

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Рабочая программа дисциплины

Квантовые вычисления

по направлению подготовки / специальности

10.05.01 Компьютерная безопасность

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Анализ безопасности компьютерных систем

Форма обучения
Очная

Квалификация
Специалист по защите информации

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.Н. Тренькаев

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен оценивать роль информации, информационных технологий и информационной безопасности в современном обществе, их значение для обеспечения объективных потребностей личности, общества и государства.

ОПК-3 Способен на основании совокупности математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-7 Способен создавать программы на языках высокого и низкого уровня, применять методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач, осуществлять обоснованный выбор инструментария программирования и способов организации программ.

ОПК-9 Способен решать задачи профессиональной деятельности с учетом текущего состояния и тенденций развития методов защиты информации в операционных системах, компьютерных сетях и системах управления базами данных, а также методов и средств защиты информации от утечки по техническим каналам, сетей и систем передачи информации.

ПК-2 Способен разрабатывать требования к программно-аппаратным средствам защиты информации компьютерных систем и сетей.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Учитывает современные тенденции развития информационных технологий в своей профессиональной деятельности

ИОПК-3.2 Осуществляет применение основных понятий, фактов, концепций, принципов математики и информатики для решения задач профессиональной деятельности

ИОПК-7.3 Демонстрирует навыки создания программ с применением методов и инструментальных средств программирования для решения различных профессиональных, исследовательских и прикладных задач

ИОПК-9.1 Учитывает современные тенденции развития методов защиты информации в операционных системах, компьютерных сетях и системах управления базами данных при решении задач своей профессиональной деятельности

ИПК-2.2 Разрабатывает математические модели, реализуемые в средствах защиты информации

ИПК-2.3 Проводит исследования с целью нахождения наиболее целесообразных практических решений по обеспечению защиты информации

2. Задачи освоения дисциплины

– Сформировать у студентов способность учитывать современные тенденции развития информационных технологий в своей профессиональной деятельности, в частности: ознакомить с основами квантовых вычислений и квантовой криптографии; сформировать навыки использования инструментальных средств моделирования квантовых схем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Десятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Физика, Информатика, Общая алгебра, Дискретная математика, Теория чисел, Методы и средства криптографической защиты информации.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение в квантовые вычисления

- Квантовая гонка.
- Квантовый компьютер.
- Квантовые вычисления.

Тема 2. Математические основы квантовых вычислений

- Линейное пространство.
- Линейные операторы.
- Обратимые вычисления.
- Обратимые вентили.
- Обратимые схемы.

Тема 3. Квантовые схемы

- Кубит. Одно/двух/трехкубитовые вентили.
- Простые квантовые схемы. Вычисление булевой функции.
- Сложные квантовые схемы.

Тема 4. Квантовые протоколы

- Квантовые протоколы передачи данных.
- Квантовые протоколы распределения ключей.

Тема 5. Раздел 5. Квантовые алгоритмы

- Алгоритм Дойча – Джозса.
- Алгоритм Бернштейна – Вазирани
- Алгоритм Саймона.
- Алгоритм Гровера.
- Алгоритм Шора.

Тема 6. Квантовая коррекция ошибок

- Общая схема квантовых кодов.
- Трехкубитовый квантовый код.
- Девятикубитный код Шора.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ/контрольных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Выполнение лабораторной работы/контрольного задания оценивается в 100 баллов:

0-20 Студент не разбирается в задаче, не знает методов решения, не отвечает, либо отвечает, но с грубыми ошибками на вопросы преподавателя.

21-40 Студент слабо разбирается в задаче, плохо знает методы решения, не отвечает, либо отвечает, но с ошибками на вопросы преподавателя.

41-60 Студент в целом удовлетворительно разбирается в задаче, использует методы решения при подсказке преподавателя, отвечает на вопросы неуверенно, но с негрубыми ошибками. Представляет работу на защите удовлетворительно.

61-80 Студент в целом уверенно разбирается в задаче, знает и использует методы решения практически самостоятельно, отвечает на вопросы с замечаниями. Представляет работу на защите в целом хорошо, с замечаниями.

81-100 Студент отлично разбирается в задаче, знает и использует методы решения самостоятельно, отвечает на вопросы уверенно. Представляет работу на защите отлично, уверенно.

Допуском до экзамена является выполнение 80% лабораторных работ/контрольных заданий, с оценкой за каждую не менее 50 баллов.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в десятом семестре проводится в устной/письменной форме с использованием перечня контрольных вопросов по курсу. Схема вопросов экзамена соответствует компетентностной структуре дисциплине. Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Критерии выставления оценок:

Отлично - студент в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами обязательного материала по разделам лекционного курса, показал все требуемые умения и навыки при выполнении всех заданий на лабораторных занятиях.

Хорошо - студент овладел обязательным материалом по разделам лекционного курса, возможно с некоторыми недостатками, а также показал требуемые умения и навыки при выполнении большинства заданий на лабораторных занятиях.

Удовлетворительно - студент имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам обязательного материала дисциплины и показал требуемые умения и навыки при выполнении части заданий на лабораторных занятиях.

Неудовлетворительно - студент имеет существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины и не показал требуемые умения и навыки при выполнении части заданий на лабораторных занятиях.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в системе электронного обучения «IDO» - <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=8250>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Семинарских / практических занятий по дисциплине нет.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо:

1. Изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.

2. Реализовать требуемую квантовую схему.

3. Прокомментировать преподавателю процесс вычислений квантовой схемы.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа организуется в следующих формах: работа со слайдами лекции; изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий; выполнение контрольных заданий; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к рубежному контролю по теме/разделу (аттестации). Работу со слайдами (конспектом) лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания. Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологии. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы. Контрольные задания и лабораторные работы, приведенные в планах занятий, выполняются студентами в обязательном порядке. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины: целенаправленно, систематически и планомерно работать со слайдами лекций; изучать рекомендуемую литературу, добывая новые/обобщая полученные знания; тратить не менее часа в день на самостоятельную работу; консультироваться с преподавателем при возникновении вопросов; активно использовать учебно-методический комплекс на базе LMS «IDO» ТГУ; работать с тематическими форумами в сети Интернет.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Сысоев С. С. Введение в квантовые вычисления. Квантовые алгоритмы: учебное пособие. - СПб : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2019, 144 с.

– Торгаев С.Н., Шульга И.Д., Юрченко Е.А., Громов М.Л. Основы квантовых вычислений: учебное пособие. - Томск: STT, 2020, 100 с.

– Райли Т. Перри Элементарное введение в квантовые вычисления. Учебное пособие. - М.: ИНТЕЛЛЕКТ, 2015, 203 с.

– Альбов А.С. Квантовая криптография. -Санкт-Петербург: СТРАТА, 2015, 245 с.

б) дополнительная литература:

– Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. - М.: Мир, 2006, 824 с.

– Имре Ш., Баланж Ф. Квантовые вычисления и связь. Инженерный подход. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 320 с.

– Кайе Ф., Лафлам Р., Моска М. Введение в квантовые вычисления.- Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2009, 360 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Михаил Вялый, Александр Шень Курс “ Классические и квантовые вычисления” [Электронный ресурс] // Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1057/136/info>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– операционная система Windows/Linux, браузер Firefox/Яндекс

– публично доступные облачные сервисы квантовых симуляторов (IBM Quantum, Azure Quantum и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- | | | |
|---|---|---|
| – Электронный каталог Научной библиотеки | ТГУ | – |
| http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system | | |
| – Электронная библиотека (репозиторий) | ТГУ | – |
| http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index | | |
| – ЭБС Лань | – http://e.lanbook.com/ | |
| – ЭБС Консультант студента | – http://www.studentlibrary.ru/ | |
| – Образовательная платформа Юрайт | – https://urait.ru/ | |
| – ЭБС ZNANIUM.com | – https://znanium.com/ | |
| – ЭБС IPRbooks | – http://www.iprbookshop.ru/ | |

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий лекционного типа, а также для проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Тренькаев Вадим Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры компьютерной безопасности