



КВАНТОВЫЙ ДАЙДЖЕСТ

НКЛ

Национальная
Квантовая
Лаборатория



Апрель 2023 г.

НАЦИОНАЛЬНЫЕ КВАНТОВЫЕ ПРОГРАММЫ

- 02 Канада приняла дорожную карту развития квантовых технологий для обороны
- США утвердили новую национальную стратегию кибербезопасности
- Новый европейский проект нацелен на создание 1000-кубитного квантового компьютера
- Великобритания разрабатывает национальную квантовую программу с бюджетом 2,5 млрд фунтов
- В Индии запущена первая сеть с квантовым шифрованием и объявлена награда за её взлом

03 КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ

- Телекоммуникационные гиганты открывают собственные квантовые лаборатории
- Amazon запустил первую квантово-защищённую сеть в Сингапуре
- 04 NVIDIA представила систему DGX Quantum для гибридных квантово-классических вычислений
- SEEQC разработала криогенный управляющий чип для сверхпроводниковых процессоров
- Представлена квантовая генеративная платформа для предсказания новых материалов
- 05 Квантовое машинное обучение для анализа медицинских изображений
- JP Morgan Chase использует квантовые алгоритмы для глубокого хеджирования рисков

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

- 06 Итоги конференции Американского физического общества
- Ошибки логических кубитов впервые научились исправлять быстрее времени их декогеренции
- Эффективное запутывание кубитов, размещенных в различных процессорных модулях
- 07 Магнитные квазикристаллы исследованы с помощью кубитов
- Локализованные в углеродных нанотрубках электроны предложено использовать в роли кубитов
- Запутанность в двухфотонных смешанных состояниях измерили по одному фотону из пары
- 08 Ридберговские атомы превратили фотоны радиодиапазона в оптические
- Российские учёные опровергли скорый квантовый взлом алгоритма RSA
- Оценены вычислительные ресурсы для моделирования химических катализаторов
- 09 Оптимизация связей между финансовыми организациями поможет победить системные риски
- [Обзор] Современное состояние развития квантовых платформ

БЛИЖАЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- 10 SPIE Optics + Optoelectronics 2023
- 2nd annual Commercialising Quantum Global
- Форум будущих технологий. Вычисления и связь. Квантовый мир

Канада приняла дорожную карту развития квантовых технологий для обороны



Оборонное ведомство Канады признаёт квантовые технологии одним из важнейших классов новых технологий для ВПК. Среди направлений их будущего применения указаны позиционирование и навигация в отсутствие GPS, гравиметрия для поиска скрытых объектов, сверхчувствительные химические, биологические и радиационные сенсоры, безопасная связь и криптоанализ, а также новые типы материалов и биомедицинские технологии.

Семилетняя программа Министерства обороны Quantum 2030 включает планы разработки квантово-усиленных радаров и лидаров, сетей с квантовым распределением ключа и квантовых алгоритмов для решения различных задач обороны и безопасности. Программа станет составной частью Национальной квантовой стратегии Канады, утверждённой в январе 2023 года.

Источник: [Министерство обороны Канады](#)

США утвердили новую национальную стратегию кибербезопасности

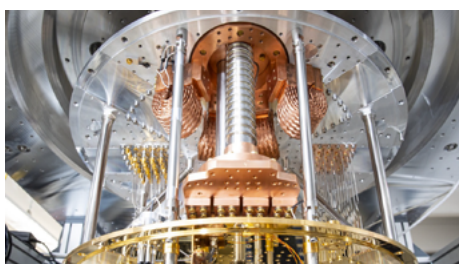


В документе отмечается, что мир вступает в новую фазу углубления цифровой зависимости, а кардинальные изменения в предстоящем десятилетии многократно умножат системные риски, связанные с небезопасными системами. Новая стратегия кибербезопасности призвана обеспечить устойчивость и безопасное функционирование цифровой инфраструктуры США перед лицом будущих вызовов.

Одна из неотложных мер – своевременный перевод информационных систем на совместимую квантово-устойчивую криптографию. Федеральное правительство определит приоритетность перехода уязвимых сетей и систем на новые криптографические среды и разработает стратегии снижения рисков для обеспечения криптографической гибкости при противодействии различным угрозам.

Источник: [Белый дом](#)

Новый европейский проект нацелен на создание 1000-кубитного квантового компьютера



Стартовавший в рамках европейской инициативы Quantum Flagship проект OpenSuperQPlus с бюджетом 20 млн евро объединит 28 исследовательских организаций из Германии, Франции, Нидерландов, Финляндии, Венгрии, Швеции, Австрии, Испании, Эстонии и Израиля. Координатором проекта стал университет Юлиха (Германия).

За 7 лет партнеры намерены создать 1000-кубитный квантовый компьютер на сверхпроводниках, способный решать практические задачи, а их промежуточной целью является изготовление через 3,5 года его 100-кубитного прототипа.

Источник: [Forschungszentrum Jülich](#)

Великобритания разрабатывает национальную квантовую программу с бюджетом 2,5 млрд фунтов



В 2014 г. Великобритания стала первым государством, принявшим национальную программу развития квантовых технологий. Новая программа, старт которой запланирован на 2024 г., также рассчитана на 10 лет, но её бюджет увеличен более чем в два раза. Возглавит программу Национальный квантовый центр, строительство которого завершается в научно-инновационном кампусе Харвелл в Оксфордшире.

Правительство страны надеется, что новая инициатива поможет Великобритании составить конкуренцию стремительно развивающейся квантовой индустрии США и Китая.

Источник: [Financial Times](#)

В Индии запущена первая сеть с квантовым шифрованием и объявлена награда за её взлом



Центр развития телематики (C-DOT) — индийский государственный центр развития телекоммуникационных технологий — объявил о запуске первой в стране сети с квантовым распределением ключа. Она свяжет штаб-квартиру Объединенного министерства связи и информационных технологий и Национальный центр информатики.

Для проверки надёжности системы министр связи Индии объявил хакатон, в котором «белым хакерам» предлагается найти уязвимости в квантовой сети. За каждую успешную попытку взлома объявлена награда в 10 млн рупий (около миллиона рублей).

Источник: [The Print](#)

КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ

Телекоммуникационные гиганты открывают собственные квантовые лаборатории

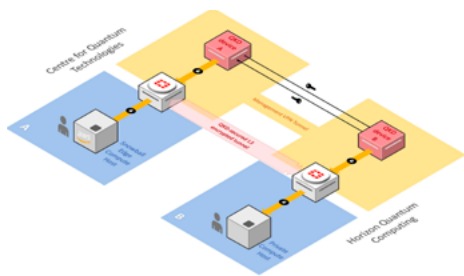


Cisco объявила об открытии в Калифорнии крупного исследовательского центра в области квантовых технологий, оптики и фотоники. Ближайшей задачей центра станет разработка коммерческих решений в области квантовых сетей и кибербезопасности. В перспективе компания намерена сотрудничать с университетами и национальными лабораториями в создании глобального квантового интернета.

Шведская Ericsson в свою очередь решила открыть квантовый центр в Канаде. Он сосредоточится на разработке квантовых алгоритмов для оптимизации телекоммуникационных сетей и на создании системы распределённых квантовых вычислений.

Источник: [Cisco](#) [The Quantum Insider](#)

Amazon запустил первую квантово-защищённую сеть в Сингапуре



Сеть с квантовым распределением ключа общей протяжённостью 16 км свяжет Сингапурский центр квантовых технологий и компании Horizon Quantum Computing и Fortinet.

Квантово-защищённые сети — это новое направление, которое Amazon Web Services (AWS) включила в свою исследовательскую программу. В предыдущие годы AWS запустила облачную платформу квантовых вычислений Braket и разработала ряд алгоритмов постквантового шифрования, которые сейчас тестируются в NIST.

Источник: [AWS](#)

NVIDIA представила систему DGX Quantum для гибридных квантово-классических вычислений

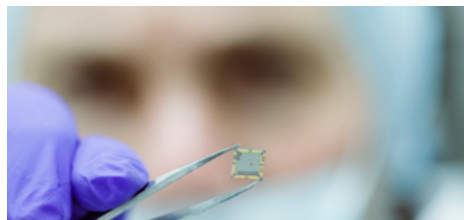


Компания NVIDIA в партнёрстве с Quantum Machines анонсировала DGX Quantum — первую систему, объединяющую GPU и квантовые вычисления. DGX Quantum включает средства ускоренных вычислений на базе модуля NVIDIA Grace Hopper (Arm-процессор + GPU), квантовую управляющую платформу Quantum Machines OPX+ и модель программирования с открытым исходным кодом NVIDIA CUDA Quantum. Такая комбинация позволяет создавать ресурсоёмкие приложения, сочетающие квантовые вычисления с современными классическими вычислениями.

О намерении интегрировать CUDA Quantum в свои платформы уже заявили компании по производству квантового оборудования Anyon Systems, Atom Computing, IonQ, ORCA Computing, Oxford Quantum Circuits и QuEra, разработчики ПО Agnostiq и QMware, а также некоторые суперкомпьютерные центры.

Источник: [Inside Quantum Technology](#)

SEEQC разработала криогенный управляющий чип для сверхпроводниковых процессоров

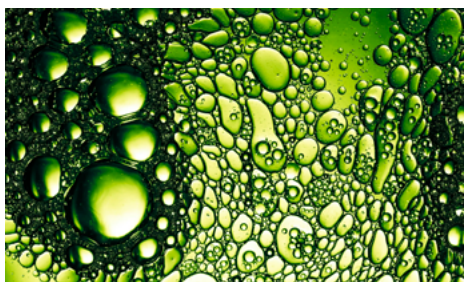


Перенос управляющей электроники непосредственно в криостат, где расположены кубиты, позволит избавиться от огромного количества электрических кабелей и упростит масштабирование схемы.

SEEQC — дочерняя компания производителя сверхпроводниковой электроники Hupres — разработала криогенный управляющий чип, который, в отличие от своего конкурента Intel HorseRidge, основан на одноквантовой логике (SFQ). SFQ значительно быстрее криогенной технологии КМОП, используемой Intel, и отличается существенно более низким энергопотреблением, что исключает тепловое воздействие на кубиты.

Источник: [Пресс релиз](#)

Представлена квантовая генеративная платформа для предсказания новых материалов



Основанная в 2021 г. американская компания Quantum Generative Materials (Gen-Mat) представила первый релиз своего программного пакета ZENO. ZENO основан на квантовых генеративных нейросетях, и способен предсказывать свойства новых и существующих материалов за время экспоненциально более быстрое, чем классические нейросети. В частности, пакет позволяет рассчитывать электро- и теплопроводность, теплоёмкость, плотность электронных состояний, ширину запрещённой зоны, магнитные свойства материала и многое другое.

В качестве демонстрации были выполнены расчёты свойств ряда известных катализаторов, которые показали очень близкие к экспериментальным результаты.

Источник: [Yahoo Finance](#)

Квантовое машинное обучение для анализа медицинских изображений



Компания QC Ware, специализирующаяся на квантовом программном обеспечении, сообщила о результатах совместного исследовательского проекта с Roche Pharma Research и INRIA CNRS — ведущими биотехнологическими компаниями. Изучались возможности квантового машинного обучения в задаче анализа медицинских изображений сетчатки глаза для выявления диабетической ретинопатии и определения её типа. Исследование проводилось с помощью программного эмулятора квантового компьютера, а также с использованием до 6 кубитов реального квантового компьютера IBM. Результаты показали, что квантовые алгоритмы машинного обучения оказались заметно эффективнее классических при анализе изображений с высоким разрешением.

Источник: [Quantum Insider](#) [Arxiv](#)

JP Morgan Chase использует квантовые алгоритмы для глубокого хеджирования рисков



JPMorgan Chase и QC Ware проверили, как квантовые вычисления могут улучшить практику глубокого хеджирования — снизить риски для инвестиционного портфеля с использованием моделей, учитывающих динамику рынка и торговые ограничения. Сначала исследователи изучили, как можно улучшить существующие классические схемы глубокого хеджирования с помощью глубокого квантового обучения. Затем, используя квантовое машинное обучение с подкреплением, они разработали новую квантовую структуру для глубокого хеджирования.

Исследование доказало, что квантовая нейронная сеть может обучаться с меньшим количеством параметров, а точность моделей улучшается по сравнению с эквивалентным классическим подходом.

Источник: [Cision](#) [Arxiv](#)

Итоги конференции Американского физического общества

APS March Meeting 2023

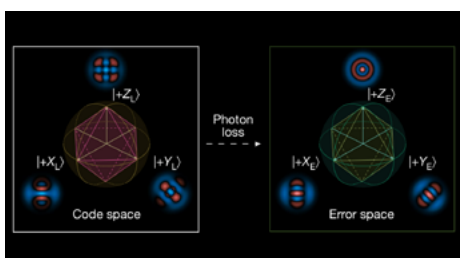


Портал Quantum Computing Report отметил несколько докладов, представленных на конференции APS March Meeting 2023:

- Quantinuum анонсировала процессор H2 состоящий из 32 ионных кубитов, разделённых на 8 зон. Точность операций в нём не изменилась по сравнению с 20-кубитным процессором H1-1;
- Intel разрабатывает 12-кубитный кремниевый процессор на подложке из изотопа ^{28}Si . Время когерентности в нём увеличено в 4 раза по сравнению с альтернативными системами. В процессоре также будет использован криогенный управляющий чип HorseRidge 2;
- Аналогично Diraq разрабатывает 4-кубитный спиновый процессор, интегрированный с собственной криогенной управляющей схемой;
- PsiQuantum объявила о достижении в своём фотонном процессоре точности одно- и двухкубитных операций 99,996% и 99,3%, соответственно;
- IBM продемонстрировала два новых протокола коррекции ошибок, а также сообщила о создании квантовой схемы со 127 кубитами и рекордной глубиной, равной 60;
- Университет Чикаго разработал прототип процессора, на основе массива атомов рубидия и цезия, расположенных в шахматном порядке. Различные типы атомов не влияют друг на друга, поэтому появляется возможность использовать их для выполнения операций и контроля ошибок.

Источник: [Quantum Computing Report](#)

Ошибки логических кубитов впервые научились исправлять быстрее времени их декогеренции

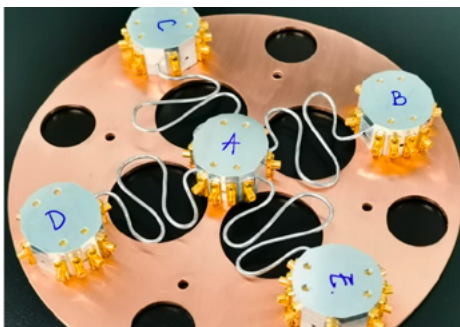


Для того, чтобы коды коррекции можно было применять на практике, весь процесс нахождения и коррекции ошибок в кубитах должен происходить быстрее, чем разрушается состояние кубита.

Двум научным группам из США (Йельский университет) и Китая (Южный научно-технологический университет) независимо друг от друга удалось впервые реализовать квантовые коды коррекции ошибок, удовлетворяющие этому требованию. В обеих работах физики использовали высококогерентные сверхпроводниковые кубиты-трансоны из тантала. Их большое время когерентности и разработанные методы кодировки, измерения и обработки позволили скорректировать ошибки логических кубитов в 1,16 и в 2,27 раз быстрее времени жизни кубита.

Источник: [Nature Yale](#) [Nature SUST](#) [N+1](#)

Эффективное запутывание кубитов, размещенных в различных процессорных модулях

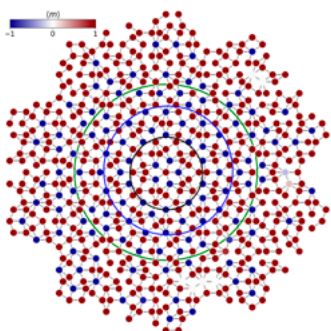


Физики из Национального центра в Хэфее, Аргоннской национальной лаборатории и нескольких китайских и американских университетов продемонстрировали запутывание кубитов-трансмонов, расположенных на 5 различных модулях и соединенных между собой коаксиальными алюминиевыми кабелями.

Достоверность состояния Гринбергера-Хорна-Цайлингера (состояния с максимальной запутанностью) для 4 и 12 кубитов составила, соответственно, 92% и 56%, а линейные потери в сверхпроводящем кабеле составили всего лишь 0,15 дБ/км — это меньше, чем потери оптического сигнала в волоконных линиях.

Источник: [Nature](#)

Магнитные квазикристаллы исследованы с помощью кубитов

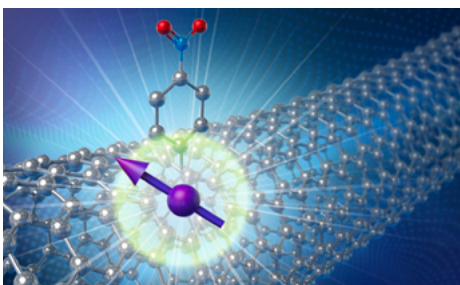


Исследователи из национальной лаборатории в Лос-Аламосе использовали адиабатический компьютер D-Wave в качестве платформы для проведения физических экспериментов с магнитными квазикристаллами. Кубиты в квантовом процессоре были соединены с другим таким образом, чтобы воспроизвести форму квазикристалла Пенроуза, а внешнее магнитное поле позволяло трансформировать магнитный ландшафт квазикристаллического объекта.

Оказалось, что во внешних магнитных полях кубиты в такой системе имеют большое количество стабильных подуровней, что сулит существенный выигрыш в сравнении с обычными кубитными системами.

Источник: [Science Advances](#)

Локализованные в углеродных нанотрубках электроны предложено использовать в роли кубитов

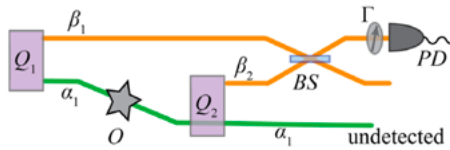


Из-за слабого спин-орбитального взаимодействия время когерентности электронных спинов в углеродных нанотрубках значительно больше, чем в твердотельных матрицах. С другой стороны, электроны обычно свободно перемещаются по нанотрубке, что не даёт возможность использовать их в качестве кубитов.

Учёные из Аргоннской лаборатории изменили атомную структуру углеродных нанотрубок химическим путем так, чтобы вращающийся электрон вынужден был оставаться в локализованном состоянии. Результаты тестов показали рекордное время когерентности по сравнению со спиновыми системами, созданными другими методами — 8,2 микросекунды.

Источник: [Nature Communications](#)

Запутанность в двухфотонных смешанных состояниях измерили по одному фотону из пары

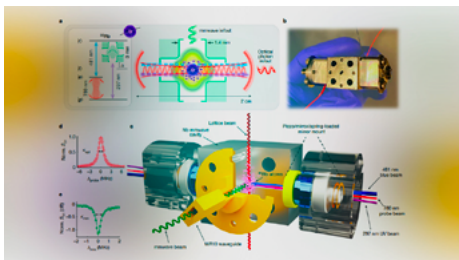


В отличие от чистых состояний, смешанные состояния квантовых систем не являются квантово-когерентными и не обнаруживают явлений квантовой интерференции.

Нобелевский лауреат 2022 года по физике Антон Цайлингер с группой исследователей реализовали эксперимент с использованием простой схемы с двумя одинаковыми кристаллами в качестве генераторов фотонов. Измеряя интерференционный контраст, физики восстановили элементы матрицы плотности и сравнили их с томографией по двум фотонам. Результаты обоих методов оказались согласованы — это впервые доказало, что, как и в случае с чистыми состояниями, томография смешанных состояний может быть выполнена с использованием только одного фотона.

Источник: [Phys. Rev. Lett.](#) N+1

Ридберговские атомы превратили фотоны радиодиапазона в оптические



Микроволновые фотоны, которые могут менять состояния сверхпроводящих кубитов, сложно передавать на далекие расстояния, в отличие от оптических фотонов. Этот факт затрудняет масштабирование процессоров и создание квантовых сетей.

Учёные Чикагского университета смогли связать излучение миллиметрового радиодиапазона и оптические моды с эффективностью 58%, используя ридберговские атомы. Эти объекты хорошо подходят для такой цели, поскольку в ридберговских атомах есть все необходимые резонансы: возбуждение из основного состояния на уровень с большим значением главного квантового числа требует оптических фотонов, а переходы между высоколежащими состояниями — радиоволн.

Источник: [Nature](#) N+1

Российские учёные опровергли скорый квантовый взлом алгоритма RSA

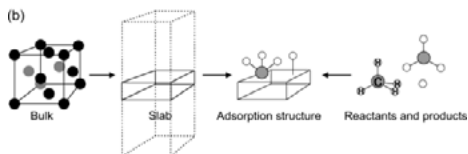


В конце 2022 года китайские учёные заявили о достижении сублинейной оценки для алгоритма факторизации. Используя классический метод Шнорра, они показали возможность факторизации 48-битового числа RSA с помощью 10-кубитного квантового компьютера, а также сделали вывод, что для факторизации 2048-битового числа достаточно 372 физических кубитов.

Учёные Российского квантового центра и Сбербанка посчитали данный вывод преждевременным, так как, по всей видимости, метод Шнорра не масштабируется на числа RSA, реально используемые в современной криптографии, а также даёт лишь приближенные решения, которые не переносятся на реально используемые криптосистемы. К тому же, метод Шнорра не будет работать с отечественными криптосистемами на эллиптических кривых. Тем не менее, важно понимать, что появление новых классических и квантовых алгоритмов криптоанализа является важным аргументом на пути к внедрению постквантовой криптографии.

Источник: [Arxiv](#)

Оценены вычислительные ресурсы для моделирования химических катализаторов

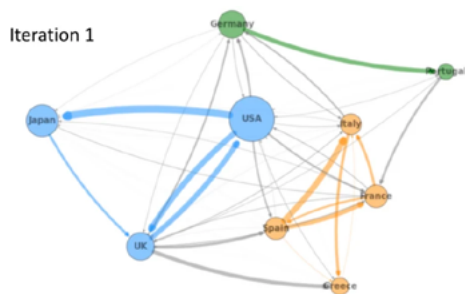


Расчёт свойств более эффективных катализаторов для промышленных химических процессов - одна из задач, которые неподъемны для классических компьютеров. Исследователи из британской Riverlane оценили необходимые вычислительные ресурсы для квантово-химического моделирования свойств катализаторов NiO и PdO на квантовых компьютерах.

Оказалось, что, в периодическом твёрдом теле для оценки энергии основного состояния молекул с гамильтонианом, содержащим 200-900 орбиталей, требуется до 300 миллионов физических кубитов при их физической погрешности 0,1%.

Источник: [Physical Review Research](https://www.nature.com/articles/s41585-021-00408-1)

Оптимизация связей между финансовыми организациями поможет победить системные риски

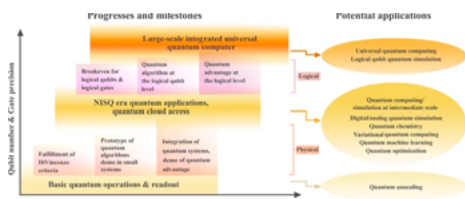


Динамическая устойчивость финансовой системы регулируется связями между отдельными кредитными организациями, составляющими финансовую сеть. Чем большее число организаций взаимодействуют, тем меньше риск краха каждой из них, но тем выше риск, который может привести к каскадному системному кризису.

Группа математиков из университетов Торонто и Нью-Йорка разработала подход к снижению системного риска на основе оптимизации связей между финансовыми учреждениями, таких как регулирование кредитов, взаимное владение акциями и других обязательств. Квантовый оптимизационный алгоритм позволил идеально настроить взаимодействие между банками и создать модель разветвлённой финансовой сети, устойчивой к внешним рискам.

Источник: [Scientific Reports](https://www.nature.com/articles/s41598-021-00408-1)

[Обзор] Современное состояние развития квантовых платформ



Детальный обзор, подготовленный большой группой авторов из Китая, США и Японии, описывает принципы работы, статус и перспективы всех распространённых физических платформ, используемых для создания современных «шумных» квантовых компьютеров (NISQ). Приводится также описание основных квантовых алгоритмов и перспектив практического применения квантовых вычислений.

Обзор написан доступным языком и предназначен для широкой аудитории.

Источник: [Frontiers of Physics](https://www.nature.com/articles/s41585-021-00408-1)

SPIE Optics + Optoelectronics 2023

SPIE.

Центральный международный форум в области оптики и оптоэлектроники. Отдельная секция будет посвящена квантовой оптике и квантовым оптическим технологиям.

Даты: **24–27 апреля**

Страна: **Чехия**

Формат: **очный**

Web: <https://spie.org/conferences-and-exhibitions/optics-and-optoelectronics?S-SO=1>

2nd annual Commercialising Quantum Global



Наиболее представительный международный форум, входящий в список Economist Impact и посвященный коммерциализации квантовых технологий. Участники – руководители крупнейших компаний индустрии: IBM, Ernst & Young, Roche, JPMorgan Chase, HSBC и многих других.

Виртуальное участие бесплатно.

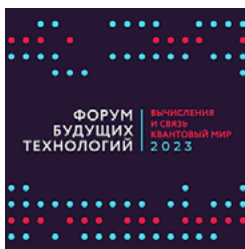
Даты: **17–18 мая**

Страна: **Великобритания**

Формат: **очный/онлайн**

Web: <https://events.economist.com/commercialising-quantum/>

Форум будущих технологий. Вычисления и связь. Квантовый мир



Мероприятие собирает учёных из ведущих университетов и исследовательских центров мира, экспертов и представителей бизнеса, работающих над созданием и внедрением решений на основе квантовых технологий. Форум проводится в рамках мероприятий Десятилетия науки и технологий в России. Организаторами мероприятия выступают Российский квантовый центр, проектный офис по квантовым технологиям Госкорпорации «Росатом» и Фонд Росконгресс.

Даты: **10–14 июля**

Страна: **Россия, Москва**

Формат: **очный**

Web: <https://roscongress.org/events/forum-tekhnologiyi-budushchego-kvantovyy-mir/about/>