

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Квантовые технологии в России

А.А.Калачев

Квантовые технологии сегодня находятся в центре внимания научного сообщества. Возникло даже такое понятие, как «вторая квантовая революция». И если первая квантовая революция в начале XX века привела к появлению лазеров, транзисторов и GPS, то сегодня мы говорим о создании квантовых компьютеров, квантовых симуляторов и систем квантовой связи. Предполагается, что основными результатами развития квантовых технологий станут беспрецедентное увеличение быстродействия вычислительных устройств и качественно новый уровень защиты систем связи. В первом случае речь идёт о решении задач, недоступных классическим суперкомпьютерам, что имеет принципиальное значение для создания новых материалов, лекарств, обработки больших объемов данных и оптимизации сложных систем. Во втором случае целью является повышение безопасности обработки и передачи информации до уровня, который не зависит от возможностей злоумышленников и определяется лишь фундаментальными законами физики.

В этой связи весьма актуальны фундаментальные и прикладные научные исследования, направленные на разработку элементной базы квантовых оптических и спиновых технологий. Основные направления – это разработка квантовых логических устройств, устройств квантовой памяти, источников неклассических состояний света, однофотонных детекторов и квантовых сенсоров. На сегодняшний день наиболее впечатляющие успехи достигнуты в области создания квантовых компьютеров на основе сверхпроводящих кубитов, а также базовых устройств квантовой криптографии.

Многокубитовая квантовая память рассматривается в качестве платформы при создании универсального квантового компьютера, а устройства многомодовой оптической квантовой памяти и источники однофотонных состояний света предполагается использовать в системах дальнедействующей квантовой связи через оптоволоконные каналы. При этом принципиальным моментом является поиск и исследование новых материалов и структур, позволяющих эффективно реализовывать протоколы квантовой обработки информации. В этом плане много внимания уделяется исследованию кристаллов, активированных редкоземельными ионами, и дефектов в алмазе. Наконец, большое практическое значение имеет создание квантовых интерфейсов, позволяющих объединять в единую систему оптические и микроволновые

квантовые схемы, а также разработка гибридных устройств, объединяющих преимущества оптических и спиновых квантовых систем.

В настоящем выпуске журнала «Квантовая электроника» публикуются статьи, посвященные развитию квантовых технологий в России. Они в значительной степени, хотя и не полностью, отражают научные направления, в которых активно работают российские ученые, и характеризуют вектор развития этой области в нашей стране. Разработки в области квантовых технологий соответствуют направлениям стратегии научно-технологического развития РФ, а также сквозным технологиям в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) и цифровой экономики. Важным организационным событием стало формирование консорциума по созданию Центра квантовых технологий на базе МГУ имени М.В.Ломоносова в соответствии с задачами НТИ.

Номер открывается статьей В.В. Рязанова с коллегами, в которой описаны результаты, полученные на данный момент в рамках выполнения первого российского проекта по созданию сверхпроводящих кубитов и квантового компьютера на их основе. В настоящее время этот проект Фонда перспективных исследований (государственный заказчик работ – ВНИИА им. Н.Л.Духова) объединил практически все коллективы, имеющие опыт экспериментальной разработки сверхпроводящих квантовых структур, из таких организаций, как НИТУ «МИСиС», МФТИ, НГТУ, ИФТТ РАН, РКЦ и МГТУ им. Н.Э.Баумана. Актуальные вопросы, связанные с исследованием ридберговских атомов и разработкой методов квантовых вычислений на их основе, обсуждаются в работе И.И.Рябцева с соавторами (ИФП СО РАН). В работах С.А.Моисеева с коллегами представлены последние экспериментальные результаты, посвященные разработкам оптической и микроволновой квантовой памяти, которые ведутся в Казанском квантовом центре КНИТУ КАИ в сотрудничестве с КФУ и КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН. Разработка однофотонных источников света на основе спонтанного параметрического рассеяния обсуждается в работе Д.О.Акатьева и др. (КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН), а вопросы генерации кластерных состояний света для реализации однонаправленных квантовых вычислений исследуются в работе Т.Ю.Голубевой и Ю.М.Голубева с соавторами (СПбГУ). Выпуск завершается работой Р.А.Ахмеджанова с коллегами, посвященной разработкам магнитометров на основе NV-центров в алмазе, которые ведутся в ФИЦ ИПФ РАН.

Материалы выпуска могут представлять интерес для специалистов в области квантовых технологий, квантовой оптики и спектроскопии, а также студентов и аспирантов, желающих получить представление о наиболее актуальных проблемах в указанных областях науки.

А.А. Калачев. Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского исследовательского центра «Казанский научный центр РАН», Россия, 420029 Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7; e-mail: a.a.kalachev@mail.ru