



# КВАНТОВЫЙ ДАЙДЖЕСТ

НКЛ

Национальная  
Квантовая  
Лаборатория



Август 2023 г.

02

## ИТОГИ ФОРУМА БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ «ВЫЧИСЛЕНИЯ И СВЯЗЬ. КВАНТОВЫЙ МИР»

### НАЦИОНАЛЬНЫЕ КВАНТОВЫЕ ПРОГРАММЫ

03

Квантовый мост между Россией и Китаем

Правительство РФ разработало концепцию регулирования квантовых коммуникаций до 2030 года

Южная Корея до 2035 года инвестирует в квантовые технологии 2,33 млрд долл.

Нидерланды, Германия и Франция укрепляют сотрудничество в квантовой сфере

04

Индия через два года запустит свой собственный квантовый спутник

NIST опубликовал перечень схем цифровой подписи для конкурса на дополнительный квантово-устойчивый стандарт

### КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ

05

Новые приложения квантовой оптимизации для бизнеса

Quantum South расширил возможности ПО для оптимизации загрузки самолёта

Преимущество квантово-вдохновлённых методов для предсказания стоимости опционов

[Обзор] Использование квантовых вычислений в физике высоких энергий

Q-CTRL разрабатывает квантовые навигационные сенсоры по заказу Минобороны Австралии

06

### ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Первый сверхпроводник при комнатной температуре и атмосферном давлении?

Первый в России источник одиночных фотонов для квантовых компьютеров

07

Время когерентности кубита-флакониума увеличено до 1,43 миллисекунд

Китайские учёные смогли запутать между собой 52 сверхпроводниковых кубита

08

IBM приблизилась к практическому квантовому преимуществу

Моделирование молекулы водорода с использованием прототипа логических кубитов

### БЛИЖАЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

09

Quantum Business Europe

IEEE Quantum Week

Quantum Latino 2023

European Quantum Technologies Conference (EQTC)



## ИТОГИ ФОРУМА БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ «ВЫЧИСЛЕНИЯ И СВЯЗЬ. КВАНТОВЫЙ МИР»



Форум проводился 9–14 июля в рамках мероприятий Десятилетия науки и технологий в России. Оператором Форума выступил Фонд Росконгресс при поддержке Минсвязи России и Российской академии наук. Соорганизаторами стали ГК «Росатом» и ОАО «РЖД». Организатором научной конференции ICQT 2023, которая прошла в рамках Форума, выступил Российский квантовый центр.

- Президент России Владимир Путин в своем выступлении предложил «в течение года подготовить новый национальный проект на период до 2030 года, а именно нацпроект по формированию экономики данных». «При этом у нас должны быть не просто научные разработки и базовые решения, а вся технологическая и производственная цепочка».
- Ассоциация «Альянс в сфере искусственного интеллекта», в которую входят ведущие компании страны, запускает новое направление по применению квантовых технологий в сфере искусственного интеллекта.
- Москва к концу 2024 года создаст квантовый кластер на базе инфраструктуры инновационного центра «Сколково».
- Подписано соглашение между Российским квантовым центром и VK, которое ускорит развитие квантовых вычислений в облаке.
- НИТУ «МИСиС» начинает подготовку специалистов в области квантовой инженерии. По новой специальности будут обучаться около 400 студентов.
- Фондом развития научно-культурных связей «Вызов» при поддержке Газпромбанка учреждена Национальная премия в области будущих технологий «Вызов». Партнером премии выступило Правительство Москвы.
- Компания QRate организовала демонстрацию квантово-защищённой видеоконференцсвязи для Президента РФ. Эта и другие высокотехнологичные разработки были показаны на стенде ГК «Росатом».
- Международная научная конференция ICQT 2023, открывшая Форум, собрала ученых из России, Индии, Бразилии, Китая, Франции, Швеции, Беларуси, Германии и Австралии. На площадке состоялся ряд дискуссий, посвященных международному сотрудничеству и реализации совместных проектов. Также на конференции был представлен первый номер международного научного журнала «IDEA». Предполагается, что этот инновационный проект станет не только ежемесячным научным журналом, но и хранилищем препринтов, а также открытой коммуникационной платформой.

Источник: [Российская газета](#) [Доклад «Квантовые технологии для государства и бизнеса: настоящее и будущее»](#)

### Квантовый мост между Россией и Китаем



Российские специалисты завершили эксперимент по распределению квантового криптографического ключа с помощью китайского спутника Micius между двумя наземными приёмными станциями. Российская станция находилась на территории Звенигородской обсерватории ИНАСАН, а станция китайской стороны — в районе Наньшань, КНР. Общий объем полученного ключа в ходе этого сеанса, составил 614 Кбит, продолжительность сеанса — 200 сек. Стороны обменялись монохромными зашифрованными изображениями размером 256×64 пикселей. При передаче использовался метод одноразовых блокнотов с длиной ключа равной длине передаваемого сообщения.

По мнению специалистов, создание защищенных каналов связи на основе квантового распределения ключей позволит гарантированно защитить полезную информацию от компрометации и несанкционированного доступа.

Источник: [Ведомости](#)

### Правительство РФ разработало концепцию регулирования квантовых коммуникаций до 2030 года



В концепции подчеркивается необходимость формирования правового механизма, регулирующего использование квантовых коммуникаций в существующих сетях связи, а также создания новых сетей квантовой связи. Таким механизмом могут стать экспериментальные правовые режимы в сфере цифровых инноваций.

Новая отрасль должна быть представлена в Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности. Это необходимо, чтобы различные отраслевые организации, могли получать поддержку от государства. Кроме того, компании, работающие с квантовыми коммуникациями, получают право аккредитоваться как российские организации, осуществляющие деятельность в области информационных технологий.

Источник: [Правительство РФ](#)

### Южная Корея до 2035 года инвестирует в квантовые технологии 2,33 млрд долл.



Заявление о старте национальной квантовой программы сделал Министр науки и информационных технологий Республики Корея. Бюджет программы составит 3 трлн вон (около 2,33 млрд долл. США). Предполагается, что к 2035 году число исследователей в области квантовой науки и технологий увеличится в 7 раз до 2500 человек, будут разработаны квантовые компьютеры и сенсоры на базе собственных технологий, а доля мирового рынка, занимаемая корейскими производителями, составит не менее 10%.

Для скорейшего приобретения опыта в новой технологической области Корея планирует отправить 500 учёных на стажировку в ведущие мировые квантовые центры, в том числе в компании IBM и IonQ.

Источник: [Korea Pulse](#)

## Нидерланды, Германия и Франция укрепляют сотрудничество в квантовой сфере



Во исполнение соглашения, заключённого в ноябре 2022 г., три страны приступили к конкретным шагам по строительству общей экосистемы для ускоренного развития квантовых технологий. Стороны планируют учредить сеть исследовательских и производственных центров общего пользования «Европейский квантовый кампус», а также согласовать общую программу исследований и разработок.

Средства на совместные мероприятия будут выделены из национальных бюджетов стран-участников. В частности, 60,2 млн евро выделит Национальный фонд развития Нидерландов.

Источник: [Quantum Delta NL](#)

## Индия через два года запустит свой собственный квантовый спутник

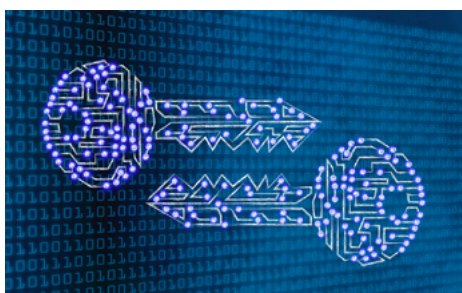


Впервые система квантовой связи в открытом пространстве была продемонстрирована в Индии в 2020 году. Тогда учёным удалось передать квантовый ключ на расстояние 300 метров. В июле Индийская организация космических исследований (ISRO) объявила о начале работ по созданию национальной системы квантовой спутниковой связи.

Команда исследователей будет сформирована на базе ключевого института индийской космической программы — Лаборатории физических исследований (PRL).

Источник: [Communications Today](#)

## NIST опубликовал перечень схем цифровой подписи для конкурса на дополнительный квантово-устойчивый стандарт



В перечень вошло 40 схем, основанных на различных синтезных принципах, в их числе задачи теории решеток, кодирования, хэш-функций и другие. Интерес представляет возвращение схем, основанных на пересмотренных задачах изогоний эллиптических кривых, систем нелинейных уравнений, учитывая, что в результате первого конкурса NIST схемы этих классов (SIKE, Rainbow) были скомпрометированы.

Основной причиной проведения дополнительного раунда стал тот факт, что наиболее эффективные схемы-победители основного этапа (CRYSTALS-Dilithium, Falcon) основаны на задачах теории решеток, а третий финалист — SPHINCS — уступает им по производительности.

Источник: [NIST](#)

## Новые приложения квантовой оптимизации для бизнеса



Решение задач дискретной оптимизации — одно из успешных направлений раннего внедрения квантовых вычислений. В июле стартовало несколько новых проектов, нацеленных на использование квантовой оптимизации для решения практических задач:

- Британская оборонная компания QinetiQ заключила соглашение с Inflection по разработке решений для военной логистики;
- Национальная лаборатория возобновляемой энергетики Минэнерго США (NREL) совместно с Atom Computing займётся оптимизацией энергосетей;
- Французская VINCI Energies вместе с QuantumBasel разработают платформу для расчёта системы вентиляции и кондиционирования в зданиях.

Источник: [Quantum Insider](#) [NREL](#) [QuantumBasel](#)

## Quantum South расширил возможности ПО для оптимизации загрузки самолёта



Победитель Airbus Quantum Computing Challenge 2019 г. уругвайский стартап Quantum-South выпустил новый релиз комплексного программного пакета для грузовых и пассажирских авиакомпаний. Новая версия позволяет с использованием вычислителя D-Wave в течение нескольких минут рассчитать оптимальный порядок загрузки аэродромных тележек, а также наилучшее распределение груза и топлива внутри наиболее популярных грузовых и пассажирских авиалайнеров.

Источник: [Quantum South](#)

## Преимущество квантово-вдохновлённых методов для предсказания стоимости опционов

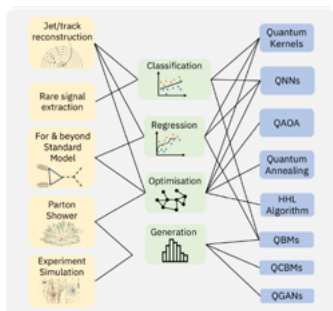


Для предсказания стоимости сложных опционов с несколькими активами обычно используется математический метод Монте-Карло. Новый подход на основе квантово-вдохновлённых тензорных сетей, предложенный британским инвестиционным банком Cirdan Capital совместно с компанией Terra Quantum, позволяет ускорить ряд вычислительных операций, таких как решение систем дифференциальных уравнений и многомерное интегрирование, и таким образом увеличить скорость решения основной задачи на 75%.

Расчёты пока выполняются на вычислительном GPU-кластере, но в будущем могут быть перенесены на полноценный квантовый компьютер.

Источник: [Terra Quantum](#)

## [Обзор] Использование квантовых вычислений в физике высоких энергий



Большая команда учёных из CERN, DESY, IBM и еще 30 организаций подготовила Белую книгу по использованию квантовых вычислений в практических задачах физики высоких энергий. Рассмотрены перспективы использования квантовых алгоритмов для оптимизации системы детектирования элементарных частиц и обработки изображений для современных ускорителей, статистического анализа результатов эксперимента, поиска аномалий, а также для физического моделирования.

Источник: [Arxiv](#)

## Q-CTRL разрабатывает квантовые навигационные сенсоры по заказу Минобороны Австралии



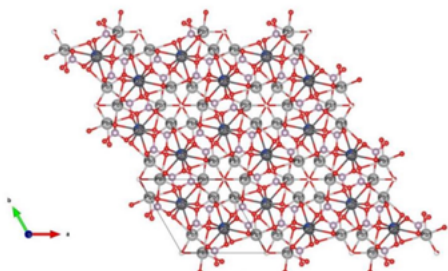
Сверхточные инерционные устройства на основе квантового гироскопа и акселерометра способны обеспечивать навигацию в отсутствие сигнала от спутниковой GPS, в частности, для подводных лодок.

Австралийская компания Q-CTRL разрабатывает квантовые сенсоры на основе холодных атомов. Точность системы гарантирует отклонение не более, чем на 1,6 км от расчетной точки на 1000 часов (почти 42 дня) подводного хода. За это время субмарина может пройти около 60 тыс. км. Поскольку эта технология разрабатывается в рамках трёхстороннего оборонного альянса AUKUS, она будет использоваться не только подводным флотом Австралии, но также флотами США и Великобритании.

Источник: [The Quantum Insider](#)

## ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

### Первый сверхпроводник при комнатной температуре и атмосферном давлении?

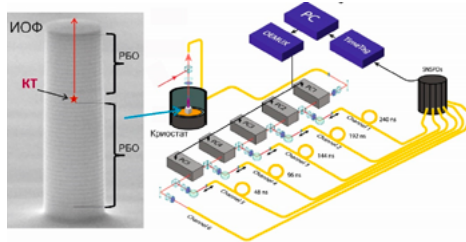


Южнокорейские физики в апатите свинца заменили часть атомов свинца более маленькими атомами меди. За счет этого уменьшился размер решетки, возникли внутренние механические напряжения и в конечном итоге — сверхпроводимость. Критическая температура материала, полученного методом твердотельного синтеза, составила 127°C.

Сверхпроводимость при комнатной температуре может произвести революцию во многих аспектах науки и техники. Если данные подтвердятся, новый материал полностью изменит квантовые технологии, поможет передавать без потерь электричество и создавать поезда на магнитной подушке. Впрочем, новые результаты пока не подтверждены другими научными группами, а многие учёные уже высказали сомнения по поводу обоснованности открытия.

Источник: [Arxiv](#)

## Первый в России источник одиночных фотонов для квантовых компьютеров

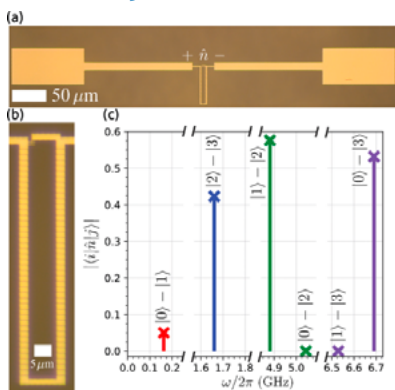


Источник одиночных фотонов создан в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН в рамках реализации дорожной карты квантовых вычислений. Он предназначен для использования в прототипе фотонного квантового компьютера на основе линейной оптики.

Оптимизация дизайна позволила получить однофотонное излучение с чистотой более 98% и степенью неразличимости 91% для последовательно испущенных с интервалом 242 нс одиночных фотонов, что находится на уровне лучших мировых результатов. Достигнутая яркость излучения (32%) позволила реализовать необходимое для квантовых вычислений пространственно-временное демультиплексирование фотонов по шести независимым пространственным модам (каналам) со скоростью параллельного детектирования более 0.1 Гц. Полученные результаты показывают применимость созданного источника для фотонных квантовых компьютеров.

Источник: [ТАСС](#) [Journal of Luminescence](#)

## Время когерентности кубита-флакониума увеличено до 1,43 миллисекунд

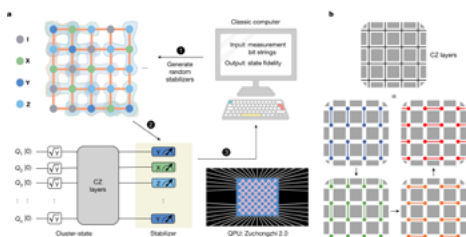


Группа, возглавляемая профессором университета Мериленда Владимиром Манучаряном (изобретатель сверхпроводникового кубита-флакониума), продемонстрировала новый рекорд времени когерентности в этих перспективных объектах. За счёт снижения рабочей частоты и улучшения схемотехники им удалось увеличить его до 1,43 мс.

Ключевые особенности флакониюевых кубитов - то, что они способны работать на относительно низких частотах, больше защищены от помех и быстрее реагируют на управляющие сигналы чем более распространённые трансмоны. Главные минусы — сложность изготовления и масштабирования квантовых процессоров на основе флакониумов.

Источник: [Physical Review Letters](#)

## Китайские учёные смогли запутать между собой 52 сверхпроводниковых кубита

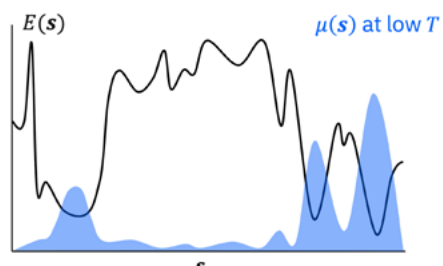


Группа китайских физиков под руководством Жан-Вей Пена смогла оптимизировать характеристики 66-кубитного сверхпроводникового процессора Zuchongzhi -2, увеличив в нём точность выполнения одно-и двухкубитных операций до 99,91 и 99,05%. Это помогло им сгенерировать одно- и двухмерные кластерные состояния с участием 52 и 30 кубитов и точностью 63,7 и 67,1%, соответственно.

Количество одновременно запутанных кубитов является важной характеристикой универсального квантового компьютера и определяет его возможность выполнять сложные квантовые алгоритмы. До сих пор в сверхпроводниковых процессорах удавалось запутать одновременно не более 12 кубитов, в ионных — 32 кубита.

Источник: [Nature](#)

## IBM приблизилась к практическому квантовому преимуществу

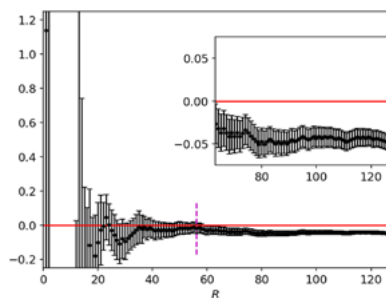


В статистике методы Монте-Карло с марковскими цепями это класс алгоритмов для осуществления выборки (семплирования) на основе определенного распределения вероятностей, например, для задачи оценки рисков. Учёные IBM обнаружили, что квантовая версия этого метода обладает достаточной устойчивостью к шумам и поэтому может быть успешно реализована на существующих «шумных» квантовых компьютерах.

Согласно теоретическим оценкам, квантовый алгоритм в состоянии обеспечить полиномиальное ускорение семплирования по сравнению с классическими подходами. Экспериментальная реализация на 27-кубитном процессоре IBM Falcon подтвердила эти оценки.

Источник: [Nature](#)

## Моделирование молекулы водорода с использованием прототипа логических кубитов



Учёные Quantinuum выполнили расчёт энергии основного состояния молекулы водорода, используя прототипы логических кубитов в ионном процессоре H1. Каждый из таких «логических кубитов» состоял из нескольких физических и был в состоянии обнаруживать ошибки в вычислениях. Однако, в отличие от полноценных логических кубитов, функция коррекции ошибок в этой системе пока отсутствует.

Для вычислений применялся байесовский квантовый алгоритм оценки фазы. В эксперименте использовались квантовые цепи на основе 920 физических двухкубитных гейтов, а в результате удалось рассчитать значение энергии с очень высокой точностью на уровне  $6 \times 10^{-3}$ .

Источник: [Arxiv](#)



### Quantum Business Europe



3-й европейский саммит, посвященный коммерциализации квантовых технологий. Среди более чем 1500 участников — госслужащие, представители крупного бизнеса, предприниматели и учёные.

В рамках саммита также пройдёт выставка.

Даты: **25–26 сентября**

Страна: **Франция (Париж)**

Формат: **очный**

Web: <https://www.quantumbusinesseurope.com/>

### IEEE Quantum Week



Крупная ежегодная конференция по квантовым вычислениям, организуемая некоммерческой инженерной ассоциацией США, объединит учёных инженеров и предпринимателей из различных стран мира.

Возможно дистанционное участие.

Даты: **17–22 сентября**

Страна: **США (Вашингтон)**

Формат: **очный/онлайн**

Web: <https://qce.quantum.ieee.org/2023/>

### Quantum Latino 2023



Первая в Латинской Америке конференция по квантовым технологиям объединит учёных, работающих в регионе, и приглашённых спикеров.

Возможно дистанционное участие.

Даты: **10–12 октября**

Страна: **Перу (Лима)**

Формат: **очный/онлайн**

Web: <https://quantum-latino.com/>

### European Quantum Technologies Conference (EQTC)



Ежегодная конференция в рамках Европейской квантовой инициативы.

Даты: **16–20 октября**

Страна: **Германия (Ганновер)**

Формат: **очный**

Web: <https://eqtc2023.qvls.de/>