

Quantum Information Processing

The Course Outline:

- 1. Fundamentals of classical information theory:** the concepts of Shannon's entropy, typical words, mutual information, the classical coding theorem
- 2. Classical post-processing in QKD:** information reconciliation, verification, privacy amplification, authentication check
- 3. Basics of quantum information theory:** pure and mixed quantum states, purification of quantum states, unitary dynamics, formalism of positive operator-valued measures, von Neuman entropy, quantum mutual information
- 4. Quantum communication protocols:** quantum teleportation, quantum super dense coding
- 5. Quantum computation and algorithms:** quantum gates, universal set of quantum gates, paradigm of reversible quantum computation, algorithms of Simon, Deutsch, Shor, Grover.
- 6. Quantum channels:** completely positive trace-preserving maps, Stinespring representation, Kraus operators
- 7. Decoherence:** dephasing, depolarization, amplitude damping
- 8. Quantum error correcting codes:** the Shor code, constructing quantum codes, stabilizer codes, fault-tolerant quantum computation
- 9. Quantum correlations:** entanglement witnesses, concurrence, negativity, quantum discord
- 10. Quantum machine learning:** basic approaches to quantum machine learning, vibrational algorithms, using coherent machines

Содержание курса:

- 1. Основы классической теории информации:** понятия энтропии Шеннона, типичные слова, взаимная информация, классическая теорема кодирования
- 2. Классическая пост-обработка в КРК:** исправление ошибок, верификация, усиление секретности, проверка аутентификации
- 3. Основы квантовой теории информации:** чистые и смешанные квантовые состояния, очищение квантовых состояния, унитарная динамика, формализм вероятностных операторно-значных мер, энтропия фон Неймана, квантовая взаимная информация
- 4. Протоколы квантовой коммуникации:** квантовая телепортация, квантовое сверхплотное кодирование
- 5. Квантовые вычисления и алгоритмы:** квантовые гейты, универсальный набор квантовых гейтов, парадигма обратимых квантовых вычислений, алгоритмы Саймона, Дойча, Шора, Гровера.
- 6. Квантовые каналы:** понятие вполне положительных отображений, сохраняющих след, представление Стайнспринга, операторы Крауса
- 7. Декогеренция:** дефазирование, деполяризация, демпфирование амплитуды
- 8. Квантовые коды исправления ошибок:** код Шора, конструирование квантовых кодов, стабилизирующие коды, отказоустойчивые квантовые вычисления
- 9. Квантовые корреляции:** свидетели запутанности, согласованность, негативность, квантовый дискорд
- 10. Квантовое машинное обучение:** основные подходы к квантовому машинному обучению, вариационные алгоритмы, использование когерентных машин