

МАЙ 2018

РОССИЙСКИЙ КВАНТОВЫЙ ЦЕНТР (РКЦ) EVALUATION REPORT

Evaluation Committee:

Проф. Игнасио Сирак, Институт квантовой оптики Макса Планка, Германия

Проф. Михаил Лукин, Гарвардский университет, США

Проф. Юджин Ползик, Институт Нильса Бора, Нидерланды (председатель)

Проф. Керри Вахала, Калифорнийский технологический институт, США

Общие замечания

Российский квантовый центр (РКЦ) — это негосударственная научная организация, ведущая фундаментальные и прикладные исследования в областях современной квантовой физики и технологий. Свой современный вид центр обрел в 2012 году. Поэтому в настоящем отчете Evaluation Committee Международного консультативного совета РКЦ рассматривает первые пять лет деятельности РКЦ.

Evaluation Committee был глубоко впечатлен достижениями РКЦ, который в сфере квантовых технологий стал ведущей структурой в России. Центр находится на равных с самыми передовыми мировыми квантовыми центрами. РКЦ ведет фундаментальные исследования по квантовым вычислениям, моделированию, связи, а также осуществляет разработку и коммерциализацию новых технологий и устройств, основанных на квантовых эффектах.

Сегодня РКЦ включает 11 исследовательских групп, возглавляемых выдающимися учеными, набранными по открытому международному конкурсу. В целом, в РКЦ работает 170 ученых и начинающих исследователей (средний возраст 34 года). Весь штат РКЦ составляет 198 человек, включая совместителей.

С 2012 года исследователи РКЦ опубликовали в ведущих рецензируемых международных научных журналах более 450 статей. Из них 88 уже цитировались более 10 раз, 15 — более 50 раз, а пять статей — более 100 раз. Совокупный импакт-фактор публикаций РКЦ за пятилетний период приближается к 2000.

Были построены двенадцать лабораторий РКЦ с оборудованием общей стоимостью свыше 500 млн рублей (\$9 млн. по текущему обменному курсу), и на текущий момент они в полном объеме функционируют в бизнес-центре «Урал» в Сколково на площади 1250 кв. м. Также Центр в опережающем порядке ведет коммерциализацию своих разработок, запустив шесть высокотехнологичных стартапов.

Исследовательские группы РКЦ и их основные научные достижения

Группу «Квантовые симуляторы и интегрированная фотоника» возглавляет проф. Акимов, сыгравший ключевую роль в становлении РКЦ. Его группа впервые реализовала и применила сверхпроводящий однофотонный детектор, работающий в видимом диапазоне. В рамках деятельности группы было осуществлено внедрение центров окрашивания с азотной вакансией в метаматериалы. Также команда проф. Акимова работает над одним из самых перспективных экспериментальных проектов РКЦ - охлаждением атомов тулия до состояния квантового вырождения.

Проф. Белотелов возглавляет группу «Магнитооптика, плазмоника и нанофотоника», которая ведет фундаментальные исследования магнитооптических материалов и магнитооптических плазмонных структур, а также изучает их применение для создания сенсоров. Основные научные достижения касаются взаимодействия оптических фемтосекундных импульсов с магнитными диэлектрическими пленками, изучения плазмон-солитонов в керровских нелинейных гетероструктурах, включая управление солитонами с помощью магнитного поля, а также разработки высокочувствительного магнитометра для выполнения измерений на животных и людях. Недавно был запущен процесс коммерциализации магнитных сенсоров.

Проф. Городецкий, руководитель группы «Когерентная микро-оптика и радиофотоника», является в настоящий момент научным директором РКЦ. Он первым научился генерировать диссипативные керровские солитоны в микрорезонаторах. Его основные направления исследований включают миниатюрные частотные решетки (микрорешетки), генерацию солитонных состояний с заданным солитонным числом, демонстрацию новой технологии накачки микрорешеток с помощью обычного лазерного диода и кристаллические резонаторы с рекордными показателями добротности.

Группа «Квантовые измерения» проф. Колачевского была создана в 2014 году и является одной из самых молодых в РКЦ. Она имеет статус «совместной группы РКЦ—ФИАН» и в основном размещается на территории Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН). К числу главных достижений группы можно отнести первую демонстрацию лазерного охлаждения атомов тулия, что может составить серьезную конкуренцию лучшим современным атомным часам на базе стронция, а также уточнение значений постоянной Ридберга и зарядового радиуса протона. Группа конкурентоспособна и в более прикладных проектах по разработке сверхстабильных лазеров с отличным коммерческим потенциалом.

Доктор Курочкин, принадлежащий к молодому поколению ученых РКЦ, в 2015 году стал независимым руководителем научной группы «Квантовая коммуникация». Его группа привлекла очень большое внешнее финансирование и впервые в России продемонстрировала квантовое распределение ключа вне стен лаборатории. Для коммерциализации этих результатов была учреждена стартап-компания Qrate.

Проф. Александр Львовский руководит группой «Квантовая оптика». Основные результаты, опубликованные в международных журналах с наивысшими импакт-факторами, включают демонстрацию квантовой телепортации между дискретными и непрерывными оптическими квантовыми переменными, восстановление запутанности фотонных переменных, деградировавшей из-за потерь при передаче, и разработку в сотрудничестве с Ю. Курочкиным и А. Федоровым первого в мире квантового блокчейн-протокола.

Исследования группы «Сильно коррелированные квантовые системы» под руководством проф. Алексея Рубцова охватывают широкий круг вопросов теоретической физики конденсированного состояния. Группа очень активна в особенности в некоторых, наиболее интересных областях, таких как: плазмоны в изоляторах Мотта, примеси в конденсатах Бозе—Эйнштейна и изучение критичности в открытых квантовых системах.

Проф. Шляпников, один из международных лидеров квантовой физики холодных атомов, руководит группой «Теория многих тел». Группа очень активна и заметна, ее члены часто выступают с приглашенными докладами на международных конференциях и школах. В числе достижений группы за отчетный период можно назвать теорию сверхтекучести полярных молекул с микроволновым дрессингом в двумерных оптических решетках, реализуемость логических элементов квантового компьютера на базе двух атомов в ловушке, заявку на создание стабильных сверхтекучих твердых тел и открытие удивительных новых фаз в одномерных квантовых газах.

Проф. Устинов руководит группой «Сверхпроводящие квантовые цепи», которая изучает сверхпроводящие цепи и квантовую информатику. Его широко известные исследования включают как производство цепей, так и реализацию экспериментов по охлаждению разбавлением. Его группа в РКЦ создала первую в России цепь для квантового компьютера. Среди основных достижений группы — считывание с частотным мультиплексированием, которое стало общепринятым в мире; и демонстрация кубитовых метаматериалов.

Проф. Желтиков и его группа «Передовая фотоника» сконцентрированы на физике быстротекущих процессов. В лаборатории РКЦ они создали уникальный в мировом масштабе лазер среднего инфракрасного диапазона, который используется группой и ее коллегами для ряда прорывных экспериментов. Другие крупные достижения включают сверхбыстрое дистанционное зондирование атмосферы и квантовые сенсоры с нанокристаллами алмаза. Также проф. Желтиков внес большой вклад в развитии комьюнити РКЦ, работая научным директором Центра в период его формирования.

Фандрайзинг, международная известность и сотрудничество

Исключительно успешное становление и функционирование РКЦ стали возможны благодаря способности руководства Центра и исследователей привлекать значительные объемы внешнего финансирования. В совокупности 2 млрд рублей (35 млн долл.) было получено на конкурсной основе от государства и одного из крупнейших банков страны — «Газпромбанка».

Центр стал хорошо заметен на международном уровне не только благодаря высокому уровню своих исследований, но также за счет организации высочайшего класса международных конференций. С 2012 года состоялось четыре международных конференции с участием нобелевских лауреатов. На регулярной основе проводились лекции и семинары ведущих мировых ученых в области квантовой физики. Были организованы четыре летних и весенних школы для молодых ученых, пять специальных лекционных курсов, а также студенческий лабораторный практикум. РКЦ также активно занимается популяризацией науки и технологии: прочитано более 150 публичных лекций, издано шесть научно-популярных книг.

РКЦ активно сотрудничает с ведущими научными организациями и исследователями из ~40 стран мира, среди которых: Массачусетский технологический институт (США), Институт квантовой оптики общества Макса Планка (Германия), Университет Калгари (Канада), Гарвардский университет (США), EPFL (Швейцария), Средиземноморский институт фундаментальной физики (Италия), Университет Амстердама (Нидерланды), Техасский университет А&М (США), Университет Бата (Великобритания) и др.

Центр очень активно выстраивает связи с общественностью: при его участии в крупнейших российских и зарубежных СМИ вышло более 2500 материалов, включая статьи в журналах Wired, Forbes, Business Insider, Popular Science, и др., сюжеты на телевидении («Первый канал», «Россия», РБК ТВ, «Россия сегодня», «Дождь», НТВ...), передачи на радио («Вести FM», «Эхо Москвы», «Серебряный дождь», Business FM, «Коммерсантъ FM»...). Особого признания заслуживает работа Анны Шангиной, директора по развитию РКЦ.



Основные направления деятельности РКЦ в настоящий момент и на ближайшее будущее

- Иницирован проект, направленный на разработку российского квантового компьютера.
- Подписано соглашение о стратегическом партнерстве в области квантовых коммуникаций с PricewaterhouseCoopers.
- Запущен крупномасштабный проект по созданию промышленного устройства для квантовой криптографии (технология успешно протестирована с «Газпромбанком» и «Сбербанком»).
- В 2016 году РКЦ первым в России запустил квантово-защищенное соединение с использованием коммерческих оптоволоконных сетей. В мае 2017 года РКЦ разработал первую в стране многоузловую квантовую сеть и первый в мире квантовый блокчейн.
- К сентябрю 2018 года планируется переезд в здание «Сколтеха», где РКЦ будет занимать площадь 3400 квадратных метров.

Заключение

За 5 лет, прошедших с начала полноценного функционирования, РКЦ стал ведущим центром квантовых технологий в России и добился международной известности. Центр очень успешно привлекал внешнее финансирование на конкурентной основе от государства, а также от одного из крупнейших российских банков — «Газпромбанка», сыгравшего ведущую роль в проекте в качестве как финансового, так и стратегического партнера. Ключевую функцию во всех этих достижениях сыграл генеральный директор РКЦ д-р Руслан Юнусов. Сегодняшний научный директор проф. Михаил Городецкий блестяще обеспечивает координацию исследований.

Все исследовательские группы РКЦ работают на высоком международном уровне, а некоторые из них относятся к числу лидеров в своих областях. Особо следует отметить сбалансированное сочетание фундаментальных исследований и коммерческих разработок. Руководство Центра весьма энергично в продвижении РКЦ на российском «квантовом ландшафте», что определенно помогает привлекать внешнее финансирование.

РКЦ безусловно является сильнейшим самостоятельным игроком в России на данном поле. Он встречает серьезную конкуренцию в области квантовых вычислений, коммуникации и сенсоров со стороны многочисленных центров в США, европейской программы Quantum Technologies Flagship и китайской квантовой технологической программы. Международный Evaluation Committee рекомендует дальнейшее усиление поддержки центра правительством и частными организациями с тем, чтобы обеспечить Российской Федерации достойную позицию на высоко конкурентном международном поле квантовых технологий.

Проф. Игнасио Сирак | Проф. Михаил Лукин | Проф. Юджин Ползик | Проф. Керри Вахала