

## Рецензия на книгу «Физика квантовой информации» под редакцией Д.Боумейстера, А.Экерта и А.Цайлингера (М.: Постмаркет, 2002)

А.С.Чиркин

В издательстве «Постмаркет» вышел перевод (под редакцией С.П.Кулика и Т.А.Шмаонова) книги «Физика квантовой информации», выпущенной в 2000 г. издательством «Шпрингер». Столь быстрая ее публикация на русском языке вполне оправдана, поскольку книга посвящена новому перспективному научному направлению – квантовой информации, возникшей на стыке таких разделов физики и математики, как квантовая механика, квантовая и атомная оптика, лазерная физика, дискретная математика, теория информации и программирование. В книге рассмотрены физические модели и процессы, лежащие в основе алгоритмов и протоколов кодирования и передачи квантовой информации, процессов управления квантовыми данными и их хранения, а также методов доступа к ним.

Рецензируемая книга рассчитана на читателя, знакомого с основами квантовой механики. Она содержит обширный список литературы (400 названий), отражающей последние достижения науки. Хотя книга написана большим коллективом (44 автора) известных и активно работающих в этой новой области специалистов, благодаря высокому уровню изложения материала она читается как единое целое. Главы связаны общими идеями, чему в немалой степени способствовала, конечно, огромная работа редакторов книги – известных физиков.

Книга состоит из 8 глав. В гл.1 изложены основные понятия квантовой теории информации: принцип суперпозиции, перепутанные состояния, парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена, неравенство Белла, дано определение кубита (квантового бита). В гл.2 содержится как описание основных этапов развития современной криптографии, так и анализ общих принципов и конкретных протоколов. Квантовая криптография на сегодняшний день наиболее близко подошла к своей практической реализации. Гл.3 посвящена самым впечатляющим с обыденной точки зрения эффектам – квантовой телепортации и квантовой плотной кодировке. Здесь же приведена классификация двухкубитовых перепутанных состояний света и рассмотрены соответствующие эксперименты. В гл.4 представлены как общие принципы, так и основные алгоритмы квантовых вычислений: задача Дойча, факторизация Шора и квантовый поиск в базе данных Гровера. Приведен разбор конкретной идеи, связанной с созданием квантового компьютера на основе системы захваченных ионов. В качестве кубитов предлагается использовать суперпозицию основного и возбуж-

денного состояний ионов в ловушке, причем доступ к ним осуществляется при помощи лазерного излучения. В гл.5 проанализированы три экспериментальных метода, на основе которых были созданы элементарные квантовые логические операции. Это эксперимент по квантовой электродинамике резонаторов, а также эксперименты по коллективному движению ионов, захваченных в ловушке, и по ядерному магнитному резонансу. Приводятся теоретические предпосылки квантовых вычислений и дается обзор имеющихся экспериментальных результатов, а также обсуждаются перспективы дальнейших исследований.

Глава 6 посвящена одному из важных разделов квантовых вычислений – построению квантовых сетей и многочастичному перепутыванию. Здесь рассмотрены различные характеристики перепутывания, а также процедуры, приводящие к очищению квантовых состояний. В гл.6 включены описания экспериментов по наблюдению перепутывания для трех квантовых частиц и обсуждается противоречие между формальным классическим и квантовым описанием эффекта трехчастичной корреляции. Ключевая проблема физики квантовой информации – процесс декогеренции – составляет содержание гл.7. В ней рассматривается взаимодействие системы кубитов с термостатом, обсуждается роль спонтанного излучения, представлены методы исправления квантовых ошибок, приведены примеры вычислений, устойчивых к сбоям, и кодов, исправляющих ошибки. Все эти методы позволяют частично преодолеть проблему декогеренции. В гл.8 обсуждается процедура очищения специфических квантовых состояний, которые могут использоваться для вычислений. Проанализированы методы (в частности, локальная фильтрация), пригодные для увеличения степени перепутанности системы и усиления квантовой секретности. На примере оптоволоконных линий обсуждается влияние шума квантового канала связи на передачу данных. Наконец, рассмотрена физическая система, получившая название квантового повторителя, который уменьшает число повторных передач данных.

Таким образом, книга содержит доходчиво изложенные физические основы квантовой информации. Кроме того, необходимо отметить хороший перевод книги на русский язык и высокое качество ее издания.

Я полагаю, что «Физика квантовой информации» с интересом будет прочитана всеми, кто хочет познакомиться с новым научным направлением. Книга, несомненно, будет полезна студентам, магистрам, аспирантам и научным сотрудникам, начинающим свои исследования в этой захарывающей своими перспективами области.