

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Грובה Татьяна Александровна

Должность: и.о. декана факультета математики и компьютерных наук имени
профессора Н.И. Червякова

Дата подписания: 19.06.2026 15:33:13

Уникальный программный ключ:

bd39d4208aa94cf4422feb787c81619d42de79a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета
математики и компьютерных
наук имени профессора Н.И. Червякова
Грובה Т.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая информатика

Специальность	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем
Специализация	Анализ безопасности информационных систем
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестрах	9

Разработано

Малсугенов О.В. - доцент кафедры
вычислительной математики и
кибернетики

Ставрополь 2026 г.

Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование набора универсальных и общепрофессиональных компетенций будущего специалиста по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Задачи дисциплины:

- изучение физических основ квантовой механики (корпускулярно-волновой дуализм, волновая функция Шредингера, принцип Паули, принцип неопределенности Гейзенберга, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена);
- изучение квантовых алгоритмов (квантовый параллелизм, плотное кодирование, телепортация, алгоритм Дойча, классификация квантовых алгоритмов);
- изучение квантовых схем (элементы И, НЕ, Адамара, одно- и двухкубитовые вычислительные блоки);
- изучение принципа действия и особенностей квантовых приборов (квантовое преобразование Фурье, алгоритмы квантового поиска, квантовая криптография на основе протоколов BB-84 и BB-92, E91 и Lo05

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая информатика» относится к дисциплинам обязательной части. Ее освоение происходит в 9 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-4 Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-4 Выделяет основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, теории колебаний и волн, оптики, квантовой физики, твердого тела, статистической физики и термодинамики.	Предоставляет детальный отчет в котором применяет основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, теории колебаний и волн, оптики, квантовой физики, твердого тела, статистической физики и термодинамики
	ИД-2ОПК-4 Применяет основные законы физики при решении задач профессиональной деятельности; способен проводить физический эксперимент и обрабатывать его результаты.	Предоставляет детальный отчет с полным пояснением, в котором применяет основные законы физики при решении задач профессиональной деятельности, а так же проводит физический эксперимент и обрабатывает

		его результат
	ИД-ЗОПК-4 Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности.	Предоставляет детальный отчет, где демонстрирует свою способность анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	
Лекции/из них практическая подготовка	36/0
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	36/0
Практических занятий/из них практическая подготовка	0
Самостоятельная работа	36
Формы контроля	
Экзамен	-
Зачет	-
Зачет с оценкой 9 семестр	+
Курсовая работа	нет

* Дисциплина предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые Компетенции, Индикаторы	Очная форма				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические Занятия	Лабораторные Работы		
	9 СЕМЕСТР						
1.	Исследование основ квантовых вычислений. Основы квантовых вычислений охватывают принципы квантовой механики, такие как суперпозиция и запутанность, а также работу с квантовыми битами (кьюбитами) и квантовыми гейтами. Изучаются алгоритмы, например, Гровера и Шора, их преимущества перед классическими методами, а также модели квантовых вычислений и физические платформы реализации. Внимание уделяется вопросам ошибок, их исправлению и перспективам развития квантовых технологий.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы

2.	Двухкубитовые операции и запутанность. Двухбитные операции и запутанность включают принципы квантовой механики, такие как суперпозиция и запутанность, а также работу с кьюбитами и двухкубитовыми операциями. Изучаются квантовые гейты, алгоритмы, например Гровера и Шора, их преимущества, модели вычислений и физические платформы реализации. Важные аспекты — ошибки, их исправление и перспективы развития квантовых технологий.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы
3.	Квантовые алгоритмы: алгоритм Дойча-Йожи. Основы квантовых вычислений включают принципы квантовой механики, такие как суперпозиция, запутанность и работа с кьюбитами. Особое внимание уделяется двухкубитовым операциям и запутанности, которые играют важную роль в реализации квантовых алгоритмов. Среди ключевых алгоритмов — алгоритм Гровера, алгоритм Шора и алгоритм Дойча-Йожи, каждый из которых демонстрирует преимущества квантовых методов по сравнению с классическими. Также изучаются модели вычислений, физические платформы реализации, вопросы ошибок и их исправления, а также перспективы развития квантовых технологий.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы
4.	Алгоритм Гровера: поиск в неупорядоченной базе. Изучаются основы квантовых вычислений, принципы работы квантовых кьюбитов, теория и структура квантовых алгоритмов, в частности алгоритм Гровера: его постановка, этапы подготовки суперпозиции, операторы инверсии и диффузии, анализ эффективности и области применения.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы
5.	Квантовая телепортация. Изучаются основы квантовой телепортации, включая принципы квантовой запутанности, создание и обнаружение запутанных состояний, протокол квантовой телепортации, его реализация и применение в квантовых коммуникациях, а также вопросы безопасности и перспективы развития этой технологии.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы

6.	Квантовые ошибки и декогеренция. Рассматриваются квантовые ошибки и декогеренция. Изучаются причины возникновения ошибок в квантовых системах, типы квантовых ошибок (например, флуктуации фазы, амплитуды), методы обнаружения и коррекции ошибок, а также принципы защиты квантовых состояний от декогеренции. Особое внимание уделяется разработке квантовых кодов коррекции ошибок и стратегиям повышения устойчивости квантовых вычислений к внешним воздействиям.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы
7.	Квантовые коды коррекции ошибок Изучаются квантовые схемы коррекции ошибок, включая такие важные коды, как код Шора и поверхностный код. Рассматриваются принципы их построения, механизмы обнаружения и исправления ошибок, а также их роль в обеспечении надежности квантовых вычислений. Особое внимание уделяется сравнению различных кодов, их плюсам и минусам, а также практическим аспектам реализации в квантовых системах.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы
8.	Исследование квантовых вычислительных платформ: сравнительный анализ ионных ловушек и сверхпроводящих кубитов В рамках дисциплины рассматриваются различные физические платформы для реализации квантовых вычислений, в том числе квантовые вычисления на ионных ловушках и сверхпроводящих кубитах. Изучаются принципы работы каждой платформы, методы и технологии управления кубитами, а также преимущества и вызовы, связанные с их практической реализацией. Особое внимание уделяется экспериментальным достижениям, масштабируемости систем и перспективам использования этих технологий в построении надежных квантовых компьютеров.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы

9.	Вариационные квантовые алгоритмы: решение задачи о нахождении основного состояния молекулы водорода методом VQE Рассматриваются вариационные квантовые алгоритмы, такие как VQE (Вариационный квантовый эликтидидум) и QAOA (Квазиоптимальные алгоритмы для комбинаторных задач). Эти алгоритмы используют гибридный подход, сочетающий квантовые и классические вычисления, что позволяет эффективно решать сложные задачи оптимизации и моделирования квантовых систем даже на текущих Noisy Intermediate-Scale Quantum (NISQ) устройствах. Изучаются принципы их работы, схемы реализации, а также области применения, включая задачи в химии, физике и теории графов.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	4.00	-	4.00	4.00	Защита лабораторной работы
10.	Квантовые нейросети. Построение гибридной классическо-квантовой нейросети. Решение задачи классификации на простом датасете Рассматриваются квантовые нейросети — перспективная область квантовых вычислений, объединяющая идеи машинного обучения и квантовых технологий. Изучаются различные модели квантовых нейросетей, такие как квантовые вариационные нейронные сети, квантовые сверточные и рекуррентные сети, а также методы их реализации на квантовых платформах. Обсуждаются преимущества квантовых нейросетей, такие как потенциальное ускорение обучения, увеличение емкости моделирования и возможность обработки квантовых данных. Также рассматриваются текущие вызовы, связанные с разработкой эффективных алгоритмов, масштабируемостью и реализацией квантовых нейросетевых архитектур.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы

11.	Квантовые протоколы связи (BB84, E91). Моделирование квантового распределения ключей (QKD). Анализ устойчивости к атаке перехвата Рассматриваются квантовые протоколы связи, такие как BB84 и E91. Эти протоколы используют принципы квантовой механики для обеспечения безопасной передачи информации. Например, протокол BB84 основан на использовании квантовых бит (кьюбитов) и принципа неопределённости, что обеспечивает невозможность подслушивания без обнаружения. Протокол E91 использует явление квантовой запутанности и обеспечивает безопасность за счет квантовой корреляции между частицами. Изучаются принципы их работы, особенности реализации, а также потенциал для применения в квантовой криптографии, создание квантовых сетей и защищённых коммуникационных систем.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы
12.	Квантовое превосходство (на примере случайных схем). В рамках дисциплины рассматривается концепция квантового превосходства, то есть ситуации, когда квантовые вычислительные устройства выполняют задачи быстрее или эффективнее классических. Особенно подробно изучается пример на основе случайных схем (random circuits), которые используются для демонстрации квантового превосходства. Эти схемы состоят из случайных квантовых gate-операций, применяемых к кубитам, что позволяет моделировать сложные процессы и тестировать границы классических вычислений. В 2019 году Google объявила о достижении квантового превосходства, продемонстрировав, что их квантовый процессор способен выполнить определённую задачу за значительно меньшее время, чем любой существующий классический суперкомпьютер. Анализируются принципы работы таких схем, их роль в подтверждении квантовых преимуществ, а также текущие вызовы и перспективы развития данной области.	ОПК-4 ИД-1ОПК-4 ИД-2ОПК-4 ИД-3ОПК-4	2.00	-	2.00	2.00	Защита лабораторной работы

	ИТОГО за 9 семестр		36.00	-	36.00	36.00	
	ИТОГО		36.00	-	36.00	36.00	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина «Квантовая информатика» построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Теоретический материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Тырышкин, С. Ю. Квантовая информатика. Информационно-измерительные и управляющие системы: учебник для вузов / С. Ю. Тырышкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 102 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19540-8.
2. Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3383-4.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Технологии интеллектуальных вычислений : учебно-методическое пособие. - М. : КУРС, 2020. - (Квантовые сквозные ИТ) (Издания научных школ). Ч. 2 : Квантовые вычисления и алгоритмы. Квантовый алгоритм самоорганизации. Квантовый нечёткий вывод / Иванцова О. В., Кореньков В. В., Ульянов С. В. - 2020. - 294 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-907228-64-1.
2. Моргунов Р. Б., Коплак О. В., Дмитриев О. С. Физические основы квантовых вычислений : учебное пособие / Моргунов Р. Б., Коплак О. В., Дмитриев О. С. - Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. - ISBN 978-5-8265-1690-4.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Квантовая информатика" (электронный ресурс) – Ставрополь, СКФУ, 2026.
2. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине "Квантовая информатика" (электронный ресурс) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://el.ncfu.ru/> – система управления обучением ФГАОУ ВО СКФУ.
Дистанционная поддержка дисциплины «Квантовая информатика»
2. <http://www.un.org> - Сайт ООН Информационно-коммуникационные технологии
3. <http://www.intuit.ru> – Интернет-Университет Компьютерных технологий.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

На лабораторных занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	КонсультантПлюс - http://www.consultant.ru/
---	---

Программное обеспечение:

1.	Альт Рабочая станция 10
2.	Альт Рабочая станция К
3.	Альт «Сервер»
4.	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: ноутбук, проектор. Учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, соответствующих рабочим программам дисциплин.
Лабораторные ¹ занятия	Помещения для проведения лабораторных и практических работ (компьютерные классы), оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

¹ Перечень лабораторий используемых в учебном процессе представлен <https://www.ncfu.ru/sveden/objects/>

11. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются:

способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование);

ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»;

для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели;

для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.