

Аннотация программы дисциплины

«Введение в квантовые вычисления»

Направление подготовки *01.03.02 Прикладная математика и информатика*
Направленность (профиль) образовательной программы *Прикладная математика и информатика (общий профиль)*

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Введение в квантовые вычисления» соотносится с общими целями образовательной программы (далее – ОПОП ВО) по направлениям подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, в рамках которой преподается дисциплина – обеспечение теоретической и практической подготовки студентов в области основ современных математических и алгоритмических методов квантового компьютеринга.

Основные задачи изучения дисциплины заключаются в приобретении знаний, умений и владений, благодаря которым студенты, используя современные теоретические и алгоритмические методы квантовых вычислений могут ориентироваться в молодой, быстро развивающейся и перспективной для будущих информационных технологий области квантового компьютеринга.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Введение в квантовые вычисления» относится к разделу «Обязательные дисциплины вариативной части» учебного плана. Изучается в 7 семестре, форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины:

- Структуры и алгоритмы обработки данных;
- Алгебра и геометрия
- Языки и методы программирования.

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и владения (навыки), соответствующие результатам основной профессиональной образовательной программы.

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 – способностью понимать, совершенствовать и применять современный	З1 (ПК-2) Знать основную терминологическую базу, формирующую

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
математический аппарат	<p>способность решать профессиональные задачи в области прикладной математики и информатики.</p> <p>У2 (ПК-2) Уметь: – применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики</p>

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых:

- **34 часа** составляет **контактная работа обучающегося с преподавателем¹:**
 - 34 часа – практические занятия,
- **мероприятия промежуточной аттестации (зачет с оценкой в 7 семестре);**
- **74 часа** составляет **самостоятельная работа обучающегося.**

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ²					Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Актуальность квантовых вычислений. Кубит (квантовый бит) и его отличия от обычного (классического) бита. Пространство однокубитных квантовых состояний как комплексное двумерное гильбертово пространство. Обозначения Дирака, «бра» и «кет» вектора для кубита. Суперпозиция классических состояний кубита и результаты их измерения. Сфера Блоха.	15			5		ПР-1.1, ПР-2.1, ПР2-2	5	10		10
Постулаты квантовой механики. Постулаты пространства квантовых состояний и измерения. Операции над векторами состояний: сложение, умножение на число и внутреннее умножение. Основные математические свойства этих операций. Измерение состояний квантового регистра в классическом базисе как процедура считывания квантовой информации. Проекторы и постулат измерения.	7			1		ПР-2.3, ПР-2.4	1	6		6
Понятие самосопряженного (эрмитова) оператора и матрицы как действия такого оператора на базисные состояния. Операторы (матрицы) Паули и их свойства. Унитарные операторы и матрицы. Квантовое вычисление как унитарное преобразование состояния квантового регистра.	18			8		ПР-2.5, ПР2-6	8	10		10
Внешнее произведение векторов. Постулат квантовой механики о состояниях составных систем. Свойства тензорного произведения векторов и матриц. Классический	8			3		ПР-2.7, ПР-2.8	3	5		5

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ²					Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
базис составной квантовой системы. Представление матрицы в виде линейной комбинации внешних произведений базисных векторов.										
Понятие сепарабельного и запутанного двухкубитного состояния. Критерий сепарабельности таких состояний. Состояния Белла (или ЕПР состояния) и базис Белла. ЕПР-парадокс. Сепарабельность и запутанность многокубитных состояний.	10			1		ПР2-9, ПР-2.10	1	9		9
Классические логические элементы (гейты) и их свойства. Понятие универсального набора классических гейтов. Доказательство, что гейты AND, OR, NOT и FANOUT образуют универсальный набор. Схемная модель классических вычислений. Сумматор.	14			4		ПР2-11, ПР2-12	4	10		10
Понятие квантового гейта и сопоставление квантовых и классических гейтов. Однокубитные и двухкубитные квантовые гейты. Трехкубитный гейт Тоффоли. Управляемые гейты. Понятие универсального набора квантовых гейтов. Примеры универсальных наборов. Схемная модель квантовых вычислений.	13			7		ПР1-2, ПР-2.13, ПР-2.14	7	6		6
Алгоритм Дойча. Запрет клонирования квантовых состояний, сверхплотное кодирование и квантовая телепортация	11			1		ПР1-3, ПР2-15, ПР2-16	1	10		10
Задачи распознавания. Вычислительная сложность. Классические классы сложности P, NP, NPI, NP полные, BPP, MA и соотношения между ними. Квантовые классы сложности BQP и BQNP(BMA).	12			4		ПР2-17	4	8		8
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)										
Итого	108			34			34	74		74

*Опрос (ПР-1), Практические работы (ПР-2), Реферат (ПР-3), *Экзамен (УО-4). Текущий контроль проводится за счет времени, отведенного на аудиторные занятия