# КВАНТОВЫЙ ДАЙДЖЕСТ

НКЛ Национальная Квантовая Лаборатория

Май 2023 г.

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ КВАНТОВЫЕ ПРОГРАММЫ


02 На Российской орбитальной станции планируется отработать технологию квантовой связи

Квантовые технологии в КНР: государственная поддержка и частные инвестиции

Индия продлила национальную квантовую программу до 2030 г. с бюджетом 730 млн долларов

Еврокомиссия согласовала основные положения «Закона о чипах»

03 В Великобритании создаётся центр квантового программного обеспечения

В Конгресс США внесён законопроект о «квантовой песочнице»

В Японии открыт облачный доступ к первому в стране 64-кубитному квантовому компьютеру


## КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ


04 KPMG и EY помогают своим индустриальным клиентам сформировать квантовую стратегию

Microsoft и Johnson Matthey ищут новые катализаторы для производства водорода

QC Ware представила платформу Promethium для квантово-химических расчетов

05 IBM и Moderna работают над усовершенствованием мРНК-вакцин

Минэнерго США заявило о приоритетном развитии квантовых сенсоров для мониторинга электросетей


## ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ


06 Новые многообещающие результаты с кубитами — флаксониумами

Российские учёные ускорили квантовые алгоритмы с помощью кудитов

Google вновь заговорила о «квантовом превосходстве»

С помощью адиабатического компьютера D-Wave впервые описана критическая динамика спиновых стёкол

07 Квантовые генеративные модели в будущем превзойдут классические

Эффективные квантовые алгоритмы для крупномасштабных нейронных сетей

Новый метод уменьшает ошибки в квантово- химических расчётах

08 Компактный квантовый источник света полностью интегрировали в фотонный чип

Продемонстрирован прототип квантового радара

09 Китайские учёные поставили новый рекорд дальности передачи квантового ключа

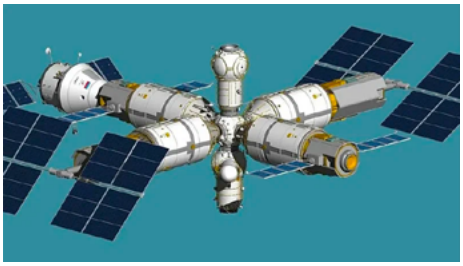

## БЛИЖАЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ


10 2nd annual Commercialising Quantum Global

International Conference on Computer Technology and Information Science (CTIS 2023)

Форум будущих технологий. Вычисления и связь. Квантовый мир

## На Российской орбитальной станции планируется отработать технологию квантовой связи

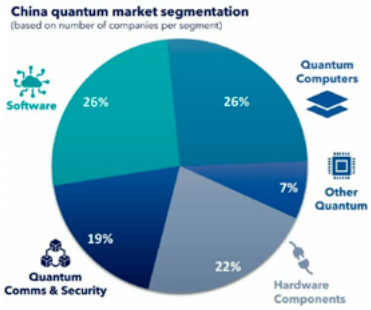


Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева и компания «КуСпэйс Технологии» (спин-офф Российского квантового центра) подписали меморандум о сотрудничестве в области развития спутниковых технологий квантовых коммуникаций в рамках реализации проекта Российской орбитальной станции (РОС).

Основным направлением технологического партнерства является расширение возможностей коммерческих услуг РОС по созданию и экспериментальной лётной отработке перспективных сетей спутниковой оптической связи и средств квантовых коммуникаций в открытых каналах передачи данных. Кроме того, предполагается использовать РОС в качестве информационно-технического хаба для дальнейшего совершенствования спутниковых сетей высокозащищённой связи в интересах федеральных, региональных и корпоративных заказчиков.

Источник: ГК Роскосмос

## Квантовые технологии в КНР: государственная поддержка и частные инвестиции




Аналитики портала The Quantum Insider собрали ряд фактов о развитии квантовых технологий в КНР:

- Государственные инвестиции в квантовые технологии достигли 15 млрд долл. — это в 4 раза выше, чем в США и почти половина от общемирового уровня.
- Частные инвестиции (255 млн долл.), напротив, пока не превышают 7,5% от аналогичных трат в США. Количество квантовых стартапов в КНР меньше, чем в США в 10 раз, а количество инвесторов — в 6.
- КНР — мировой лидер в развитии наземных и спутниковых квантовых коммуникаций. В области квантовых вычислений наибольшие успехи достигнуты в сверхпроводниковой и фотонных платформах — другим направлениям уделяется меньше внимания.
- За 10 лет в КНР зарегистрировано около 84 тыс. квантовых патентов — это примерно на 30% больше, чем в США, однако их качество пока заметно отстаёт от американских.
- Уровень квантового образования в Китае считается одним из лучших в мире. Это направление является одним из приоритетных для высшей школы КНР.

Источник: The Quantum Insider

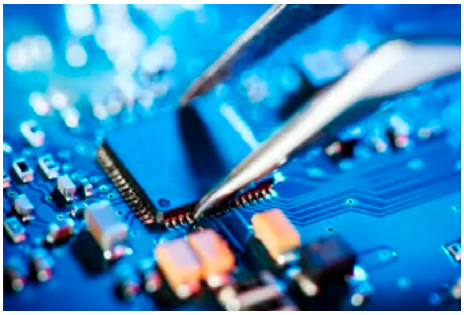
## Индия продлила национальную квантовую программу до 2030 г. с бюджетом 730 млн долларов

Среди основных целей обновлённой программы:

- Создание 4 квантовых центров (T-Hubs) для исследования квантовых вычислений, коммуникаций, сенсоров и материалов;
- Разработка квантовых компьютеров на различных физических платформах (в т.ч. сверхпроводниках и фотонах) с количеством кубитов от 50 до 1000;
- Создание распределённой квантовой сети общей протяжённостью не менее 2 тыс. км.;
- Создание высокочувствительных квантовых магнитометров и атомных часов;
- Разработка квантовых материалов (сверхпроводники, топологические материалы) и компонентов квантовых устройств, таких как источники и детекторы фотонов.

Источник: PM India

## Еврокомиссия согласовала основные положения «Закона о чипах»



Ожидается, что соглашение создаст условия для развития индустриальной базы, способной увеличить долю ЕС на глобальном рынке полупроводников с текущих 9% до, по меньшей мере, 20% к 2030 году. European Chips Act включает три главные направления деятельности:

- создание масштабного технологического потенциала в области полупроводниковых и квантовых технологий;
- выработка общих принципов, необходимых для обеспечения надёжности поставок через создание всей необходимой инфраструктуры в ЕС;
- создание системы мониторинга и антикризисного реагирования, позволяющей прогнозировать дефицит поставок и предлагать ответные меры в случае возникновения кризисов.

В рамках программы планируется привлечь 43 миллиарда евро, в основном, частных инвестиций.

Источник: Европейская комиссия

## В Великобритании создаётся центр квантового программного обеспечения

Создание NQCC Software Lab — это первое мероприятие в рамках обновлённой квантовой программы Великобритании с общим бюджетом 2,5 млрд фунтов. В создании лаборатории примут участие Национальный квантовый центр Великобритании (NQCC) и университет Эдинбурга, а партнёрами выступят IBM, Amazon и недавно организованный Европейский институт квантового программного обеспечения (EQSI).

Главной задачей центра названо «создание практически значимых приложений на основе квантовых алгоритмов и ноу-хау».

Источник: UK Research & Innovation

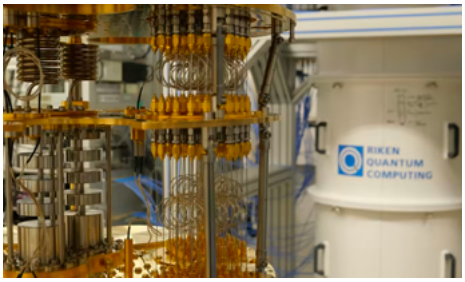
## В Конгресс США внесён законопроект о «квантовой песочнице»

Задачей программы “Quantum Sandbox” должно стать выявление практических задач, на которых квантовое превосходство может быть продемонстрировано уже в ближайшие 2 года.

Для этого предлагается организовать публично-частное партнерство с участием представителей индустрии и Национального института стандартов и технологий (NIST). Выполняемые в рамках «песочницы» мероприятия — конференции, консультации, хакатоны — должны, по мнению авторов законопроекта, ускорить появление первых практически важных результатов американской квантовой программы.

Источник: Конгресс США

## В Японии открыт облачный доступ к первому в стране 64-кубитному квантовому компьютеру




64-кубитный квантовый компьютер на сверхпроводниках изготовлен в государственном научно-исследовательском институте RIKEN. Доступ к нему, а также 27-кубитному квантовому компьютеру IBM теперь открыт для всех участников японского индустриального альянса Q-STAR, среди которых Toyota Motor, Mitsubishi Chemical, Sony Group и другие крупные компании.

Также японское правительство объявило о выделении в 2023 г. 4,2 млрд йен (31,7 млн долларов США) на дополнительное расширение национального облачного квантового сервиса и подключению к нему 127-кубитного квантового компьютера IBM.

Источник: Quantum Zeitgeist  Nikkei Asia

# КВАНТОВАЯ ИНДУСТРИЯ

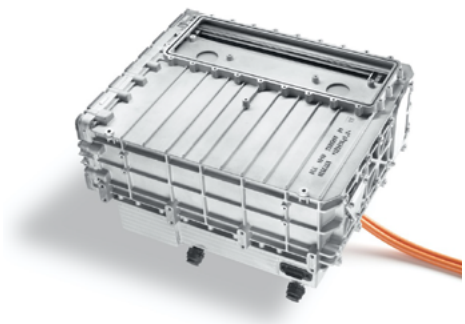
## KPMG и EY помогают своим индустриальным клиентам сформировать квантовую стратегию

KPMG Global Quantum Hub поможет клиентам определить перспективные направления внедрения квантовых технологий, оценить их влияние на бизнес и сформировать квантовую стратегию компании. KPMG также объявила о создании альянса с израильской компанией Classiq — разработчиком универсальной программной платформы для создания квантовых приложений. Новый альянс, как предполагается, поможет представителям бизнеса легко освоиться в новом для них направлении.

Аналогичную функцию выполняет и организованная в прошлом году EY Global Quantum Lab, которая недавно вошла в состав консорциума IBM Quantum Network. Кроме задач по консультированию индустриальных клиентов EY планирует проводить и собственные исследования, такие как разработка квантовых алгоритмов для беспилотных автомобилей.

Источник: Business Wire  The Quantum Insider

## Microsoft и Johnson Matthey ищут новые катализаторы для производства водорода

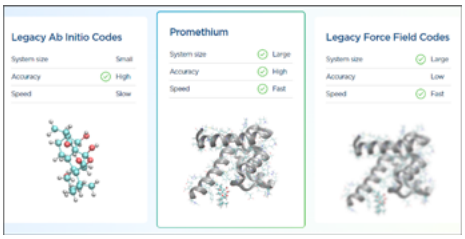


Развитие водородной энергетики для транспорта сдерживает высокая цена платины — катализатора, необходимого для получения так называемого «зелёного» водорода, который, в отличие от водорода, получаемого из природного газа, не загрязняет атмосферу.

Команда Microsoft работает с Johnson Matthey над улучшением технологии водородных топливных элементов. В настоящее время команда использует классические суперкомпьютеры и уже продемонстрировала улучшение скорости моделирования химической реакции на 50%. По мере того, как становятся доступны более мощные квантовые процессоры, будет осуществляться переход к гибридным квантово-классическим вычислениям.

Источник: Microsoft

## QC Ware представила платформу Promethium для квантово-химических расчетов




Платформа Promethium — это ab initio программа для открытия новых лекарств, катализаторов и других химических соединений. Платформа использует квантово-вдохновлённые алгоритмы химического моделирования и ориентирована на работу с классическими чипами GPU от NVIDIA.

Promethium предоставляет возможности расчета молекулярных свойств, энергии взаимодействия и путей реакции с возможностью описания химических систем размером до 2000 атомов. Её производительность в отдельных задачах может превышать другие коммерчески доступные и открытые классические платформы более чем в десять раз.

Источник: CISION  QC Ware

## IBM и Moderna работают над усовершенствованием мРНК-вакцин

Целью проекта является разработка оптимального материала для липидной оболочки, позволяющей доставить мРНК в целевую клетку. Для этого Moderna планирует использовать предобученную квантовую нейронную сеть IBM MoLFormer, которая умеет предсказывать физические свойства различных молекулярных комплексов по данным об их структуре.

Также Moderna объявила о присоединении к программе IBM Quantum Accelerator и вхождении в альянс IBM Quantum Network с целью ускорения разработки квантовых методов для фармацевтики.

Источник: IBM

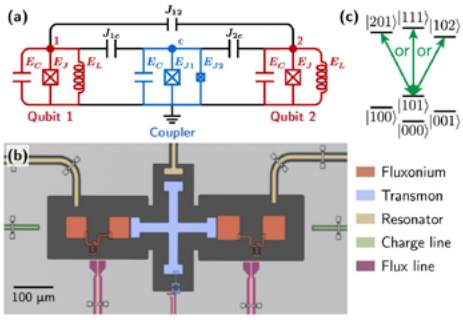
## Минэнерго США заявило о приоритетном развитии квантовых сенсоров для мониторинга электросетей

Потери энергии при передаче через воздушные электросети всегда довольно высоки. Мониторинг состояния сетей и выявление аномалий обычно производится с использованием сложных контрольных устройств и с привязкой к данным спутниковой GPS.

Минэнерго США заявило о приоритетных разработках квантовых сенсоров, которые помогли бы полностью изменить существующую систему мониторинга, анализировать и передавать актуальные данные непосредственно с самих распределённых сенсоров, минуя GPS.

Источник: Nextgov

## Новые многообещающие результаты с кубитами — флаксониумами




Благодаря высокой когерентности и лучшей ангармоничности, сверхпроводниковые кубиты-флаксониумы считаются серьёзной альтернативой более распространённым трансмонам. Ряд опубликованных недавно работ приближает возможности их практического использования:

- Учёные MIT изготовили двухкубитный чип из флаксониумов, взаимодействующих через трансмон, и реализовали на нём двухкубитные операции с точностью порядка 99,85–99,9%. Близкая по структуре схема была представлена в прошлом году российскими физиками из МИСиС, РКЦ и МГТУ им. Баумана.
- Физики из Израиля и ОАЭ представили технологию производства перестраиваемых по частоте флаксониумов, которая позволяет им при работе избежать нежелательного взаимодействия друг с другом.
- В свою очередь учёные Национальной лаборатории и университета Беркли представили концепцию масштабируемой архитектуры квантового процессора на флаксониумах, реализующей их уникальные свойства.

Источник: Arxiv-MIT  Phys.Rev. Applied-Israel UAE  PRX Quantum-Berkeley

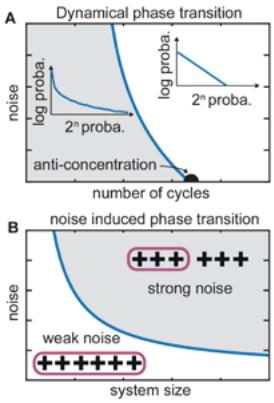
## Российские учёные ускорили квантовые алгоритмы с помощью кудитов

Ученые Российского квантового центра и университета МИСиС рассмотрели один из способов использования куквинтов — 5-уровневых кудитов и представили эффективную модель декомпозиции обобщенного вентиля Тоффоли. Известно, что, используя только этот вентиль, можно построить любую обратимую классическую логическую схему.

По сравнению с кубитами, реализация на куквинтах при большом числе задействованных узлов (>5) требует на порядок меньше двухчастичных гейтов. Например, для 8-кубитного алгоритма Гровера на кубитах требуется выполнить больше 1000 двухчастичных гейтов, в то время как для его реализации на куквинтах их потребуется всего 88. Проведенное исследование демонстрирует одно из преимуществ использования кудитов для квантовых вычислений и помогает по-новому взглянуть на их потенциал.

Источник: МИСиС  Entropy

## Google вновь заговорила о «квантовом превосходстве»

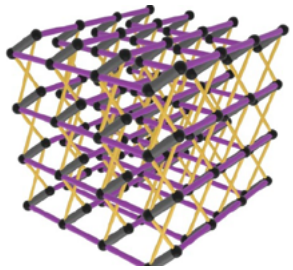



В октябре 2019 г. компания Google впервые заявила о достижении квантового превосходства, когда её 53-кубитный процессор смог решить специфическую задачу генерации случайных цепочек (RSG) за 200 секунд вместо 10 тыс. лет, которые якобы потребовались бы на это классической системе. Вскоре учёные IBM заявили, что классическое решение всё же может быть получено намного быстрее, а китайские исследователи доказали это на практике, проведя расчёт за 5 дней с использованием кластера из 60 GPU Nvidia.

Особенностью задачи RSG (как и других квантовых примеров) является то, что добавление каждого нового кубита эквивалентно двухкратному увеличению классических вычислительных ресурсов. В недавней работе учёные Google решили задачу RSG, используя уже 70 кубитов процессора Sycamore. Теперь, по их словам, «квантовое превосходство стало очевидным».

Источник: Arxiv

## С помощью адиабатического компьютера D-Wave впервые описана критическая динамика спиновых стёкол

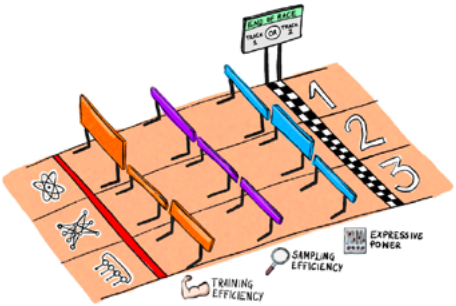


Спиновые стёкла обладают определённой магнитной структурой, в которой магнитные моменты отдельных атомов хаотично ориентированы в пространстве. Такие системы образуются ниже некоторой характерной температуры, а прямое описание их критической динамики основано на решении задачи многих тел, неразрешимой для классических вычислений.

Характерным свойством спиновых стёкол является их чрезвычайно медленная релаксация. Это позволило учёным компании D-Wave экспериментально смоделировать их трёхмерную структуру, используя 5000 кубитов квантового компьютера Advantage, а затем, применяя процесс квантового отжига, впервые изучить протекание в нём динамических процессов.

Источник: Nature

## Квантовые генеративные модели в будущем превзойдут классические

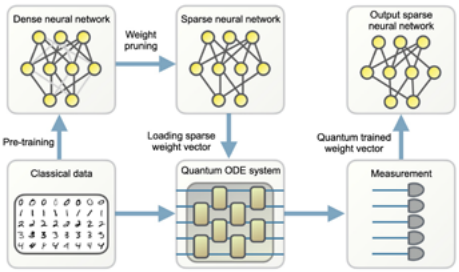



Исследователи из компании Zapata Computing и нескольких канадских университетов предложили метрики для сравнения наиболее распространённых квантовых и классических генеративных моделей машинного обучения. Оказалось, что квантовые модели существенно лучше обобщают данные ограниченного тренировочного набора. Такая ситуация характерна, например, для предсказания новых лекарств на основе существующих.

Несмотря на оптимистичный результат, авторы отмечают, что о практическом квантовом преимуществе речь пока не идёт. Для тестов использовался 20-кубитный квантовый компьютер, поэтому все модели были ограничены лишь 20 переменными. В практически значимых задачах количество переменных измеряется сотнями и тысячами.

Источник: Arxiv

## Эффективные квантовые алгоритмы для крупномасштабных нейронных сетей

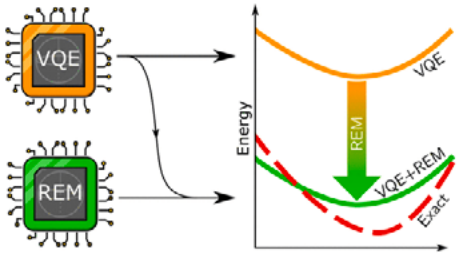



Современные нейронные сети большой размерности демонстрируют высокую производительность, но являются при этом весьма ресурсоемкими. Один из способов повышения их эффективности — удаление некоторых связей между нейронами.

В препринте, опубликованном большой группой учёных из различных американских и немецких университетов, утверждается, что квантовый алгоритм решения нелинейных диссипативных дифференциальных уравнений может существенно ускорить обучение таких разреженных нейронных сетей. Исследователи подтвердили свои утверждения, применив этот подход к нейронной сети со 103 миллионами параметров.

Источник: Arxiv

## Новый метод уменьшает ошибки в квантово-химических расчётах

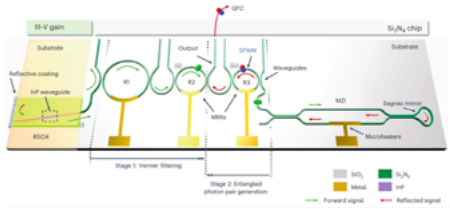



Исследователи из университета Чалмерс в Швеции предложили эффективный метод для коррекции ошибок в квантово-химических расчётах. Сначала с использованием метода Хартри-Фока, на классическом компьютере получается приближённое решение для волновой функции и энергии основного состояния молекулы. Эти данные используются в последующем расчёте на квантовом компьютере. Сравнивая результаты двух расчётов, можно точно оценить величину ошибки, вызванной квантовым шумом, а разницу между двумя решениями можно использовать для исправления решения исходной задачи, когда она выполняется на квантовом процессоре.

Используя такой подход, учёные добились улучшения точности расчёта основного состояния простых молекул $H_2$ и LiH более чем в 100 раз.

Источник: Journal of Chemical Theory and Computation

## Компактный квантовый источник света полностью интегрировали в фотонный чип

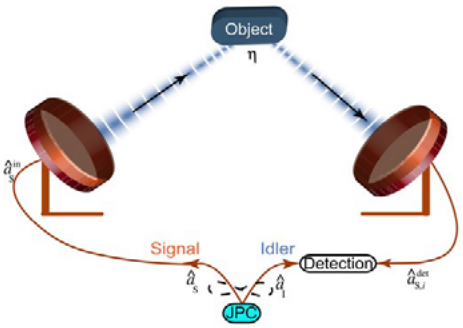


Международная команда исследователей из QuiX Quantum, Университета им. Лейбница в Ганновере и Университета Твенте представила стабильный источник запутанных фотонов, полностью интегрированный в чип из нитрида кремния. В составе источника  компактный лазер на фосфиде индия с электрической накачкой, оптический фильтр на основе микрорезонаторов и нелинейный кристалл, обеспечивающий генерацию запутанных пар за счёт эффекта спонтанного параметрического четырёхволнового смешения.

Испытания показали высокую стабильность источника и его потенциальную применимость в реальных схемах. По словам авторов, новое устройство можно изготовить с помощью стандартных КМОП-технологий.

Источник: Nature Photonics

## Продемонстрирован прототип квантового радара

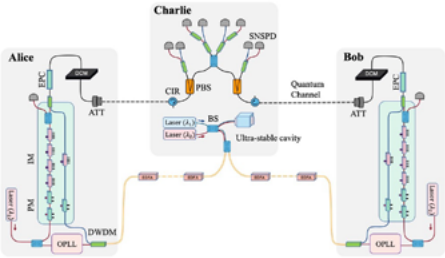



В квантовом радаре используются запутанные фотоны, один из которых посылается в направлении цели, а второй по альтернативному каналу отправляется непосредственно на детектор. Если на детекторе удаётся обнаружить запутанную пару, это говорит о том, что первый фотон смог вернуться, отразившись от цели. Учёные Института науки и технологии Австрии вместе с коллегами из США, Великобритании и Италии продемонстрировали первый прототип такого устройства и доказали его преимущество при работе в условиях сильного шума. Одним из применений такого радара может стать медицинская внутритканевая визуализация.

Практическую ценность разработки ограничивает необходимость использования милликельвиновых температур для электронной схемы радара, а также сложность генерации потока запутанных фотонов достаточной интенсивности.

Источник: Science Advances

## Китайские учёные поставили новый рекорд дальности передачи квантового ключа




С использованием разработанной в Toshiba технологии Twin Field QKD китайским учёным под руководством Жан-Вэй Пена впервые удалось передать информацию по одному оптоволокну на расстояние 1002 км без использования повторителей.

Основными усовершенствованиями, которые помогли установить новый мировой рекорд, стали использование особого оптоволокна с минимальными потерями и сверхмалошумящего сверхпроводникового фотодетектора, а также оригинального метода стабилизации фазы.

Источник: Arxiv

## 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.

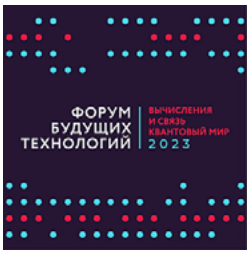
Даты: **17–18 мая**
Страна: **Великобритания**
Формат: **очный/онлайн**
Web: https://events.economist.com/commercialising-quantum/

## International Conference on Computer Technology and Information Science (CTIS 2023)

На международной конференции по компьютерным и информационным наукам в этом году отдельный блок будет посвящён квантовым вычислениям. Также в рамках конференции состоится отдельный симпозиум, темами которого станут: квантовые вычисления, квантовая связь, квантовый радар и квантовые игры.

Даты: **17–19 июня**
Страна: **Китай (Ухань)**
Формат: **очный**
Web: http://www.icctis.org/Default.aspx

## 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-tekhnologiy-budushchego-kvantovyy-mir/about/