

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ РИЧАРДА ФЕЙНМАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Л.Раткин, к.т.н.¹

УДК 004.27,
004.382.2
ВАК 05.13.00

С 12 по 16 июля 2017 года в Москве Российский квантовый центр (РКЦ) провел IV Международную конференцию по квантовым технологиям, на которой было представлено порядка 40 пленарных и более 100 стендовых докладов. Главным днем форума был Open Day: 14 июля несколько сот слушателей посетили открытую лекцию главы лаборатории "Квантовый искусственный интеллект" компании Google (США), профессора университета Калифорнии в Санта-Барбаре Джона Мартиниса (John Martinis), а после состоялась панельная дискуссия с участием представителей науки и бизнеса.

Эпоха первой квантовой революции началась в 1954 году с изобретения лазера лауреатами Нобелевской премии по физике 1964 года Ч.Таунсом, А.Прохоровым и Н.Басовым. Эра коллективных квантовых явлений объединила разработки в сфере флеш-накопителей, интегральных схем, твердотельных лазерных систем и компакт-дисков. Создатели графена лауреаты Нобелевской премии по физике 2010 года А.Гейм и К.Новоселов стимулировали новый этап развития отрасли, связанный с изучением индивидуальных квантовых систем. Измерение отдельных квантовых систем и исследование топологических фаз квантовой материи – признаки второй квантовой революции, стимулирующей разработки компонентов высокоскоростной телекоммуникационной инфраструктуры, новой элементной базы для компьютеров, роботизированных систем, квантовых медико-биологических сенсоров для носимых приборов, материалов для квантовых симуляторов, новых технологий защиты данных и сохранения энергии, атомных часов для GPS и множества других приложений. В открытой лекции "Квантовый компьютер: жизнь после



закона Мура" **Джон Мартинис** кратко напомнил основы кодирования квантовыми битами (кубитами): например, один кубит описывается как суперпозиция двух состояний $|0\rangle+|1\rangle$, два кубита – как суперпозиция четырех состояний $(|0\rangle+|1\rangle)^2 = |00\rangle+|01\rangle+|10\rangle+|11\rangle$. При работе с Big Data в формуле $(|0\rangle+|1\rangle)^n$

при $n=50$ необходимы супервычислительные мощности, а при $n=300$ описывается количество состояний большее, чем атомов во Вселенной!

В лекции был представлен сравнительный анализ квантового компьютера на 49 кубитах и классического суперкомпьютера и сопоставление процента ошибок в нелинейной зависимости от количества кубитов квантового компьютера: например, для трех кубитов – всего 0,6% ошибок на цикл, для четырех – 1,4%, для пяти – 1,8%, для шести – 2,0%, для семи – 2,5%, для восьми – 2,4%, для девяти – 2,9%. Для коррекции ошибок в квантовом симуляторе возможно использование механизмов квантово-химических реакций. Также возможно применение результатов исследований в сфере

¹ ООО "АРГМ", заместитель генерального директора.

физики твердого тела, связанных с перспективными квантово-технологическими разработками, представленными в докладе на III Международной конференции РКЦ по квантовым технологиям советским и российским ученым, академиком АН СССР и РАН Л.В.Келдышем (1931–2016).

После открытой лекции состоялась панельная дискуссия "Квантовая гонка: игра на опережение", которую модерировал генеральный директор РКЦ **Руслан Юнусов**. С обсуждением перспектив исследований в сфере квантовых вычислений, в частности, выступили профессор Гарвардского университета и сооснователь РКЦ **Михаил Лукин**, глава лаборатории "Квантовый искусственный интеллект" компании Google (США) и профессор университета Калифорнии в Санта-Барбаре Джон Мартинис, заместитель министра образования и науки РФ академик РАН Григорий Трубников, председатель Внешэкономбанка Сергей Горьков, заместитель председателя правления Газпромбанка Дмитрий Зауэрс, старший управляющий директор – начальник управления инструментов и моделей Блока "Риски" ПАО Сбербанк Максим Еременко, управляющий партнер PwC в России Игорь Лотаков, основатель и генеральный директор компании "Acronis" и сооснователь РКЦ Сергей Белоусов, профессор Ульмского университета (ФРГ) и один из инициаторов европейского проекта "Quantum Flagship" **Томмазо Каларко** (Tommaso Calarco) и помощник Президента РФ и экс-министр образования и науки РФ Андрей Фурсенко.



В рамках пятидневной конференции было представлено около 40 пленарных докладов из ведущих российских и зарубежных академических институтов, вузов и научных центров. Особое внимание участников и гостей форума было уделено, в частности, выступлениям представителей РКЦ, Калифорнийского института технологий, Института теоретической физики (ИТФ) им. Л.Д.Ландау РАН, СКОЛТЕХа, Мюнхенского университета, Стэнфордского университета, Квинслендского университета, Гарвардского университета, Института Нильса Бора Копенгагенского университета, Торонтского

университета, Университета Уотерлу, Казанского квантового центра, Высшей школы экономики, Ульмского университета, Физического института им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), Института спектроскопии РАН (ИСАН).

Из представленной на мероприятии информации можно сделать вывод, что квантовые технологии и суперкомпьютерные вычисления, как одни из основных стратегических трендов развития мировой электронной индустрии, по-прежнему относятся к числу капиталоемких и инвестиционно привлекательных на внутреннем и внешних рынках. Квантовые компьютеры применяются за рубежом для проектирования гражданской и военной техники: например, квантовый компьютер, приобретенный у компании D-Wave Systems (Канада), используется для проектирования изделий для аэрокосмической отрасли в Lockheed Martin Corporation. Среди отечественных суперкомпьютерных разработок двойного назначения известен суперкомпьютер Национального центра управления обороной РФ. Согласно данным открытых информационных источников, он имеет объем запоминающего устройства в 236 Пбайт и производительность 16 Пфлопс и используется для системной аналитики и прогнозирования развития региональных вооруженных конфликтов. Суперкомпьютер Национального центра управления обороной РФ является самым мощным в мире военным суперкомпьютером: например, его ближайший аналог – суперкомпьютер Пентагона (США) – обладает объемом запоминающего устройства только в 12 Пбайт и производительностью всего в 5 Пфлопс.

Исходя из высокой значимости и перспективности направления предлагается поднять вопрос о проведении международной конференции по квантовым и суперкомпьютерным вычислениям, приуроченной к 100-летию Ричарда Фейнмана (1918–1988) с участием российских и зарубежных ученых под патронажем старейшей отечественной академии (РАН) в Москве в мае-июне 2018 года. В конференции с условным названием "Квантовые и суперкомпьютерные вычисления 2018" ("КСВ-2018") целесообразно участие представителей отечественных и иностранных академических институтов и вузов, промышленных предприятий и финансовых структур. В частности, возможно представление разработок ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН (научный руководитель – акад. РАН В.Б.Бетелин), Института прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН (научный руководитель – акад. РАН Б.Н.Четверушкин), Физико-технологического института РАН (руководитель – чл.-корр. РАН В.Ф.Лукичев), ИТФ им. Л.Д.Ландау РАН (руководитель – чл.-корр. РАН В.В.Лебедев), СКОЛТЕХа (ректор – заместитель академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН акад. А.П.Кулешов), ФИАН (руководитель – чл.-корр. РАН Н.Н.Колачевский) и ИСАН (руководитель – д.ф.-м.н. В.Н.Задков). ●