

Вопросы к экзамену по курсу «Квантовые вычисления»

2015-2016 учебный год

1. Классические и квантовые состояния частицы и системы частиц. Пространство квантовых состояний как Гильбертово пространство. Скалярное произведение, модуль вектора состояния. Дираковский формализм.
2. Измерение квантового состояния как случайная величина. Правило Борна. Частичные измерения. Матрица плотности. Относительная матрица плотности и её вычисление. Чистые и смешанные состояния.
3. Уравнение Шредингера и его общее решение. Унитарная эволюция как комплексная экспонента и её выражение через собственные функции и собственные значения оператора энергии (гамильтониан). Решение уравнения Шредингера для бесконечно глубокой потенциальной ямы и для одного кубита. Уравнение Шредингера и его общее решение для матрицы плотности.
4. Связь эрмитовых и унитарных операторов, их диагонализация. Физические величины как собственные значения эрмитовых операторов. Операторы: координаты, импульса, энергии, их собственные функции и собственные значения. Преобразование Фурье как оператор перехода от координатного базиса в Гильбертовом пространстве состояний к импульсному базису. Коммутативность операторов как условие возможности одновременного измерения величин с абсолютной точностью. Соотношение неопределённости Бора-Гейзенберга ($[x, p] = \hbar$).
5. Тензорное произведение пространств, состояний и операторов. Формула для тензорного произведения двух матриц. Запутанное и незапутанное состояние. Запутывающие и незапутывающие операторы. Операторы NOT, CNOT, SWAP и однокубитные. Матрицы Паули и их свойства (собственные числа, значения и свойства коммутации).
6. Классические алгоритмы с оракулом. Вычисления и сложность вычислений с оракулом. P- и NP-задачи.
7. Общая схема квантового компьютера. Квантовый алгоритм. Квантовый оракул. Квантовые вычисления с оракулом и его сложность. Операторы отражения I_a , реализация $I_{\tilde{0}}$ и $I_{x_{tar}}$. Алгоритм Гровера решения задачи перебора. Квантовый параллелизм. Случаи: одного, нескольких и неизвестного числа решений.
8. Квантовое преобразование Фурье. Его унитарность и реализация в виде схемы квантовых гейтов. Применение преобразования Фурье: алгоритм Абрамса-Ллойда и Залки-Визнера.
9. Решение задач по курсу «Квантовые вычисления».