>. — Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

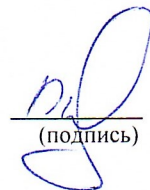
Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Компьютерный класс</i> <i>Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в Internet, проектор Epson, мультимедийный экран</i>	ауд. <u>434</u> корп. <u>главный</u>

Лист согласования РПД

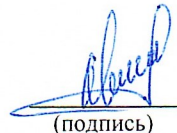
Разработал:

Доцент кафедры
электроники и радиофизики
(должность)


(подпись)

С.А. Юрьев
(Ф.И.О.)

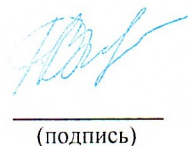
И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики


(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Протокол № 7 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024г.

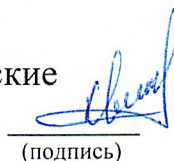
И.о. декана факультета информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов


(подпись)

В.В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.04.03 Радиофизика
(магистерская программа «Инженерно-физические
технологии в промышленности»)


(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	