

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Грובה Татьяна Августовна

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

Дата подписания: 16.06.2026 17:21:01

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
Т. А. Грובה

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовые вычисления

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Компьютерные технологии: программирование и
искусственный интеллект

Год начала обучения 2026

Форма обучения очная

Реализуется в 7 семестре

Разработано

доцент кафедры
математического моделирования
Ионисян А.С.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Квантовые вычисления» по программе бакалавриата 01.03.02 Прикладная математика и информатика предназначена для овладения каждым студентом набором профессиональных и общекультурных компетенций в области квантовых вычислений.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение основных концепций квантовых вычислений.
2. Изучение методов реализации квантовых вычислений на обычной ЭВМ.
3. Изучение свойств квантовых регистров и квантовых вентилях.
4. Изучение основных квантовых алгоритмов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовые вычисления» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-3. Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для проектной деятельности в области информационных технологий	ИД-1 ПК-3 Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности	Студент изучит Труднорешаемые вычислительные задачи, Классическую вычислительную модель, Эрмитову матрицу и ее свойства, Понятие состояния квантовой системы, Понятие квантового бита (кубита), Матричная форма записи состояний квантовых систем, «Бра-кет»-ная форма записи состояний квантовых систем, Кронекерово произведение матриц и его применение для расчета многокубитовых вентилях
	ИД-2 ПК-3 Использует современные методы обработки данных в области информационных технологий	Студент сможет на практик е разрабатывать простые квантовые алгоритмы, использовать средства языков программирования и прикладных программ для реализации алгоритмов решения задач, проводить анализ полученного результата

ПК-5. Способен разрабатывать программное и информационное обеспечение компьютерных систем, сервисов, вычислительных комплексов, баз данных	ИД-1 ПК-5 Демонстрирует методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области компьютерного программирования	Студент изучит классическую реализацию вентилей «не», «буфер», «и», «или», «исключающее или», «и-не», «или-не», Слабое квантовое измерение, Понятие квантового вентиля, Понятие квантового регистра, Однокубитовые вентили, Двухкубитовые вентили, Трехкубитовые вентили, Квантовую реализацию вентилей «не», «буфер», «и», «или», «исключающее или», «и-не», «или-не», Квантовый алгоритм Дойча-Йожи, Квантовый алгоритм Гровера, Квантовый алгоритм Шора, Квантовый алгоритм Залки-Визнера
	ИД-2 ПК-5 Умеет разрабатывать программное и информационное обеспечение компьютерных систем, сервисов, вычислительных комплексов, баз данных	Студент сможет на практик е разрабатывать программное и информационное обеспечение компьютерных систем, сервисов, вычислительных комплексов, баз данных для квантовых вычислений.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	
Лекции/из них практическая подготовка	36
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	36/18
Практических занятий/из них практическая подготовка	0
Самостоятельная работа	36
Формы контроля	
Экзамен	-
Зачет	+
Зачет с оценкой	-
Курсовая работа	нет

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

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов			Самостоятельная работа, часов	Форма текущего контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
7 семестр							
1.	Классическая вычислительная модель (Основные принципы классической вычислительной модели, Задачи, неразрешимые в классической вычислительной модели, двухцелевой эксперимент, эффект наблюдателя, парадокс друга Вигнера, принцип неопределенности, ЭПР-парадокс, квантовый ластик)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
2.	Классическая вычислительная модель (Классическая реализация вентилей «не», «буфер», «и», «или», «исключающее или», «и-не», «или-не», схем сложения, вычитания, умножения и деления двоичных чисел)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
3.	Квантовые системы (Алгебраические матрицы и основные операции над ними, Комплексные числа	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование

	и основные алгебраические операции над ними, Эрмитова (самосопряженная) матрица и ее свойства)						
4.	Квантовые системы (Понятие состояния квантовой системы, амплитуда вероятности, операторы действия, Гамильтониан)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
5.	Квантовые системы (Понятие квантового бита (кубита), Матричная форма записи состояний квантовых систем)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
6.	Квантовые системы («Бра-кет»-ная форма записи состояний квантовых систем)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
7.	Квантовые системы (неравенства Белла, Слабое квантовое измерение)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
8.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Обратимые вычисления, Понятие квантового вентиля, Понятие квантового регистра)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
9.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Кронекерово произведение матриц и его применение для расчета многокубитовых вентилях)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
10.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Однокубитовые вентили, тождественное преобразование, вентиль Адамара,	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование

	вентили Паули (отрицание, вентиль Паули Y , фазосдвигатель)						
11.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Двухкубитовые вентили, контролируемые вентили, вентиль $C(U)$, $CNOT$, CZ , вентиль $SWAP$, оракул)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
12.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Трехкубитовые вентили, вентиль Фредкина, вентиль Тоффоли)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
13.	Квантовые регистры и квантовые вентили (Квантовая реализация вентилей «не», «буфер», «и», «или», «исключающее или», «и-не», «или-не»)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
14.	Квантовые алгоритмы (Обзор зоопарка квантовых алгоритмов)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
15.	Квантовые алгоритмы (Квантовый алгоритм Дойча- Йожи)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
16.	Квантовые алгоритмы (Квантовый алгоритм Гровера)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
17.	Квантовые алгоритмы (Квантовый алгоритм Шора)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
18.	Квантовые алгоритмы (Квантовый алгоритм Залки- Визнера)	ПК-3 ПК-5	2		2	2	собеседование
	ИТОГО за семестр		36		36	36	
	ИТОГО		36		36	36	

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). 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;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины (модуля).

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

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 (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Шень А. Х., Вялый М. Н.. Классические и квантовые вычисления: курс [Электронный ресурс] / Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 236с. – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234673>

2. Хренников А. Ю.. Введение в квантовую теорию информации [Электронный ресурс] / Москва: Физматлит, 2008. - 141с. - 978-5-9221-0951-2 <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69478>

3. Основы теории эволюционных вычислений: монография [Электронный ресурс] / Ростов: Издательство Южного федерального университета, 2010. - 223с. - 978-5-9275-0799-3 <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241143>

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. - М.: Мир, 1982.

2. Китаев А., Шень А., Вялый М. Классические и квантовые вычисления. – М.: МЦНМО, ЧеРо, 1999.
3. Пенроуз Р. Новый ум короля. – М.: Едиториал, 2003.
4. Прескилл Дж. Квантовая информация и квантовые вычисления. — Ижевск: РХД, 2008-2011
5. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования. - М.: Солон-Пресс, 2012.
6. Валиев К.А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления. //Успехи физических наук, Том 175, №1.: 2005.
7. Ожигов Ю.И. Квантовые вычисления. - М.: МГУ, 2003.
8. Кулик С.Д., Берков А.В., Яковлев В.П. Введение в теорию квантовых вычислений (методы квантовой механики в кибернетике): учебное пособие.– В 2 кн.– Кн. 2.– М.: МИФИ, 2008.
- 8.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
 1. Ожигов Ю.И. Квантовые вычисления (учебно-методическое пособие). – М.: МГУ, ВМиК, 2003.
 2. Кулик С.Д., Берков А.В., Яковлев В.П. Введение в теорию квантовых вычислений (методы квантовой механики в кибернетике): учебное пособие.– В 2 кн.– Кн. 2.– М.: МИФИ, 2008
- 8.1.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)
 1. Журнал «Квантовые компьютеры и квантовые вычисления» .- М.: МГУ, [Электронный ресурс] - http://ics.org.ru/rus?menu=mi_publish&publish=3&it=archive
 2. Квантовый компьютер [электронный ресурс] - [http://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый компьютер](http://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер)
 3. Quipper – язык программирования квантовых вычислений (квантовых компьютеров) [электронный ресурс] - <http://arxiv.org/pdf/1304.3390v1>

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

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

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

1	Квантовый компьютер [электронный ресурс] - http://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый компьютер	-
2	https://www.ncfu.ru/science/elektronnye-resursy/ebs// - Электронно-библиотечные системы (ЭБС) СКФУ.	
3	http://catalog.ncfu.ru/catalog/ncfu - Поиск в электронном каталоге научной библиотеки СКФУ	
4	www.yandex.ru - Поисковая система Yandex	

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 (модулю)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде. Специализированная мебель и технические средства обучения, служащие для представления учебной информации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, научно-исследовательской работы обучающихся (переносной ноутбук, переносной проектор, компьютеры с необходимым программным обеспечением и выходом в интернет).

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

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) 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 (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) 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 (модуля) 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;

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.