



# МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ ОАО «РЖД»

КВАНТОВЫЕ СЕТИ

№9/СЕНТЯБРЬ 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

В РФ ученые создали прототип 50-кубитного квантового компьютера .....	3
Квантовая сеть в России: путь в будущее от Курчатовского института .....	3
В России разработали модуль квантовой связи для смартфонов .....	4
Ученые сделали открытие в области квантовой теории поля .....	5
Boeing проведет демонстрацию квантовой спутниковой связи .....	6
Как Китай стал лидером квантовых коммуникаций.....	6
Физики создали одномерный газ из света: революционный эксперимент открывает новые возможности для квантовой оптики .....	8
Квантовые компасы приблизились к замене GPS.....	9
Учёные сделали шаг к квантовому интернету – впервые квантовые и обычные фотоны передали по одному оптоволокну .....	9
Немецкие военные анонсировали создание первого в мире мобильного квантового компьютера в 2027 году.....	11
Qunnect Inc. запустили первую в мире квантовую сеть под улицами Нью-Йорка.....	13
В Гонконге создали квантовый чип для моделирования сложных молекул.....	14
Достижение квантовой памяти в диапазоне жесткого рентгеновского излучения .....	14
Первая коммерческая квантовая сеть связи запущена в Азии.....	17
Ученые из Делфта инициировали контролируемое движение в ядре атома.....	18
Связь на основе запутанных фотонов становится ближе к реальности.....	19
Ученые экспериментально подтвердили квантовую природу человеческого сознания.....	21
Toshiba, SpeQtral и ST Engineering будут создавать совместные решения для квантовых сетей.....	22

## **В РФ ученые создали прототип 50-кубитного квантового компьютера**

В России достигнут важный этап в разработке квантовых вычислений: ученые из Физического института имени П.Н. Лебедева в сотрудничестве с ведущими научно-исследовательскими организациями страны создали прототип 50-кубитного квантового компьютера.

Президент Российской академии наук Геннадий Красников отметил, что данная разработка будет представлена общественности на десятом Форуме микроэлектроники, который состоится в конце сентября на федеральной территории «Сириус». Этот квантовый компьютер создан на ионной платформе, что подчеркивает его инновационность и актуальность в свете мировых тенденций в области квантовых технологий.

На форуме также будут продемонстрированы другие передовые разработки отечественной науки, включая достижения в области создания сверхчистых материалов, электронного машиностроения и новых вычислительных архитектур. Это подчеркивает не только успешность квантового проекта, но и широкие возможности российской науки в ряде других стратегически важных областей.

Создание 50-кубитного квантового компьютера – это не просто технический успех, но и значимый шаг вперед для российской науки в целом. Такие системы обладают уникальным потенциалом для решения сложных вычислительных задач в самых разных сферах, от моделирования химических процессов до оптимизации логистических цепочек. Они могут открыть новые горизонты в исследовательской деятельности, что особенно актуально в условиях современной глобальной конкуренции.

Кроме того, Геннадий Красников отметил, что многие исследовательские группы пока не делятся тонкостями своих разработок, и на предстоящем форуме можно ожидать множество интересных научных новинок и сенсаций.

*Источник: esopravda.ru, 23.09.2024*

## **Квантовая сеть в России: путь в будущее от Курчатовского института**

Российские учёные из Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» неустанно расширяют горизонты науки, создавая передовые технологии, которые могут существенно изменить наше будущее. Об этом рассказал Михаил Ковальчук, глава центра, на встрече с президентом России Владимиром Путиным.

Одним из ключевых проектов института является разработка нейроморфной микроэлектроники. Это направление ставит перед собой задачу

воспроизвести принципы работы человеческого мозга в электронных системах, что может значительно повлиять на подход к созданию компьютеров и искусственного интеллекта. Кроме того, учёные работают над созданием квантовой сети – это не просто технология завтрашнего дня, а основа для формирования новой научной инфраструктуры. Уже сейчас под управлением Курчатовского института находится обширная сеть научных коммуникаций – более 20 тысяч километров сетей.

Сам Курчатовский институт является одним из ведущих научных центров не только в России, но и во всём мире. Он представляет собой центр междисциплинарных исследований, где под одной крышей собраны уникальные установки и комплексы, такие как источник синхротронного излучения, ускорители, нейтронные реакторы и термоядерные токамаки. Каждое из этих устройств служит ключом к новым открытиям в физике, материаловедении и смежных областях.

Кроме того, институт возглавляет несколько государственных программ, направленных на развитие атомной энергии, синхротронных и нейтронных исследований, генетических технологий и даже сельского хозяйства. Это подчёркивает важную роль Курчатовского центра в научно-техническом развитии России. В 2023 году была утверждена программа деятельности института на ближайшие четыре года, ключевыми задачами которой являются развитие перспективных технологий и создание инфраструктуры для глобальных научных исследований.

К 2027 году Курчатовский институт планирует заложить основу для создания сети исследовательских установок класса «мегасайенс». Это не только укрепит позиции России на международной научной арене, но и обеспечит лидерство в ключевых направлениях технологий будущего.

*Источник: itcrumbs.ru, 24.09.2024*

## **В России разработали модуль квантовой связи для смартфонов**

«Микрон», ведущий производитель российской микроэлектроники, совместно с компанией QRate, Московским физико-техническим институтом (МФТИ) и при поддержке АО «Центр исследований и разработок» (ЦИР) разработали уникальный прототип программно-аппаратного комплекса, который позволяет использовать технологию квантового распределения ключей в любых пользовательских устройствах. Это первая российская разработка, обеспечивающая полноценную защиту информации как в отдельных

приложениях, так и во всей сетевой мобильной инфраструктуре. Об этом «Газете.Ру» сообщили в пресс-службе компании «Микрон».

Совместное решение «Микрона», ЦИР, QRate и МФТИ включает квантовую сеть, которая обеспечивает генерацию и передачу криптографических ключей между территориально распределенными выделенными сегментами сети. С помощью выработанных ключей организуется полно-связанная защищенная сеть, состоящая из мобильных устройств пользователей с установленным специальным программным обеспечением для реализации защищенных коммуникаций.

Программно-аппаратный комплекс, разработанный по заказу ЦИР, состоит из алгоритма распределения ключей QRate, смарт-карты на базе защищенного отечественного микроконтроллера «Микрона» и программного обеспечения для смартфона, разработанного МФТИ. Смарт-карта с предраспределенным квантово-защищенным мастер-ключом выполняет диверсификацию и выдачу производных сессионных ключей на пользовательское устройство (смартфон), что гарантирует безопасность связи. Специализированный мессенджер, установленный на смартфоне, во время передачи данных между абонентами включает сквозное шифрование с использованием производных сессионных ключей.

Начальник отдела Радиофоники НИЦ Телекоммуникаций МФТИ, доктор физико-математических наук Степан Андреев сообщил, что сертификация комплекса запланирована на конец 2025 года. Однако решение уже сейчас готово к тестовой эксплуатации и отработке коммерчески-востребованных сценариев для корпоративного сектора.

*Источник: gazeta.ru, 13.09.2024*

### **Ученые сделали открытие в области квантовой теории поля**

Учёные сделали серьёзный прорыв в понимании квантовых процессов. В ходе международного исследования, возглавляемого Хироси Оогури из Института физики и математики Вселенной (Япония), удалось установить важную взаимосвязь между энергией, информацией и квантовыми состояниями.

Работа опубликована в журнале *Physical Review Letters*. Исследователи вывели новое правило: чтобы передавать энергию, необходимо также передавать информацию.

Этот процесс ограничен количеством возможных квантовых состояний, что впервые было доказано в рамках двумерных квантовых теорий.

Это открытие может привести к новым достижениям как в области физики частиц, так и в изучении конденсированных сред и расширить понимание фундаментальных законов природы.

Открытие имеет потенциальное применение в изучении черных дыр и космологии, где аналогичные процессы передачи информации и энергии могут оказаться ключевыми для объяснения поведения материи в экстремальных условиях.

*Источник: esopravda.ru, 15.09.2024*

### **Boeing проведет демонстрацию квантовой спутниковой связи**

Американский аэрокосмический гигант планирует запустить в 2026 году небольшой спутник для тестирования технологий, необходимых для создания квантового интернета.

Инженеры Boeing разрабатывают спутник Q4S размером с микроволновую печь, который должен продемонстрировать новый метод связи, применяя законы квантовой механики для шифрования и передачи информации. Предполагается, что эта технология позволит построить глобальную и круглосуточную систему коммуникации, не подверженную взлому.

По заверениям Boeing, тестирование этой возможности в космосе станет ключом к расширению квантовых сетей, позволив провести более точные измерения, данные которых можно будет передавать непосредственно в более мощные квантовые компьютеры.

*Источник: naked-science.ru, 12.09.2024*

### **Как Китай стал лидером квантовых коммуникаций**

Китай лидирует в области квантовых сетевых технологий, что должно насторожить США, несмотря на их превосходство в квантовых вычислениях. К такому выводу пришел аналитический центр Information Technology & Innovation Foundation (ITIF) в своем недавнем отчете «Насколько инновационен Китай в квантовой сфере?»

После утечек информации Эдварда Сноудена в 2013 году президент Си Цзиньпин сделал приоритетным развитие квантовой связи для защиты государственных секретов. С тех пор, как отмечается в докладе, «Китай стремительно движется вперед, укрепляя свое лидерство в глобальной гонке за

безопасные коммуникации, особенно в области QKD (квантового распределения ключей)».

Китай реализовал наиболее амбициозные проекты в этой сфере. Магистраль Пекин-Шанхай протяженностью более 1900 км является «самой длинной QKD-сетью в мире». Кроме того, Китай эксплуатирует спутник «Мо-цзы», который «продемонстрировал потенциал создания глобального квантового интернета – сети, которая будет использовать квантовые технологии для передачи информации способом, гораздо более безопасным, чем сегодняшний интернет».

В области квантовых вычислений лидируют США и их союзники. «В разработке оборудования Соединенные Штаты взяли на себя командное лидерство над Китаем», – говорится в отчете. Америка занимает ведущие позиции в сфере сверхпроводников и технологий захвата ионов для представления кубитов. США также лидируют в разработке квантовых алгоритмов – ключевых компонентов программного обеспечения для квантовых компьютеров.

Китай добился определенных успехов в создании сверхпроводящих квантовых чипов, но отстает в алгоритмической части. В области квантовых сенсоров обе страны находятся примерно на одном уровне развития.

Различия в достижениях отражают разные приоритеты стран. Китай сосредоточился на создании конкретных продуктов и активно внедряет инновации. США же полагаются на поэтапный процесс от фундаментальных исследований к прикладным и далее к коммерческим продуктам. По словам авторов доклада, «это пошаговый процесс, который может быть медленным и разрозненным, причем каждый этап часто обрабатывается разными организациями».

ITIF рекомендует США рассматривать квантовые технологии как критически важный вопрос национальной безопасности и экономики. Аналитики предупреждают: «Хотя Соединенные Штаты способствуют открытым инновациям, протекционистская позиция Китая в отношении собственных достижений создает асимметричную среду обмена знаниями».

Эксперты призывают к осторожному применению экспортного контроля. Они подчеркивают, что «хотя экспортный контроль жизненно важен для защиты квантовых технологий от неправомерного использования, политики должны применять его разумно, чтобы не препятствовать как инновациям, так и международному сотрудничеству».

*Источник: securitylab.ru, 10.09.2024*

## **Физики создали одномерный газ из света: революционный эксперимент открывает новые возможности для квантовой оптики**

Учёные из Боннского университета и Университета Кайзерслаутерна-Ландау (RPTU) совершили прорыв в физике, создав одномерный газ из света. Этот эксперимент позволил проверить теоретические предсказания о переходе в это экзотическое состояние материи. Результаты были опубликованы в журнале *Nature Physics*.

Целью эксперимента было исследование поведения газа в ограниченном пространстве и изучение квантовых эффектов. Для этого исследователи использовали крошечный контейнер, наполненный раствором красителя, и возбудили его с помощью лазера. Полученные фотоны отскакивали вперёд и назад между отражающими стенками контейнера, охлаждаясь при столкновении с молекулами красителя.

Чтобы создать одномерный газ, исследователи использовали метод структурирования с высоким разрешением, адаптированный для отражающих поверхностей фотонного контейнера. Они нанесли прозрачный полимер на отражающие поверхности, создав микроскопически малые выступы, которые позволили захватывать фотоны в одном или двух измерениях и конденсировать их.

«Эти полимеры действуют как своего рода желоб, но в данном случае для света. Чем уже этот желоб, тем более одномерно ведёт себя газ», – объясняет Киранкумар Каркихалли Умеш (Kirankumar Karkihalli Umesh), ведущий автор исследования.

Исследователи обнаружили, что одномерные фотонные газы не имеют точной точки конденсации, в отличие от двумерных газов. Тепловые флуктуации, которые происходят в фотонных газах, разрушают порядок одномерных систем, так что различные области внутри газа больше не ведут себя одинаково.

«Теперь нам впервые удалось исследовать это поведение при переходе от двумерного к одномерному фотонному газу. Это фундаментальное исследование, но оно может открыть новые области применения квантовых оптических эффектов», – объясняет доктор Франк Вевингер (Frank Vewinger) из IAP.

Этот эксперимент имеет важное значение для понимания квантовых эффектов и поведения газов в ограниченном пространстве. Результаты могут быть использованы для разработки новых технологий, таких как квантовые компьютеры и квантовые коммуникационные системы.

«Это исследование показывает, что мы можем создавать и изучать экзотические состояния материи, которые раньше были недоступны», – говорит профессор доктор Георг фон Фрейман (Georg von Freyemann) из RPTU.

*Источник: ixbt.com, 08.09.2024*

### **Квантовые компасы приблизились к замене GPS**

Для работы квантовых компасов требуется шесть атомных интерферометров, каждый размером с небольшую комнату. Но ученые сделали важные шаги по миниатюризации этих устройств. Исследователи сделали важный шаг к созданию портативного «квантового компаса», который в один прекрасный день сможет помочь людям ориентироваться без глобальной системы позиционирования (GPS).

Ученым удалось миниатюризировать лазерную систему, которая обычно имеет размер холодильника, для использования метода зондирования, называемого атомной интерферометрией. Теперь система помещается на кремниевом микрочипе.

Подобно свету, электроны иногда ведут себя как волны. Атомная интерферометрия использует это свойство для точного измерения ускорения, вращения и угловой скорости. Эти переменные могут помочь пользователям квантового компаса измерять и отслеживать свое местоположение без использования GPS, который основан на непрерывной передаче сигналов между устройствами и спутниками.

В отличие от лазера, который излучает луч света, атомный интерферометр излучает пучок сверххолодных атомов, а затем использует свет, а не зеркала, для манипулирования этим лучом. Интерферометр измеряет разницу в фазе – совпадают ли пики и впадины волн друг с другом – между атомами, расположенными на разных траекториях. Любое изменение энергии на обоих путях, например, когда атом получает энергию от взаимодействия со светом, приводит к сдвигу атомов в фазе.

*Источник: cta.ru, 29.08.2024*

### **Учёные сделали шаг к квантовому интернету – впервые квантовые и обычные фотоны передали по одному оптоволокну**

Возможности квантовых компьютеров приумножатся, когда их начнут соединять в сети. И будет отлично, если эти сети будут построены на уже

имеющихся волоконно-оптических каналах. Так будет дешевле, а в придачу это повысит защищённость обычных каналов передачи информации. Другое дело, что «квантовые» фотоны и обычные плохо совмещаются в одном канале, ведь квантовые состояния чувствительны к помехам и легко разрушаются, но в Германии научились справляться с этим.

Эксперимент поставили учёные из Ганноверского университета им. Лейбница (Leibniz University Hannover). Он должен был показать, что квантовая информация и классическая цифровая может быть передана по одному и тому же оптическому волокну. Потенциально это будет означать абсолютно защищённый от взлома обычный интернет, а также объединение в будущем нескольких квантовых компьютеров в кластеры для решения невообразимых сегодня по сложности задач.

«Чтобы сделать квантовый интернет реальностью, нам нужно передавать запутанные фотоны по оптоволоконным сетям, – поясняет физик Майкл Кус (Michael Kues) из Ганноверского университета им. Лейбница. – Мы также хотим продолжать использовать оптические волокна для обычной передачи данных. Наше исследование – важный шаг к объединению обычного Интернета с квантовым интернетом».

Для совмещения квантового и обычного оптического сигнала в одном канале учёные воспользовались самодельным модулятором с линейным изменением фазы или задержки (т.н. серродином) (рис. 1). Серродин производит сдвиг фаз оптического сигнала в оптоволокне (в одном частотном канале), чтобы поместить туда одновременно квантовые и классические данные. Как показал опыт, это не разрушает запутанность фотонов. На выходе таким же образом потоки разделяются на квантовый и обычный для обработки каждого на своём приёмнике.

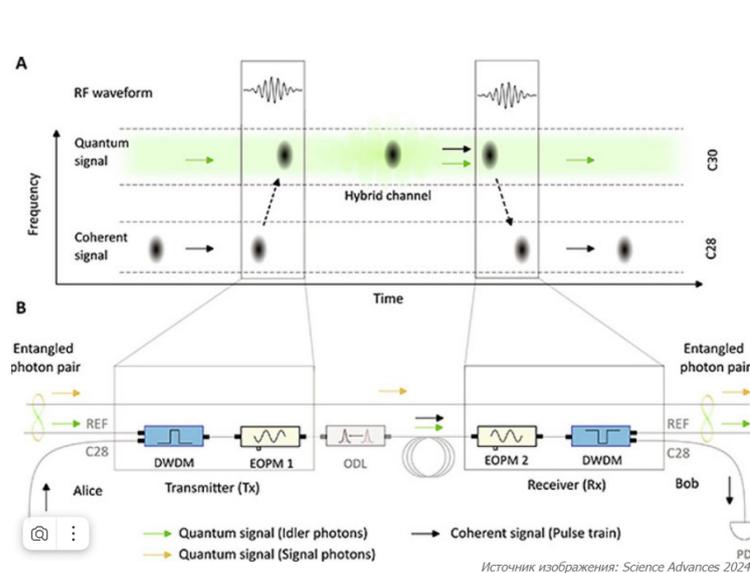


Рис. 1. Модулятор с линейным изменением фазы или задержки

Подчеркнём, всё происходит в одном частотном канале, а не просто в волокне, где частотных каналов могут быть десятки и даже сотни. Тем самым обычная пропускная способность снизится незначительно, открывая путь к более быстрому появлению квантового интернета.

*Источник: 3dnews.ru, 27.08.2024*

### **Немецкие военные анонсировали создание первого в мире мобильного квантового компьютера в 2027 году**

Эпоха квантовых вычислений, похоже, стремительно приближается, и Германия пытается позиционировать себя в авангарде этой технологии с громким заявлением. К 2027 году она планирует выпустить первый в мире мобильный квантовый компьютер, специально разрабатываемый для министерства обороны, но с последствиями, которые выходят далеко за рамки только этой области. Этот проект с бюджетом в 35 миллионов евро является крупнейшей инвестицией такого рода немецкого агентства по кибербезопасности Cyberagentur.

Для разработки этого технологического объекта немецким кибер-агентством Cyberagentur были выбраны четыре технологические компании: Quantum Brilliance, ParityQC, Oxford Ionics и neQxt. Они должны создать квантовый компьютер, который не только будет отвечать строгим требованиям оборонных приложений, но также станет портативным и будет работать в режиме реального времени в различных средах. Компании выиграла тендеры на финансирование, что стало крупнейшим исследовательским грантом, предоставленным Cyberagentur.

Каждая компания привносит в программу уникальные преимущества, обладая опытом от миниатюрных квантовых микросхем до масштабируемой квантовой архитектуры, обещая впечатляющую синергию.

Так, компания Quantum Brilliance специализируется на миниатюрных квантовых чипах, работающих при комнатной температуре, в основе которых лежат азотно-вакансионные центры (NV) в синтетических алмазах в качестве кубитов. Эта особенность позволяет им работать без экстремальных систем охлаждения, требуемых другими квантовыми технологиями. Также упрощается интеграция этих микросхем с традиционными полупроводниками, что является еще одним шагом на пути к плавному слиянию с существующими технологиями и обеспечивает основу для мобильных квантовых технологий. «Потенциал квантового мобильного компьютера огромен для обеспечения

обороны и кибербезопасности в Германии и смежных странах», – сказал генеральный директор Quantum Brilliance Марк Луо.

Компания ParityQC разрабатывает масштабируемую квантовую архитектуру и операционную систему ParityOS, которая позволяет обрабатывать большие алгоритмы более эффективно и с меньшим количеством ошибок. Сопредседатели ParityQC Вольфганг Лехнер и Магдалена Хаузер уверены, что партнерство с Quantum Brilliance поможет им создать первый в мире мобильный квантовый компьютер.

Oxford Ionics намерена разработать портативный квантовый компьютер под названием MinIon, используя свою собственную технологию электронного управления кубитами, которая использует электронику, а не лазеры, для управления своими кубитами. Эта, как отмечают немецкие военные эксперты, по своей сути надежная технология может быть интегрирована в стандартный чип размером с ноготь, производимый на современных предприятиях по производству полупроводников. Этот инновационный подход имеет решающее значение для обеспечения оптимальной работы мобильных квантовых компьютеров в экстремальных условиях, таких как на полях сражений или при управлении передвижениями войск. Портативные квантовые решения Oxford Ionics для обороны и за ее пределами революционизирует управление кубитами с помощью своей технологии электронного управления, устраняя необходимость в традиционных лазерах и позволяя производить продукцию, более соответствующую современным полупроводниковым технологиям. Их портативный квантовый компьютер MinIon разрабатывается для удовлетворения важнейших потребностей национальной безопасности и обороны.

Доктор Крис Балланс, соучредитель и генеральный директор Oxford Ionics, сказал: «Этот подход позволил создать как самые высокопроизводительные чипы в мире, так и надежную технологию, которая может обеспечить лучшую в отрасли производительность при небольших физических затратах в зависимости от потребностей клиентов. MinIon представляет собой первую из этих небольших систем, которая разработана с учетом динамичного и быстро меняющегося характера национальной безопасности и обороны».

Компания neQxt GmbH была зарегистрирована в 2022 году. Деятельность компании охватывает отрасли производства вычислительного оборудования, электронных и оптических изделий и информационных технологий. Этот немецкий стартап neQxt стремится интегрировать существующую технологию улавливания ионов в компактную, модульную, масштабируемую и мобильную систему под названием MaQue.

Потенциальные приложения для обороны и национальной безопасности включают оптимизацию передвижения войск, анализ сценариев боевых действий и моделирование биологических угроз в режиме реального времени даже в удаленных местах. В отличие от традиционных решений для квантовых вычислений, для этого не требуется облачный доступ к центрам обработки данных, что обеспечивает безопасность в боевых сценариях.

Несмотря на то, что этот проект изначально ориентирован на оборону, последствия этой технологии, по заявлениям немецких военных, распространятся на другие отрасли, такие как финансы, управление цепочками поставок или научные исследования. Таким образом, влияние мобильного квантового компьютера потенциально будет огромным, что позволит проводить мощные вычисления в условиях, ранее невозможных для обычных компьютеров.

*Источник: overclockers.ru, 20.09.2024*

### **Qunnect Inc. запустили первую в мире квантовую сеть под улицами Нью-Йорка**

Учёные из компании Qunnect Inc. в Бруклине сделали неожиданный шаг вперёд, запустив первую в мире квантовую сеть, расположенную под улицами Нью-Йорка. Эта сеть функционирует на протяженности 34 километров и демонстрирует впечатляющую точность компенсации в 99%.

Квантовые сети представляют собой инновационную технологию, использующую запутанные частицы, такие как фотоны, для передачи информации. Однако одним из главных вызовов в этой области является хрупкость запутанных состояний в оптоволоконных кабелях. Специалисты Qunnect разработали методику, позволяющую преодолевать эти трудности и обеспечивать качественную передачу сигналов.

В ходе эксперимента исследователи использовали 34-километровую оптоволоконную цепь под названием GothamQ, которая работала непрерывно в течение 15 дней, показывая 99,84% времени безотказной работы и обеспечивая передачу фотонов на скорости около 20 тыс. в секунду. Мехди Намази, соучредитель Qunnect, отметил, что это открывает новые горизонты для надёжных квантовых коммуникаций.

Успех этой сети даёт мотивацию для дальнейших экспериментов в области безопасности коммуникаций, что особенно важно в эпоху, когда киберугрозы становятся всё более изощрёнными. Квантовая сеть обещает значительно повысить уровень защиты передаваемой информации, благодаря

принципам квантовой криптографии, которые делают информацию практически недоступной для перехвата.

Будущие исследования Qunnect также фокусируются на интеграции этой квантовой сети с существующими телекоммуникационными системами, что может создать основу для создания гибридных сетей, сочетающих лучшие качества классической и квантовой передачи данных.

*Источник: overclockers.ru, 27.08.2024*

### **В Гонконге создали квантовый чип для моделирования сложных молекул**

Исследователи Гонконгского политехнического университета разработали первый в мире квантовый чип для моделирования молекулярных спектров. Результаты работы опубликованы в журнале Nature Communications.

Этот чип позволяет моделировать сложные молекулы с высокой точностью, что ранее было невозможно с использованием классических суперкомпьютеров.

Квантовый чип, состоящий из 16 кубитов, воспроизводит квантовые эффекты, такие как суперпозиция и запутанность, которые традиционные методы не могут имитировать.

Разработка использует фотонные сети и сжатые вакуумные квантовые источники для исследования молекулярных вибронных спектров.

Отмечается, что исследователи стремятся расширить масштабы квантового микропроцессора для обработки еще более сложных приложений квантовой химии, что потенциально принесет пользу как промышленности, так и обществу.

Новая технология открывает перспективы в решении задач квантовой химии, таких как моделирование белковых структур и оптимизация молекулярных реакций.

*Источник: ecopravda.ru, 28.08.2024*

### **Достижение квантовой памяти в диапазоне жесткого рентгеновского излучения**

Свет является отличным носителем информации, используемым не только в классических коммуникационных технологиях, но и все чаще в квантовых приложениях, таких как квантовые сети и вычисления. Однако

обработка световых сигналов намного сложнее по сравнению с работой с обычными электронными сигналами.

Международная группа исследователей, включая доктора Ольгу Кочаровскую, выдающегося профессора кафедры физики и астрономии Техасского университета А & М, продемонстрировала новый способ хранения и высвобождения импульсов рентгеновского излучения на уровне одного фотона – концепцию, впервые предложенную в более ранней теоретической работе группы Кочаровской, – которая может применяться в будущих рентгеновских квантовых технологиях.

Работа команды под руководством профессора Йенского института Гельмгольца доктора Ральфа Рельсбергера и выполненная с использованием синхротронных источников PETRA III в немецком электронном синхротроне (DESY) в Гамбурге и Европейском центре синхротронного излучения во Франции, привела к первой реализации квантовой памяти в диапазоне жесткого рентгеновского излучения. Их выводы опубликованы в журнале *Science Advances*.

«Квантовая память является незаменимым элементом квантовой сети, обеспечивающим хранение и извлечение квантовой информации», – сказала Кочаровская. «Фотоны являются быстрыми и надежными носителями квантовой информации, но их трудно удерживать в неподвижном состоянии на случай, если эта информация понадобится позже. Удобный способ добиться этого – запечатлеть эту информацию в квазистационарной среде в форме поляризационной или спиновой волны с большим временем когерентности и высвободить ее обратно посредством повторного излучения исходных фотонов».

Кочаровская говорит, что было создано несколько протоколов для квантовой памяти, но они ограничены оптическими фотонами и атомными ансамблями. Использование ядерных, а не атомарных ансамблей, добавляет она, обеспечивает гораздо более длительное время работы памяти, достижимое даже при высокой плотности твердого тела и комнатной температуре. Более длительное время запоминания является прямым результатом более низкой чувствительности ядерных переходов к возмущениям внешними полями благодаря малым размерам ядер. В сочетании с жесткой фокусировкой высокочастотных фотонов такие подходы могут привести к разработке долгоживущих широкополосных компактных твердотельных квантовых запоминающих устройств.

«Прямое расширение оптических атомных протоколов на рентгеновские / ядерные оказывается сложной задачей или невозможной», – объясняет доктор Сивэнь Чжан, постдокторант из группы Кочаровской, которая участвовала в

эксперименте и была соавтором статьи команды. «Таким образом, в нашей предыдущей работе был предложен новый протокол».

По словам Чжан, идея, лежащая в основе нового протокола команды, очень проста, по крайней мере, с точки зрения квантовых основ. По сути, набор движущихся ядерных поглотителей формирует частотную гребенку в спектре поглощения из-за доплеровского сдвига частоты, вызванного движением. Короткий импульс со спектром, соответствующим гребенке, поглощаемой таким набором ядерных мишеней, будет переизлучен с задержкой, определяемой обратным доплеровским сдвигом в результате конструктивной интерференции между различными спектральными компонентами.

«Эта идея была успешно реализована в нашем текущем эксперименте с участием одного неподвижного и шести синхронно движущихся поглотителей, которые сформировали частотную гребенку с семью зубьями», – добавила Чжан.

Чжан говорит, что время жизни ядерной когерентности является ограничивающим фактором, который определяет максимальное время хранения для этого типа квантовой памяти. Например, использование более долгоживущих изомеров, чем изотоп железа 57, который команда выбрала для своего текущего исследования, приведет к увеличению времени запоминания.

Несмотря на это, он отмечает, что работа на однофотонном уровне без потери информации квалифицирует протокол nuclear frequency comb как квантовую память, которая является первой для энергий рентгеновского излучения. Следующие шаги, запланированные командой, включают выпуск сохраненных волновых пакетов фотонов по требованию, что может привести к реализации запутанности между различными фотонами жесткого рентгеновского излучения – основным ресурсом для квантовой обработки информации. Исследование команды также подчеркивает потенциал распространения оптических квантовых технологий на коротковолновый диапазон, который по своей сути менее «шумный» из-за усреднения флуктуаций по большому количеству высокочастотных колебаний.

Кочаровская говорит, что перспективные возможности интригуют, и что она и ее сотрудники с нетерпением ожидают продолжения изучения потенциала своей настраиваемой, надежной и универсальной платформы для продвижения области квантовой оптики при энергиях рентгеновского излучения в ближайшем будущем

*Источник: innovations-report.com, 27.08.2024 (англ. яз.)*

## **Первая коммерческая квантовая сеть связи запущена в Азии**

Сингапурская телекоммуникационная компания Singtel объявила о запуске первой в Юго-Восточной Азии коммерческой сети связи с технологией квантовой защиты National Quantum-Safe Network Plus (NQSN+).

Система NQSN+ призвана обезопасить предприятия от квантовых угроз. Она была впервые анонсирована в 2023 г. Сеть Quantum-Safe Network (QSN), разработанная Singtel, поддерживает широкий спектр сетевых и защитных устройств, предлагая бесшовную интеграцию и улучшенную связь для компаний, стремящихся защитить свои коммуникации по всему Сингапуру. Эта сложная сеть также расширяет квантово-безопасную безопасность на новые приложения и варианты использования, включая службы идентификации, мобильности и аутентификации.

Для того чтобы облегчить принятие квантово-безопасных технологий, компания Singtel запускает трехфазную пилотную программу. Эта инициатива включает в себя исследовательские семинары для повышения осведомленности и разработки вариантов использования, интеграционные испытательные стенды для проверки совместимости и живые испытания для оценки поведения сети и эксплуатационных аспектов. Компания-разработчик будет тесно сотрудничать с бизнесом для разработки индивидуальных вариантов использования квантово-безопасных технологий, соответствующих их отраслям, гарантируя своим клиентам, что каждое предприятие или организация сможет защитить свои критически важные сети.

На 2024 г. в области квантовой коммуникации Китай является лидером. В Китае уже создана коммерческая квантовая оптоволоконная сеть между Пекином и Шанхаем, к которой подключены 150 организаций – от государственных и местных банков до энергетических сетей и правительственных сайтов. А в 2023 г. китайская государственная телекоммуникационная компания инвестировала 434 млн долл. в создание дочернего предприятия для развития и продвижения технологий квантовой связи. При участии China Telecom в стране приняты пять соответствующих национальных стандартов, организованы кабельные квантовые сети, а также мобильная сеть 5G с квантовым шифрованием, пользователями которой уже стали более 500 тыс. человек.

Другие страны также осваивают новые технологии. В США уже построена коммерческая квантовая оптоволоконная сеть, охватывающая Бостон, Нью-Йорк и Вашингтон. А в Южной Корее при участии телекоммуникационной компании SK Telecom и ID Quantique к 2025 г. планируется создать квантовую сеть протяженностью 2 тыс. км. В 2021 г. начала работать первая линия квантовой связи в России. Сеть соединяет

Москву и Санкт-Петербург, а также имеет протяженность 700 км, что делает ее самой крупной в Европе.

Криптографическая квантовая сеть – новейшая система передачи данных, работающая по законам квантовой механики. Технология способна передавать данные с высокой скоростью и обеспечивать их надежную защиту от несанкционированного взлома. Как только ученым удастся разработать механизм соединения спутника-ретранслятора с наземным объектом, квантовые информационные технологии станут входить в повседневную жизнь.

*Источник: adpass.ru, 27.08.2024*

### **Ученые из Делфта инициировали контролируемое движение в ядре атома**

Исследователи смогли заставить атомное ядро взаимодействовать с одним из электронов на внешних оболочках атома, что позволило им манипулировать этим электроном и считывать его данные через иглу сканирующего туннельного микроскопа.

Исследователи из Делфтского технического университета в Нидерландах сделали значительный шаг вперед в изучении квантовой физики. Они впервые смогли инициировать контролируемое движение в самом сердце атома, что открывает новые перспективы для хранения квантовой информации и управления ею.

Ключевым достижением исследования стала возможность заставить атомное ядро взаимодействовать с одним из электронов на внешней оболочке атома. Это взаимодействие позволило учёным манипулировать электроном и считывать его данные с помощью иглы сканирующего туннельного микроскопа. Такой метод может стать основой для будущих квантовых вычислений.

Для эксперимента был выбран атом титана, а точнее его изотоп Ti-47, у которого на один нейтрон меньше, чем у распространённого в природе Ti-48. Это делает ядро атома слегка магнитным, или, на языке квантовой физики, оно обладает спином. Спин можно представить как стрелку компаса, указывающую в определённые направления, что и является частью квантовой информации.

Ядро атома обычно находится в центре, вдали от вращающихся электронов. Однако из-за слабого сверхтонкого взаимодействия между спином ядра и спином электрона возникает возможность их взаимного влияния. Исследователи использовали тщательно настроенное магнитное поле, чтобы активировать это взаимодействие. После настройки условий был создан

импульс напряжения, который выводил спин электрона из равновесия, и оба спина начинали колебаться синхронно, что длилось доли микросекунды.

Что делает это исследование особенно важным, так это согласие результатов эксперимента с квантовыми предсказаниями. Исследователи отметили, что колебания спинов шли по сценарию, предсказанному Шрёдингером. Более того, проведённые учёными расчёты показали практически полное совпадение с наблюдаемыми флуктуациями, что подтверждает, что квантовая информация не теряется при взаимодействии электрона и ядра.

Одной из главных целей этого исследования стало изучение перспектив хранения квантовой информации в ядре атома. Спин ядра, защищённый от влияния внешней среды, представляет собой жизнеспособного кандидата для этой роли. В условиях, где внешние возмущения минимальны, ядро может хранить квантовую информацию дольше, чем электронные системы, что делает этот подход перспективным для будущих квантовых компьютеров.

*Источник: overclockers.ru, 15.09.2024*

## **Связь на основе запутанных фотонов становится ближе к реальности**

Масштабируемые источники запутанных фотонов являются краеугольным камнем для реализации фотонной квантовой сети.

Ученые создали «исключительно яркий» источник света, способный генерировать квантово-запутанные фотоны, которые можно будет использовать для безопасной передачи данных в будущей высокоскоростной квантовой сети связи.

Будущий квантовый интернет мог бы передавать информацию с помощью пар запутанных фотонов – то есть частицы обмениваются информацией во времени и пространстве независимо от расстояния. Основываясь на законах квантовой механики, информация, закодированная в этих запутанных фотонах, может передаваться с огромной скоростью, в то время как их «квантовая когерентность» – состояние, в котором частицы запутаны – гарантирует, что данные не могут быть перехвачены.

Но одной из ключевых проблем в построении квантового интернета было то, что «сила» этих фотонов может ослабевать по мере их перемещения; источники света не были достаточно яркими. Чтобы построить успешный квантовый интернет, который может передавать данные на огромные расстояния, фотоны должны быть достаточно сильными, чтобы предотвратить

«декогеренцию» – когда запутанность теряется и содержащаяся в них информация исчезает.

Теперь в исследовании, опубликованном в журнале eLight, ученые представили новый тип источника квантового сигнала, используя существующие технологии, который обеспечивает чрезвычайно высокую яркость.

Им удалось достичь этого, объединив излучатель фотонных точек (генератор одиночных фотонов или частиц света) с квантовым резонатором (устройством для усиления квантовой сигнатуры) для создания нового мощного сигнала.

Что делает недавнее исследование особенно интересным, так это то, что ранее отдельные технологии были независимо проверены в лабораториях, но они были протестированы только по отдельности. Это исследование является первым случаем, когда они использовались вместе.

Ученые объединили фотонный точечный излучатель с круговым брэгговским резонатором (отражателем, используемым для направления электромагнитных волн) на пьезоэлектрическом приводе (устройстве, которое генерирует электричество при воздействии тепла или напряжения). Вместе они создали усовершенствованную форму фотонного излучателя, которая может точно настраивать излучаемые фотоны для максимальной поляризованной запутанности. Это контролировалось с помощью пьезоэлектрического привода.

Пары фотонов, генерируемые устройством, имели высокую точность запутывания и эффективность извлечения – это означает, что каждый фотон достаточно ярок, чтобы быть полезным, и хорошо сохраняет свою «квантовую сигнатуру» (полезное квантовое свойство). Раньше было трудно одновременно достичь как полезного уровня яркости, так и высокой точности запутывания, поскольку каждый аспект требовал отдельной технологии, и их было трудно объединить масштабируемым образом.

Это значительный шаг вперед в развитии практических квантовых технологий, демонстрирующий, как их можно объединить для создания более мощного и эффективного источника света.

К сожалению, не следует ожидать квантового интернета в ближайшее время, поскольку различные технологии остаются на экспериментальной и опытно-конструкторской стадии. Для изготовления фотонного излучателя, использованного в исследовании, было необходимо токсичное сырье, включая мышьяк, который требовал специального обращения.

Существуют также проблемы безопасности, связанные с использованием арсенида галлия, из которого был изготовлен фотонный точечный излучатель. Fisher Scientific, поставщик лабораторного оборудования и химикатов для

научных исследований, считает арсенид галлия опасным по нескольким причинам, включая его канцерогенные свойства.

Проблемы безопасности, связанные с использованием этих материалов, могут ограничить масштабируемость изложенной методологии. Поэтому может потребоваться идентификация жизнеспособных альтернативных материалов для генерации ярких, запутанных фотонов для будущей квантовой коммуникационной сети.

Следующим этапом процесса разработки станет интеграция диодообразной структуры в пьезоэлектрический актуатор. Это позволит генерировать электрическое поле через квантовые точки, чтобы противодействовать декогеренции и, следовательно, повысить степень запутанности.

Ученые утверждают, что, хотя для разработки квантового интернета предстоит сделать еще много шагов, успешное сочетание излучателя фотонов и резонатора для получения фотонов с высокой яркостью и запутанностью все равно является значительным шагом вперед.

Ранее эксперимент, проведенный исследователями из Ганноверского университета имени Лейбница в Германии, показал, как квантовая информация и классические единицы и нули обычных данных могут передаваться по одному и тому же оптоволокну.

*Источник: ab-news.ru, 07.09.2024*

## **Ученые экспериментально подтвердили квантовую природу человеческого сознания**

Новое исследование, проведенное учеными из колледжа Уэлсли в США, предоставило экспериментальное подтверждение квантовой природы сознания. Эксперимент был основан на изучении влияния анестезии на микротрубочки нейронов.

Ученые обнаружили, что введение препарата, стабилизирующего микротрубочки, значительно увеличивает время, необходимое для потери сознания под действием анестезии. Это указывает на важную роль микротрубочек в процессах сознания. Микротрубочки являются ключевыми компонентами цитоскелета клеток и играют важную роль в нейронах, участвуя в внутриклеточном транспорте и пластичности мозга. Согласно теории «организованной объективной редукции», анестезия блокирует квантовые эффекты в микротрубочках, необходимые для поддержания сознания.

В ходе эксперимента крысам вводили эпотилон В – препарат, стабилизирующий микротрубочки. Затем животных подвергали воздействию изофлурана. Оказалось, что крысам, получившим эпотилон В, требовалось в среднем на 69 секунд больше времени для потери сознания по сравнению с контрольной группой.

Исследователи считают, что полученные результаты подтверждают квантовую модель сознания, так как классические механизмы не могут объяснить наблюдаемый эффект. Это открытие может иметь важное значение для понимания природы сознания и разработки новых терапевтических подходов при различных неврологических заболеваниях, сообщает New-Science.ru.

*Источник: sciencexxi.com, 19.09.2024*

### **Toshiba, SpeQtral и ST Engineering будут создавать совместные решения для квантовых сетей**

Японская корпорация Toshiba, сингапурская компания SpeQtral и международная группа ST Engineering заключили меморандум о взаимопонимании. Главная цель – реализация совместных проектов по созданию решений для квантовых сетей.

Как следует из релиза Toshiba, сотрудничество направлено на реализацию различных стратегических инициатив, создание специализированных продуктов для квантовых защищенных сетей и технологий защищенной связи на объектах критической инфраструктуры, в банковском секторе и правительственных учреждениях.

В частности, совместные проекты будут направлены на развитие квантовых сетей с технологией гибридного квантового распределения ключей и постквантовой криптографии. Также компании намерены совместно работать над созданием облачных сервисов и систем безопасного хранения данных.

Стоит отметить, что Toshiba и SpeQtral сотрудничают с 2021 года, у каждой из компаний есть значительное количество успешных решений в области квантовых коммуникаций. Так, корпорация Toshiba добилась существенных успехов в сфере создания технологий оптоволоконной квантовой связи, а у SpeQtral есть передовые разработки в области проектов спутниковой квантовой связи.

Также компании создали первый в Юго-Восточной Азии Центр изучения квантовых сетей. Теперь к успешному партнерству присоединяется ST Engineering, эта международная группа специализируется на разработках в

сфере кибербезопасности и имеет успешный опыт в развертывании защищенных сетей связи. Ожидается, что наработки ST Engineering позволят защитить создаваемую Toshiba и SpeQtral инфраструктуру квантовой связи от текущих и будущих угроз.

*Источник: proquant.ru, 12.09.2024*