

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Дата подписания: 23.10.2025 13:30:11

Уникальный программный ключ:

528682d78e674e566ab07401fe1ba2172f755a12

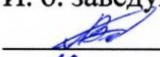


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии
имени Н. И. Вавилова»**

СОГЛАСОВАНО

И. о. заведующего кафедрой

 / Ключиков А.В./

« 10 » 01 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

 /Бакиров С.М./

« 10 » 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина	КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ И ВЫЧИСЛЕНИЯ
Направление подготовки	09.04.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль)	Проектирование информационных систем
Квалификация выпускника	Магистр
Нормативный срок обучения	2 года
Форма обучения	Заочная

Разработчик: доцент, Перетяцько А.В.


(подпись)

Саратов 2025

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Квантовые компьютеры и вычисления» является формирование навыков работы с современными квантовыми системами, изучение принципов проектирования, программирования и анализа квантовых алгоритмов, а также развитие умений применения квантовых технологий для решения сложных вычислительных задач. В рамках курса студенты получают знания о фундаментальных основах квантовой механики, научатся моделировать квантовые схемы, исследовать квантовые состояния и применять квантовые алгоритмы для оптимизации, машинного обучения и других областей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика дисциплина «Квантовые компьютеры и вычисления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных после курса «Разработка программных приложений», освоенного в первый год обучения в вузе.

Дисциплина «Квантовые компьютеры и вычисления» является базовой для изучения следующей дисциплины: «Проектирование и разработка квантовых алгоритмов и систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
	ПК-3	Способен понимать принципы работы современных вычислительных технологий, включая квантовые компьютеры и алгоритмы, и использовать их при решении задач, требующих высокой вычислительной мощности, моделирования сложных систем и безопасной передачи информации.	ПК-3.4. Применяет методы анализа степени защищенности информации и нормативных требований по защите информации при разработке проектов систем обеспечения информационной безопасности	Основы архитектуры и функционирования квантовых компьютеров, ключевые понятия и термины квантовой информатики, включая кубиты, квантовые гейты, квантовые схемы, квантовую запутанность, суперпозицию и декогеренцию.	Разрабатывать квантовые алгоритмы для решения задач моделирования, оптимизации, машинного обучения и криптографии, работать с инструментальными средствами проектирования и разработки квантовых программ (квантовые SDK, симуляторы, компиляторы), разрабатывать техническую документацию к квантовым алгоритмам и системам, включая оценку сложности и требуемых ресурсов.	методами практического использования программных и аппаратных средств для проектирования и разработки приложений на базе микроконтроллеров и микропроцессоров.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2

Объем дисциплины			
	Количество часов		
	в т.ч. по курсам		
	Всего	1	2
Контактная работа – всего, в т.ч.	16,1		16,1
аудиторная работа:			
лекции	6		6
лабораторные	10		10
практические	-		-
промежуточная аттестация	0,1		0,1
Контроль			
Самостоятельная работа	127,9		127,9
Форма итогового контроля	3		3
Курсовой проект (работа)	-		-

Таблица 3

Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Контактная работа			Самостоятельная работа	Контроль знаний	
		Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов	Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8
2 курс							
1.	Введение в квантовые вычисления Основные принципы квантовой механики, применяемые в вычислениях. Кубиты и квантовые состояния Суперпозиция, entanglement (квантовая запутанность) и измерение. Примеры квантовых схем и их применение.	Л	Т	2	16	ТК	УО
2.	Моделирование кубитов на классических компьютерах Реализация суперпозиции и измерения кубита. Работа с однокубитными гейтами Моделирование гейтов Паули (X, Y, Z) и гейта Адамара.	ЛЗ	Т	2	16	ТК	УО

1	2	3		4	5	6	7
3.	Реализация алгоритма Дойча-Йожи Построение квантовой схемы и анализ результатов. Исследование квантовой запутанности Создание запутанных состояний и их измерение. Моделирование алгоритма Шора Факторизация небольших чисел с использованием квантового алгоритма.	ЛЗ	Т	2	16	ТК	УО
4.	Квантовые алгоритмы Алгоритм Дойча-Йожи. Алгоритм Шора для факторизации чисел. Квантовый алгоритм Гровера Принцип работы и применение для поиска в неупорядоченных базах данных. Ограничения и сложность алгоритма. Квантовая ошибка и коррекция ошибок Причины возникновения ошибок в квантовых вычислениях. Основные методы коррекции квантовых ошибок.	Л	Т	2	16	ТК	УО
5.	Реализация алгоритма Гровера Поиск элемента в неупорядоченной базе данных. Квантовая телепортация Моделирование процесса передачи квантового состояния. Квантовые ошибки и их коррекция Моделирование ошибок и применение кодов коррекции.	ЛЗ	Т	2	16	ТК	УО
6.	Сравнение классических и квантовых алгоритмов Анализ производительности на примере задачи поиска. Работа с квантовыми симуляторами Использование IBM Qiskit или Google Cirq для моделирования квантовых схем. Исследование квантовых состояний Визуализация состояний кубитов на сфере Блоха.	ЛЗ	Т	2	16	ТК	УО
7.	Квантовые симуляторы и их применение Моделирование квантовых систем на классических компьютерах. Практическое применение квантовых симуляторов. Квантовые компьютеры: архитектура и технологии Современные платформы для реализации квантовых компьютеров (сверхпроводники, ионные ловушки, фотоника). Проблемы масштабируемости и	Л	Т	2	16	ТК	УО

	стабильности. Будущее квантовых вычислений Перспективы развития квантовых технологий. Этические и социальные аспекты внедрения квантовых компьютеров.						
8.	Оптимизация квантовых схем Уменьшение количества гейтов в квантовой схеме. Моделирование квантовых систем Симуляция простых квантовых систем (например, квантового гармонического осциллятора). Исследование декогеренции Моделирование влияния шума на квантовые вычисления.	ЛЗ	Т	2	15,9	ТК	УО
	Выходной контроль			0,1		ВыхК	3
Итого:				16,1	127,9		

Примечание:

Условные обозначения:

Виды контактной работы: Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие.

Формы проведения занятий: Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме.

Виды контроля: ВыхК – выходной контроль.

Форма контроля: УО – устный опрос, З – зачет

5. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине «Квантовые компьютеры и вычисления»

Организация занятий по дисциплине «Квантовые компьютеры и вычисления» проводится по видам учебной работы: лекции, лабораторные занятия и текущий контроль.

Реализация компетентностного подхода в рамках направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, направленности «Проектирование информационных систем», предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного оборудования, включая учебные презентации. Основные моменты лекций конспектируются студентами. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта, который подлежит контролю.

Целью лабораторных занятий является выработка практических навыков работы с квантовыми системами, освоение методов моделирования квантовых алгоритмов и их применения для решения реальных задач. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы (решение задач, выполнение лабораторных работ), так и интерактивные методы (лекция-визуализация, проблемное занятие).

Решение задач в области квантовых вычислений позволяет обучающимся освоить основы программирования квантовых систем и применять полученные знания для проектирования и разработки квантовых алгоритмов. В процессе решения задач студенты сталкиваются с ситуациями, требующими анализа и творческого подхода, что способствует повышению мотивации к учебе и профессиональной деятельности. Это развивает у обучающихся изобретательность, умение решать сложные задачи с учетом специфики квантовых технологий и доступной информации.

Проблемное лабораторное занятие при анализе конкретной ситуации развивает способности к диагностике и решению технических проблем. С помощью метода анализа конкретной ситуации у обучающихся формируются такие качества, как умение четко формулировать и аргументировать свою позицию, эффективно коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию. Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях, оснащенных необходимыми техническими средствами (квантовые симуляторы, программное обеспечение для моделирования квантовых систем и т.п.).

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса, выполнение домашних заданий, включающих решение задач, анализ конкретных ситуаций и подготовку презентаций. Самостоятельная работа осуществляется как в индивидуальном, так и в групповом формате. Она выполняется на основе учебно-методических материалов дисциплины (Приложение 2). Вопросы, изучаемые самостоятельно, включаются в экзаменационные задания.

Таким образом, дисциплина «Квантовые компьютеры и вычисления» направлена на формирование у студентов глубокого понимания принципов квантовых технологий, развитие практических навыков работы с квантовыми системами и подготовку к решению сложных задач в области квантовых вычислений.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература (библиотека Вавиловского университета)

№ п/п	Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3)
1	2	3	4	5
1	Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита: монография https://e.lanbook.com/book/412214	Прилипко, В. К.	Санкт-Петербург: 2024.	все разделы
2	Введение в нанотехнологию: учебник https://e.lanbook.com/book/211034	Марголин В.И.	Санкт-Петербург: 2022.	все разделы

б) дополнительная литература

С	Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3)
1	2	3	4	5
1	Прилипка, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита: монография https://e.lanbook.com/book/205985	Прилипка, В. К.	Санкт-Петербург: 2022.	все разделы
2	Основы спинтроники: учебное пособие https://e.lanbook.com/book/210443	Аплеснин, С. С.	Санкт-Петербург: 2022.	все разделы

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

– официальный сайт университета:

<https://www.vavilovsar.ru/>

<http://profbeckman.narod.ru/InformLekc.files/Inf01.pdf>

<https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TORGAEV/academic/T>

<ab1/Tab/Пособие%20по%20KB.pdf>

<https://kpfu.ru/pdf/portal/oop2/426506.pdf>

г) периодические издания

Не предусмотрены дисциплиной.

д) информационные справочные системы и профессиональные базы данных

Для пользования стандартами и нормативными документами рекомендуется применять информационные справочные системы и профессиональные базы данных, доступ к которым организован библиотекой университета через локальную вычислительную сеть.

Для пользования электронными изданиями рекомендуется использовать следующие информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Научная библиотека университета <https://www.vavilovsar.ru/biblioteka>

Базы данных содержат сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд библиотеки. Более 1400 полнотекстовых документов (учебники, учебные пособия и т.п.) (доступ: с любого компьютера, подключенного к сети Internet).

2. Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотека издательства «Лань» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань», так и коллекции полнотекстовых файлов других российских издательств (доступ: после регистрации с компьютера университета с любого компьютера, подключенного к сети Internet).

3. ЭБС IPR SMART <http://iprbookshop.ru>

ЭБС обеспечивает возможность работы с постоянно пополняемой базой

лицензионных изданий (более 40000) по широкому спектру дисциплин – учебные, научные издания и периодика, представленные более 600 федеральными, региональными и вузовскими издательствами, научно-исследовательскими институтами и ведущими авторскими коллективами (доступ: после регистрации с компьютера университета с любого компьютера, подключенного к сети Internet).

4. ЭБС Znanium <https://znanium.ru>

Фонд ЭБС Znanium постоянно пополняется электронными версиями изданий, публикуемых Научно-издательским центром ИНФРА-М, коллекциями книг и журналов других российских издательств, а также произведениями отдельных авторов (доступ: с любого компьютера, подключенного к сети Internet; свободная регистрация).

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

Российский информационный портал в области науки, медицины, технологии и образования. На платформе аккумулируются полные тексты и рефераты научных статей и публикаций (доступ: с любого компьютера, подключенного к сети Internet; свободная регистрация).

е) информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

К информационным технологиям, используемым при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, относятся:

- персональные компьютеры, посредством которых осуществляется доступ к информационным ресурсам и оформляются результаты самостоятельной работы;
- проекторы и экраны для демонстрации слайдов мультимедийных лекций;
- активное использование средств коммуникаций (электронная почта, тематические сообщества в социальных сетях и т.п.).

программное обеспечение:

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы (расчетная, обучающая, контролирующая)
1	2	3	4
1	Все темы дисциплины	Kaspersky Endpoint Security (антивирусное программное обеспечение). Лицензиат – ООО «Солярис Технолоджис», г. Саратов. Сублицензионный договор № 6-887/2024/КСП-170 от 06.12.2024 г. Срок действия договора: 01.01.2025 – 31.12.2025 г.	Вспомогательная
2	Все темы дисциплины	«Р7-Офис» Предоставление неисключительных прав на программное обеспечение «Р7-Офис». Лицензиат – ООО «Солярис Технолоджис», г. Саратов. Договор № ЦЗ-1К-033 от 21.12.2022 г. Срок действия договора: с 01.01.2023 г. Лицензия на 3 года с правом последующего бессрочного	Вспомогательная

		использования, для образовательных учреждений.	
--	--	--	--

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения учебных занятий по данной дисциплине используются учебные аудитории № 522, Кванториум (малая аудитория), Кванториум (большая аудитория), 113, 311, 313, 315, № 114 (Киберфизическая лаборатория)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: для демонстрации медиаресурсов имеются проектор, экран, компьютер или ноутбук:
https://vavilovsar.ru/sveden/objects/cabinets/study_rooms.html,
https://vavilovsar.ru/sveden/objects/cabinets/practice_rooms.html.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (№ 522, Кванториум (малая аудитория), Кванториум (большая аудитория), 113 (класс ВОИР), 311, 313, структурное подразделение "Инжиниринговый центр" (центр агроробототехники и VR/AR технологий), структурное подразделение "Инжиниринговый центр" (студенческое конструкторское бюро) и читальный зал библиотеки) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета:

https://vavilovsar.ru/sveden/objects/cabinets/study_rooms.html,
https://vavilovsar.ru/sveden/objects/cabinets/practice_rooms.html.

8. Оценочные материалы

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Квантовые компьютеры и вычисления»

Оценочные материалы разработаны на основании следующих документов:

- Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);
- Приказа от 6 апреля 2021 г. № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (с изменениями на 2 марта 2023 года).

Оценочные материалы представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины и включают в себя:

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

- Формирование у обучающихся знаний о принципах работы квантовых компьютеров, квантовых алгоритмов и их применения.
- Развитие навыков моделирования квантовых систем и анализа их работы.
- Освоение методов решения задач с использованием квантовых вычислений.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, включая шкалы оценивания.

- Уровень понимания теоретических основ квантовой механики и квантовых вычислений.

- Способность применять квантовые алгоритмы для решения практических задач.

- Навыки работы с квантовыми симуляторами и программным обеспечением для моделирования квантовых систем.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

- Тестовые задания по теоретическим основам квантовых вычислений.

- Практические задания по моделированию квантовых схем и алгоритмов.

- Задачи на анализ и оптимизацию квантовых систем.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

- Критерии оценки проектов и презентаций.

- Инструкции по проведению текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценочные материалы направлены на обеспечение объективной оценки уровня освоения дисциплины и формирования у обучающихся профессиональных компетенций, необходимых для работы в области квантовых вычислений.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по дисциплине «Квантовые компьютеры и вычисления».

10. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины.

Методические указания по изучению дисциплины «Квантовые компьютеры и вычисления» включают в себя:

1. Краткий курс лекций

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

*Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры «Цифровое управление процессами в
АПК»*

«10» января 2025 года (протокол № 16).