



КВАНТОВЫЙ ДАЙДЖЕСТ

НКЛ

Национальная
Квантовая
Лаборатория



Июль 2023 г.



НАЦИОНАЛЬНЫЕ КВАНТОВЫЕ ПРОГРАММЫ

- 02 ПМЭФ-2023: в преддверии Форума будущих технологий состоялась сессия по квантовым технологиям
Наблюдательный совет рекомендовал продлить национальную квантовую программу США
Академия наук США определила перспективные направления на стыке химии и квантовой информатики
Минобороны США поддержит проект по применению квантовых технологий в высокоточном оружии
- 03 China Telecom создаёт специализированную компанию для развитие квантовых коммуникаций
Правительство Дании инвестирует 1 млрд крон (93,6 млн долл.) в квантовые технологии



КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ

- 04 Первый 12-кубитный кремниевый процессор Intel Tunnel Falls
Microsoft реализует план по созданию квантового суперкомпьютера
SandboxAQ заключает новые партнерства с государством и бизнесом
Quantum Machines и QuantWare разработают готовый к использованию квантовый процессор
- 05 Iberdrola и Multiverse оптимизируют энергосети со сложным режимом генерации
Inflection представила технологию компактных квантовых акселерометров
Quantinuum позволит создавать истинно случайные ключи шифрования на подключённых устройствах



ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

- 06 IBM усовершенствовала технологию подавления ошибок
QuTech разработала быстрый и стабильный прототип Андреевского кубита
[Обзор] 256-кубитный нейтрально-атомный процессор QuEra Aquila
- 07 Новый способ охлаждения уменьшает шумы в квантовых процессорах
Оценены ресурсы для взлома 256-битных эллиптических криптосистем
IonQ продемонстрировала квантовые модели когнитивного поведения
- 08 IonQ увеличивает продажи и открывает облачный доступ к новому процессору Forte
Левитирующая микросфера как сверхчувствительный квантовый акселерометр
Кремниевый квантовый источник света для интегральной фотоники
Новый рекорд дальности передачи квантового ключа от компании Terra Quantum



БЛИЖАЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- 09 20th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2023)
Quantum Business Europe
- 10 IEEE Quantum Week
Quantum Latino 2023

ПМЭФ-2023: в преддверии Форума будущих технологий состоялась сессия по квантовым технологиям



Впервые в рамках Петербургского международного экономического форума состоялась сессия по квантовым технологиям — «Технологии будущего: когда надо — уже поздно». Дискуссия предварила крупнейшее событие в области новых технологий в России — Форум будущих технологий, который пройдет с 9 по 14 июля 2023 года в Москве.

Участники дискуссии обсудили перспективы инвестирования в будущие инновации, в том числе в квантовые технологии, которые играют важную роль в развитии нашей страны и уже стали неотъемлемой частью прогресса. По словам помощника Президента Российской Федерации Максима Орешкина, «чтобы быть конкурентноспособными завтра, этим нужно заниматься сегодня... Важны не только научные исследования, но и диалог научного сообщества и бизнеса, который дает синергетический эффект».

Источник: [ФБТ](#)

Наблюдательный совет рекомендовал продлить национальную квантовую программу США



A Report of the

National Quantum Initiative Advisory Committee

June 2023

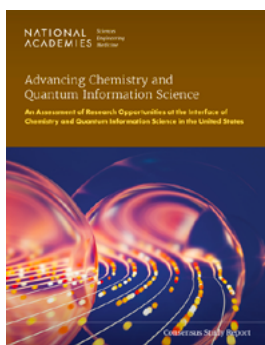
Renewing the National Quantum Initiative:
Recommendations for Sustaining American
Leadership in Quantum Information Science

Наблюдательный совет Национальной квантовой программы США (NQI) дал независимую оценку результатов, достигнутых за 5 лет. По мнению членов совета развитие квантовых технологий имеет важное значение для экономической и национальной безопасности страны, а программа NQI способствовала значительному прогрессу в этом направлении. При этом остаётся много нерешённых задач, которые не позволили пока добиться существенной экономической отдачи в отрасли.

Совет рекомендовал продлить NQI на следующие 5 лет и осуществить ряд новых мероприятий, направленных на поддержку фундаментальных исследований, развитие образовательных программ, привлечение зарубежных учёных, установление промышленных партнёрств и развитие производственной базы.

Источник: [Quantum.gov](#)

Академия наук США определила перспективные направления на стыке химии и квантовой информатики



Развитие квантовой информатики обычно связывают с прогрессом в физике и компьютерных науках. Подготовленный Национальной академией наук США доклад рассматривает наиболее перспективные направления на стыке квантовой информатики и химии. Эксперты выделили три исследовательские темы, на развитие которых рекомендовано обратить первоочередное внимание государственным организациям и фондам:

- проектирование и синтез молекулярных кубитных систем;
- измерение свойств молекулярных квантовых систем и управление ими;
- новые экспериментальные и вычислительные подходы для ускорения проектирования и улучшения качества молекулярных кубитов.

Источник: [Национальная академия наук](#)

Минобороны США поддержит проект по применению квантовых технологий в высокоточном оружии



Победителем ежегодного конкурса разработчиков перспективных систем вооружений (ARAP) стал предложенный Army Research Office проект Classical quantum hybrid constructs to Advance Weapons Systems (CLAWS).

Бюджет 3-х летнего проекта составит 45 млн долл. Его целью является разработка квантовых систем визуализации, позиционирования и навигации для высокоточных кинетических боеприпасов.

Источник: [Минобороны США](#)

China Telecom создаёт специализированную компанию для развитие квантовых коммуникаций



Китайская государственная телекоммуникационная компания инвестировала 3 млрд юаней (434 млн долл.) в создание дочерней компании для развития и продвижения технологий квантовой связи. На сегодняшний день Китай является мировым лидером в этом направлении. При участии China Telecom в стране приняты 5 соответствующих национальных стандартов, организованы кабельные квантовые сети, а также мобильная сеть 5G с квантовым шифрованием, пользователями которой уже стали более 500 тыс. человек.

Источник: [Reuters](#)

Правительство Дании инвестирует 1 млрд крон (93,6 млн долл.) в квантовые технологии

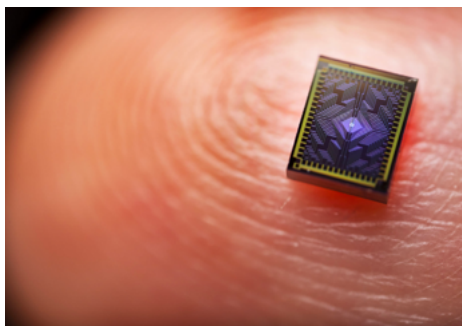


Средства будут выделены в течении 5 лет, при этом финансирование на 2023 г. предусмотрено в размере 212 млн крон. В рамках программы будут поддержаны как прикладные разработки, так и фундаментальные исследования и образовательные программы.

В прошлом году в Дании стартовал 12-летний проект по созданию сверхпроводникового квантового процессора с бюджетом 200 млн долл. и 4-летний проект по созданию фотонного процессора с бюджетом 3 млн долл.

Источник: [The Quantum Insider](#)

Первый 12-кубитный кремниевый процессор Intel Tunnel Falls

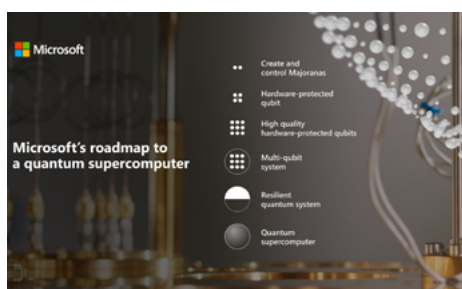


12 спиновых кубитов расположены в ряд, размер каждого из них составляет 50×50 нм. Квантовые чипы изготавливаются с помощью стандартных полупроводниковых технологий на 300 мм пластинах и предназначены для работы при температуре 1,7 К. В отличие от конкурентов, Intel не планирует организовывать облачный доступ к своим процессорам, а предоставит их для экспериментов партнёрским организациям.

Сообщается, что компания уже разрабатывает квантовый чип следующего поколения, который будет выпущен в 2024 году. Он, вероятно, будет интегрирован с криогенным управляющим модулем HorseRidge, а кубиты в нём будут расположены в виде двумерной решётки, что увеличит количество связей между ними.

Источник: [Intel](#)

Microsoft реализует план по созданию квантового суперкомпьютера

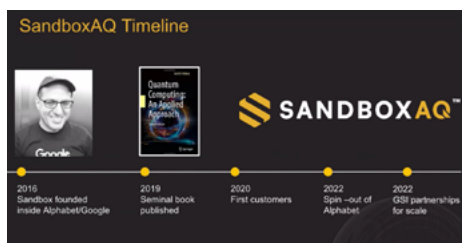


Microsoft последовательно реализует концепцию квантовых вычислений с использованием кубитов на базе квазичастиц Майораны. В прошлом году компания впервые смогла экспериментально продемонстрировать такие частицы. Следующими шагами должны стать изготовление на их основе кубитов, затем — многокубитных систем и, наконец, полностью защищённой от ошибок вычислительной системы.

Компания придумала новую метрику для будущих квантовых процессоров: «количество надёжных квантовых операций в секунду» (гQOPS). Первоначальной целью будет достижение $\text{гQOPS} = 1$ млн при ошибке логических операций не более 10^{-12} . Финальной же целью является $\text{гQOPS} = 1$ млрд при ошибке 10^{-18} .

Источник: [Microsoft](#) [Phys.Rev. B](#)

SandboxAQ заключает новые партнерства с государством и бизнесом

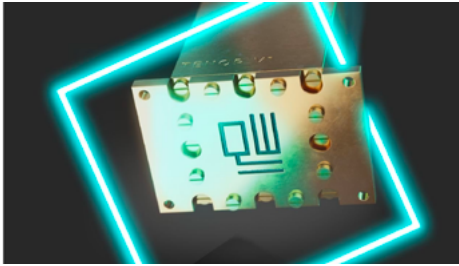


SandboxAQ выделилась из Google год назад для разработки решений в области кибербезопасности, фармацевтики и квантовой сенсорики. На эти цели компании удалось привлечь инвестиции в размере 500 млн долл.

В июне SandboxAQ объявила о заключении контрактов с Управлением информационных систем Минобороны США (DISA) по разработке прототипа квантово-устойчивой криптографической системы для государственных организаций, а также с биофармацевтическими гигантами Sanofi и AstraZeneca по созданию квантовой платформы для предсказательного моделирования новых лекарств.

Источник: [SandboxAQ-DISA](#) [SandboxAQ-Pharma](#)

Quantum Machines и QuantWare разработают готовый к использованию квантовый процессор



Нидерландский стартап QuantWare предлагает к продаже 25-кубитный сверхпроводниковый чип Contralto с настраиваемой по желанию заказчика конфигурацией. Для того, чтобы создать полноценный квантовый компьютер, он должен быть доукомплектован управляющей электроникой и криогенной системой.

Стартап договорился о партнёрстве с израильской компанией Quantum Machines — разработчиком криогенных управляющих модулей и программного обеспечения для совместного выпуска полноценной и полностью готовой к работе вычислительной системы.

Источник: [Cision](#)

Iberdrola и Multiverse оптимизируют энергосети со сложным режимом генерации

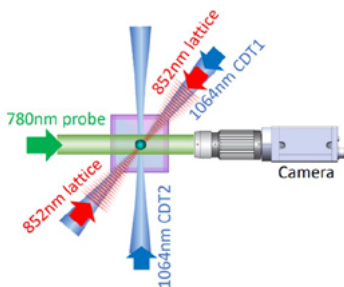


Испанская энергетическая группа Iberdrola входит в десятку крупнейших энергокомпаний мира и является мировым лидером в области возобновляемой энергетики. В сотрудничестве со стартапом Multiverse компания намерена изучить возможности квантовых алгоритмов для управления децентрализованными энергосетями со сложным режимом генерации и потребления.

В частности, в рамках первого 10-месячного проекта должна быть решена вычислительно сложная задача расчёта оптимального количества и расположения накопителей энергии в системах солнечной и ветроэнергетики.

Источник: [Multiverse](#)

Inflection представила технологию компактных квантовых акселерометров



Акселерометры являются частью инерционных навигационных устройств альтернативе современной GPS. Устройство, разработанное компанией Inflection и Университетом Колорадо, использует алгоритмы машинного обучения для расчета ускорения на основе анализа изображений одномерного массива атомов рубидия, помещенных в узлы магнитооптической решётки. В отличие от аналогичных устройств, сенсор имеет компактный форм-фактор. Он может быть масштабирован и настроен для достижения более высокой чувствительности. Другим его достоинством является устойчивость к вибрации, что облегчает практическое применение.

Источник: [Inflection](#) [Arxiv](#)

Quantinuum позволит создавать истинно случайные ключи шифрования на подключённых устройствах



В прошлом году Quantinuum открыла облачный сервис доступа к квантовому генератору случайных чисел. Новый продукт — Quantum Origin Onboard позволяет избежать необходимости обращаться к сервису каждый раз, когда случайное число потребуется для генерации ключа шифрования.

Случайное число передается единственный раз на подключённое устройство и затем смешивается со случайной информацией, сгенерированной встроенным программным модулем для каждого нового ключа. Решение не требует изменений в аппаратуре пользователя и легко интегрируется с ядром Linux или модулем OpenSSL.

Источник: [Quantinuum](#)

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

IBM усовершенствовала технологию подавления ошибок

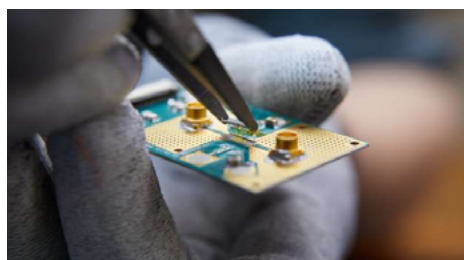


На примере решения задачи по моделированию поведения магнитного материала, учёные IBM продемонстрировали работу своей новой технологии подавления ошибок. В ходе эксперимента были проведены точные измерения шума в каждом из 127 кубитов процессора Eagle. Оказалось, что они следуют относительно предсказуемым закономерностям, определяемым позицией кубита внутри устройства и другими факторами. Зная их, можно установить, какими были бы измерения в отсутствие помех.

Результаты подтвердили верность выбранной компанией краткосрочной стратегии, нацеленной на уменьшение ошибок, а не на их исправление. Однако в долгосрочной перспективе IBM надеется перейти и к исправлению ошибок методу, который потребует большого количества дополнительных кубитов для каждого кубита с данными.

Источник: [Nature](#)

QuTech разработала быстрый и стабильный прототип Андреевского кубита

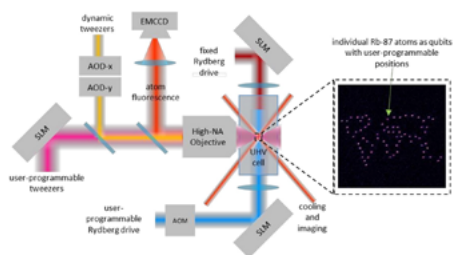


Андреевский кубит является гибридной системой, сформированной из спинового кубита, помещенного в ближнюю зону Джозефсоновского контакта, и сочетает в себе достоинства как спиновой платформы (малый размер кубита), так и сверхпроводниковой платформы (легкость масштабирования и управления).

Исследователи из нидерландской QuTech реализовали Андреевский кубит в эксперименте и доказали возможность эффективного управления спином, используя микроволновой сигнал. Учёные отметили быструю скорость считывания и управления состоянием спина, что обеспечивается высоким значением частоты Раби, которая превысила 200 МГц.

Источник: [Nature Physics](#)

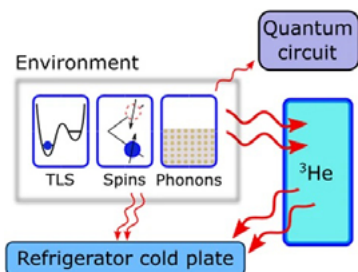
[Обзор] 256-кубитный нейтрально-атомный процессор QuEra Aquila



В Белой книге, подготовленной сотрудниками бостонского стартапа QuEra, в числе основателей которого российско-американский физик Михаил Лукин, а в числе инвесторов — предприниматель и венчурный инвестор Сергей Белоусов, приводится детальное описание архитектуры и принципов работы 256-кубитного процессора Aquila. Обсуждаются сильные и слабые стороны нейтрально-атомной платформы, а также особенности реализации в ней квантовых вычислительных алгоритмов.

Источник: [Arxiv](#)

Новый способ охлаждения уменьшает шумы в квантовых процессорах

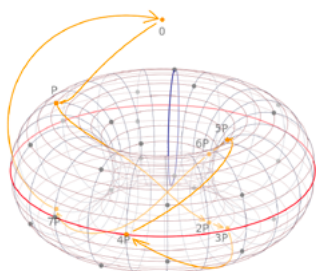


Даже при очень низких температурах, достижимых в современных криостатах растворения, в квантовых системах остаются остаточные механизмы декогеренции, связанные, в частности, с шумами на атомарных дефектах диэлектриков.

Исследователи из Великобритании, Швеции и США предложили помещать квантовые схемы в сверхтекучий гелий-3, который не влияет на работу сверхпроводящей схемы, но в 1000 раз улучшает отвод избытка тепла по сравнению с криогенным вакуумом. Это значительно снижает квантовые шумы и повышает стабильность работы кубитов.

Источник: [Nature Communications](#)

Оценены ресурсы для взлома 256-битных эллиптических криптосистем

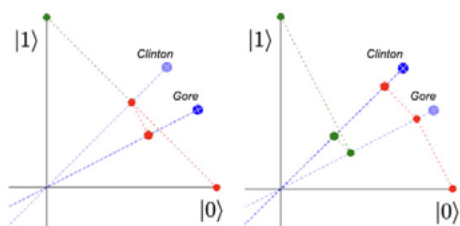


Недавно компания PsiQuantum доложила о многократном улучшении времени выполнения некоторых алгоритмов в фотонном процессоре за счёт увеличения связности кубитов и более эффективного использования неактивного вычислительного объема. В частности, оценка скорости взлома 2048-битного кода шифрования RSA с помощью квантового алгоритма Шора была улучшена в 50 раз по сравнению с ранними расчётами.

В новой работе PsiQuantum оценивается вероятность взлома 256-битного ключа шифрования в криптосистеме на эллиптических кривых, к которым относятся в том числе отечественные шифры электронной цифровой подписи и алгоритмы блочного шифрования. Согласно расчётам, модульный фотонный процессор с 7 млн физических кубитов справится с такой задачей всего за 10 минут.

Источник: [Arxiv](#)

IonQ продемонстрировала квантовые модели когнитивного поведения



Учёные IonQ совместно с физиками и психологами из Калифорнийского университета в Беркли и Лондонского университета провели аналогию между состояниями квантовой суперпозиции и запутанности и определёнными особенностями когнитивных процессов человека. Исследователи предложили квантовую реализацию поведенческих моделей в состоянии неопределённости. По их мнению, в дальнейшем можно будет таким образом построить улучшенные модели принятия решений, имитирующих человеческое сознание. Например, для предсказания результатов выборов, раскрытия неосознанных предубеждений или создания таргетированных рекламных объявлений.

Источник: [Entropy](#)

IonQ увеличивает продажи и открывает облачный доступ к новому процессору Forte

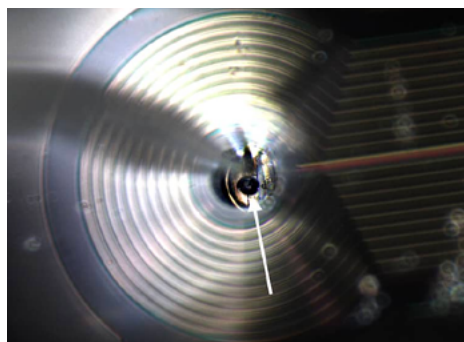


Компания договорилась об установке двух своих систем в швейцарском центре Quantum Basel и о создании на его базе «Квантового инновационного центра для стран Европы, Ближнего Востока и Африки (EMEA)». Это соглашение помогло IonQ удвоить бронирование своих квантовых систем по сравнению с прошлым годом, доведя его до 45–55 млн долл.

Также компания открыла облачный доступ к новому 32-кубитному процессору Forte. В отличие от предыдущей модели Aria в нём используется единственный сканирующий лазерный пучок для управления всеми ионными кубитами. Благодаря этому удалось улучшить характеристики системы: согласно принятым в компании метрикам, количество алгоритмических кубитов (AQ) увеличено с 25 до 29.

Источник: [Quantum Computing Report](#) [IonQ](#)

Левитирующая микросфера как сверхчувствительный квантовый акселерометр

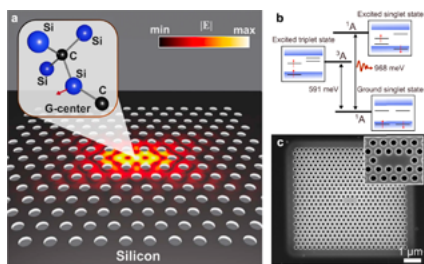


Ученые из Швеции и Австрии с использованием квантового СКВИД магнетометра, смогли измерять сверхмалые колебания левитирующей микросферы массой 700 нг, удерживаемой в магнитной ловушке. Таким образом ими был реализован сверхчувствительный сенсор малых сил и ускорений.

Учёные надеются, что в будущем этот сенсор может быть полезен для поисков тёмной материи, которая, как полагают, составляет 85% массы вселенной и с помощью гравитационных сил чрезвычайно слабо взаимодействует с обычной материей.

Источник: [Phys. Rev. Applied](#)

Кремниевый квантовый источник света для интегральной фотоники

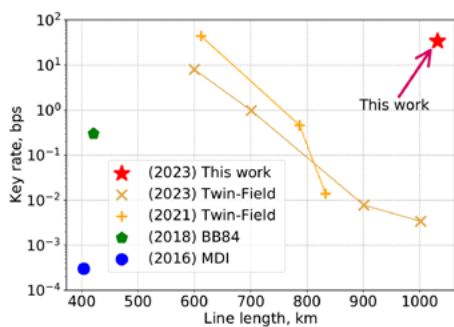


В Калифорнийском университете в Беркли создан источник одиночных фотонов «по требованию», представляющий собой единичный дефект, включающий два атома углерода в кремниевом фотонном кристалле (так называемый G-центр). Оптический резонатор, которым является кремниевая полость, обеспечивает более чем 30-кратное увеличение люминесценции излучающего центра, а сама структура была изготовлена с помощью стандартных КМОП технологий.

Исследователи полагают, что разработанная ими простая технология интегрированного источника квантового света найдет широкое применение в устройствах кремниевой фотоники.

Источник: [Nature Communications](#)

Новый рекорд дальности передачи квантового ключа от компании Terra Quantum



Спустя два месяца после аналогичного достижения китайских учёных, швейцарский стартап смог передать квантовый ключ на расстояние 1032 км. При этом, в отличие от китайского эксперимента, квантовый сигнал передавался через самое обычное оптоволокно, а скорость передачи удалось увеличить в 10 тыс. раз до 34 бит/с.

В основе новой технологии — использование полуклассических многофотонных импульсов достаточной интенсивности, что дало возможность применить промежуточные эрбиевые волоконные усилители, расположенные на расстоянии 50 км друг от друга.

Источник: [Arxiv](#)

БЛИЖАЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

20th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2023)



Ежегодная конференция, посвященная математическим основам квантовых вычислений, квантовой физики и смежных областей. Основное внимание уделяется использованию математических и компьютерных научных методов, применимых к изучению физических систем и физических процессов, разработке квантовых и квантово-вдохновленных методов в таких областях, как лингвистика и искусственный интеллект.

Даты: **17–21 июля**

Страна: **Франция (Париж)**

Формат: **очный**

Web: <https://qpl2023.github.io>

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/>