

Квантовые вычисления

Автор

Ю.И.Ожигов, д.ф.-м.н., профессор

Содержание дисциплины

- 1) Конфигурационное и гильбертово пространство состояний квантовой системы. Дискретное представление пространства состояний. Дискретное представление волнового вектора и компьютерное моделирование квантовых состояний.
- 2) Тензорное произведение пространств, операторов и состояний. Запутанные и не запутанные состояния. Физический смысл запутанности и ее связь со сложностью вычислений.
- 3) Виды эволюции вектора состояния: унитарная динамика и измерение. Понятие коллапса волнового вектора и его условия.
- 4) Унитарная динамика. Нерелятивистское приближение. Уравнение Шредингера и его решение для одномерных и двумерных потенциалов, одно- и двух- ямного потенциала, для трехмерной частицы в центрально-симметричном поле.
- 5) Измерение. Наблюдаемые. Матрица плотности Ландау. Частичное измерение и частичная матрица плотности. Смешанные состояния. Проекторы. Открытые квантовые системы. Декогерентность.
- 6) Соответствие физических величин эрмитовым операторам. Операторы координат, импульса, энергии, момента импульса. Собственные значения и допустимые значения физической величины. Собственные состояния. Примеры: координаты, импульс, энергия, момент. Дельта-функция Дирака и координатный базис. Квантовые законы сохранения. Свойства пространства-времени и полный набор наблюдаемых. Коммутативность и одновременная измеримость. Примеры: классификация состояний электрона в атоме водорода.
- 7) Вычисление с оракулом на классическом компьютере. Классы сложности FNCt.
- 8) Квантовый компьютер и квантовое вычисление. Квантовый оракул. Пример: задача перебора. Квантовые вентили: однокубитные, CNOT, Toffoli, фазовращатель. Квантовые схемы из функциональных элементов. Методы работы с анциллами. Квантовая чистка анцилл. Понятие квантового ускорения.
- 9) Алгоритм Гровера для переборной задачи. Оператор инверсии. Геометрический смысл алгоритма Гровера. Случай многих решений и неизвестного числа решений. Типичность гроверовского ускорения. Понятие о нижних оценках квантовой сложности. NP- задачи и квантовые вычисления.
- 10) Квантовое преобразование Фурье QFT. Координатный и импульсный базисы в пространстве состояний. Вентильная схема для обратного квантового преобразования Фурье. Приближенное преобразование Фурье. Сложность. Реализация на компьютере. Приложение QFT: схема Абрамса-Ллойда. Алгоритм факторизации Шора (без доказательства).
- 11) Алгоритм Залки-Визнера моделирования унитарной квантовой динамики. Понятие о квантовом моделировании систем многих частиц. GSMP- проблема и ее квантовый вариант.
- 12) Приложения квантовых вычислений: схема телепортации неизвестного квантового состояния. Запрет на клонирование квантовых состояний.