



МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ ОАО «РЖД»

КВАНТОВЫЕ СЕТИ

№5/МАЙ 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Учёные улучшили андреевский спиновый кубит для более стабильных квантовых вычислений	3
Ученые смогли искривить пространство при помощи квантовой физики.....	3
IBM и Google инвестируют 150 млн долларов в квантовый суперкомпьютер	4
Эйнштейн ошибался: швейцарские учёные экспериментально подтвердили эффект квантовой запутанности	5
Квантовые компьютеры могут раскрыть тайны Вселенной и спасти наш мир.....	6
«Квантовая запутанность» может объяснить, что разум существует как поле, отдельное от мозга.....	7
Германия собирается через три года выбиться в лидеры квантовых вычислений.....	12
Придумали квантовый микроскоп с удвоенным разрешением	13
Видеокарты NVIDIA оказались быстрее квантовых компьютеров в некоторых задачах	14
Учёные ещё на шаг приблизились к пониманию «странных металлов».....	14
Физики создали в лаборатории черную дыру, которая немедленно начала расти.....	16
Квантовый компьютер D-Wave с 5000 кубитов действительно работает – он решил неподъёмную для обычных систем задачу со спиновым стеклом	17
Квантовые компьютеры и генеративные модели IBM помогут в создании прорывных мРНК-вакцин	18
В России впервые проведут Форум будущих технологий.....	20
Россияне создали хитрую математическую модель, которая улучшит качество недоступной хакерам спутниковой квантовой связи	21
«Ростелеком» провел новый этап испытаний отечественных решений по квантовой защите передачи данных	24
Как попасть в число лидеров квантовой гонки	26
Квантовый вызов потребует от бизнеса инвестиций.....	30
РИАН: В РФ ученые ДГТУ предложили квантовую телепортацию для защиты каналов связи.....	34
Получены кристаллы сверхчистого синтетического алмаза для квантовой сенсорики	34
Квантовый суперлазер из Пензы может перестраивать длину волны	36
Коммуникации со скоростью света: новосибирские ученые разрабатывают лазер на квантовых точках для систем связи	37

Учёные улучшили андреевский спиновый кубит для более стабильных квантовых вычислений

Спиновые кубиты в полупроводниках являются многообещающей платформой для создания масштабируемых квантовых вычислительных устройств.

Однако сложно реализовать многокубитное взаимодействие на больших расстояниях. Но есть сверхпроводящие спиновые кубиты, которые представляют собой альтернативу, кодируя кубит со спиновой степенью свободы «уровня Андреева». Эти «андреевские спиновые кубиты» имеют внутреннюю спин-сверхтоковую связь, которая позволяет использовать последние достижения в области квантовой электродинамики цепей.

Первая реализация андреевского спинового кубита кодировала кубит в возбуждённых состояниях полупроводниковой слабой связи, что приводило к частому распаду за пределы вычислительного подпространства. Кроме того, быстрому манипулированию кубитами мешала необходимость непрямых рамановских переходов.

Но теперь учёные из QuTech использовали электростатически определённый контакт Джозефсона с квантовой точкой с большой зарядной энергией, что привело к спин-расщеплённому дублетному основному состоянию. Они смогли настраивать частоту кубита в диапазоне частот 10 ГГц с помощью магнитного поля, что также позволяет исследовать производительность кубита с помощью прямого манипулирования спином. Полностью электрический микроволновый привод выдает частоты Раби, превышающие 200 МГц. Учёные внедряют андреевский спиновый кубит в сверхпроводящий трансмонный кубит, демонстрируя сильную когерентную связь между кубитами. Эти результаты являются важным шагом на пути к гибридной архитектуре, необходимой для более стабильных квантовых вычислений. Достижение исследователей было описано в журнале *Nature Physics*.

Источник: glas.ru, 23.05.2023

Ученые смогли искривить пространство при помощи квантовой физики

Одна из важнейших нерешённых задач в физике – это нахождение связи между квантовой механикой и общей теорией относительности. Для её решения необходима сложнейшая математика и невообразимые эксперименты. И если на бумаге ничего невозможного нет, то с опытами всё плохо – либо кванты, либо классика. Но надежда есть. Группа европейских и сингапурских

учёных предложила квантовый симулятор, который воспроизводит эффект квантовой гравитации и не только.

В физике и не только симуляция на одних системах может быть транслирована на другие, казалось бы, совершенно иные по свойствам системы. Учёные из Венского технологического университета, Университета Крита, Наньянского технологического университета (Сингапур) и Берлинского университета опубликовали в научном журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)* статью, в которой рассказали об успешной симуляции гравитационного линзирования на квантовом симуляторе. Фактически они утверждают о симуляции квантовой гравитации, обоснованием которой занимаются все физики-теоретики и никак не могут это сделать.

В качестве основы для квантового симулятора исследователи взяли облака сверхохлаждённых атомов – это определённо квантовые структуры с соответствующим математическим аппаратом и массой решений по управлению ими (вспомним многочисленные квантовые вычислители-симуляторы). Вместо света учёные взяли за основу звук и представили его как релятивистский объект из общей теории относительности. Получился квантовый симулятор распространения света в пространстве, который работал в точном соответствии как с ОТО, так и с квантовой теорией. В частности, эксперимент показал осуществимость эффекта гравитационного линзирования на симуляторе.

Эксперименты показывают, что форма световых конусов, эффекты линзирования, отражения и другие явления могут быть продемонстрированы в атомных облаках именно так, как это ожидается в релятивистских космических системах. Постановка экспериментов и полученные результаты могут помочь открыть неизвестные доселе явления и эффекты и, в конечном итоге, могут привести к созданию общей теории функционирования нашей Вселенной.

Источник: 3dnews.ru, 20.05.2023

IBM и Google инвестируют 150 млн долларов в квантовый суперкомпьютер

Чикагский университет станет партнером International Business Machines (IBM) и Alphabet (материнская компания Google) в рамках сделки на общую сумму 150 млн долларов, которые будут направлены на развитие квантовых вычислений. В частности, IBM заинтересована в создании квантово-ориентированного суперкомпьютера. Специалисты компании будут разрабатывать чертежи совместно с Чикагским и Токийским университетами в

течение следующих 10 лет. На это будет направлено 100 млн долларов. Google также выделяет 50 млн долларов на ускорение создания суперкомпьютера. Главная привлекательность квантовых технологий заключается в том, что они обещают сделать все онлайн-платежи более быстрыми и безопасными. И хотя эта перспектива видится достаточно далекой, крупные технологические компании уже готовы вложиться в то, чтобы воплотить эту цель в реальность.

Источник: nur.kz, 23.05.2023

Эйнштейн ошибался: швейцарские учёные экспериментально подтвердили эффект квантовой запутанности

Команда швейцарских учёных сообщила о проведении успешного эксперимента, который практически доказал существование эффекта квантовой запутанности. Согласно теории квантовой механики, свойства двух частиц, которые располагаются вблизи друг друга, становятся взаимосвязанными. И даже если разделить их на условно бесконечное расстояние, эта взаимосвязь никуда не денется, и частицы всё равно будут запутанными.

Многие учёные скептически относились к данной теории. Среди них был и Альберт Эйнштейн. По его мнению, квантовые частицы не могут взаимодействовать друг на друга на условно бесконечных расстояниях. Эйнштейн считал, что частицы могут содержать некие скрытые параметры, которые и выдаются в виде ответа, когда учёные измеряют свойства одной из запутанных частиц.

Например, если измерить направление одной из частиц, согласно теории квантовой механики, информация о направлении второй становится известна мгновенно. Такой эффект ещё называют квантовой телепортацией.

Для подтверждения эффекта квантовой запутанности в Швейцарии создали криогенную установку, внутри которой во время движения фотона от одной точки до другой происходит измерение свойств связанных частиц. В установке, которая по словам разработчиков, содержит «1,3 тонны меди и 14 тыс. винтов», расположена труба длиной 30 метров, где в вакууме с охлаждением до -273°C микроволновый фотон пролетает с одного конца в другой за 110 нс. Измерения были выполнены на несколько наносекунд быстрее. Никакая информация по классическим законам не могла передаться за это время, тогда как эффект квантовой запутанности частиц себя полностью проявил.

По словам физика из школы ETH Zurich Андреаса Валлраффа (Andreas Wallraff), проведённый эксперимент не только доказывает эффект квантовой

запутанности, который ставил в тупик многих учёных, но и скрывает в себе огромный потенциал по созданию огромных сверхпроводящих систем, в которых можно осуществлять квантовую связь и делать много другого интересного, не углубляясь до таких тонких (сверхчувствительных) материй, как элементарные частицы.

Источник: trashbox.ru, 17.05.2023

Квантовые компьютеры могут раскрыть тайны Вселенной и спасти наш мир

Известный физик Митио Каку предлагает заглянуть в будущее, преобразованное силой квантовых вычислений, в своей последней книге «Квантовое превосходство». В этой долгожданной работе Каку исследует потенциал квантовых компьютеров, которые революционизируют не только наши технологии, но и наше общество в целом. Однако по мере того, как мы погружаемся в захватывающую сферу квантового превосходства, возникает критический вопрос: могут ли квантовые компьютеры действительно стать реальностью и выполнить те экстраординарные обещания, которые они несут? Физик Мичио Каку предсказывает квантовую эру, которая произведет революцию в технологиях и обществе, в своей новой книге «Квантовое превосходство». Но смогут ли квантовые компьютеры стать реальностью и смогут ли они реализовать свой потенциал?

Квантовый скачок в будущее

Представьте себе мир, в котором компьютеры выполняют вычисления не в миллионы, а в триллионы раз быстрее, чем современные технологии. Мичио Каку, известный физик, считает, что квантовые компьютеры заменят обычные устройства, выполняя задачи, на которые уходят тысячи лет, всего за секунды.

Квантовый век: трансформация на горизонте

В «Квантовом превосходстве» Каку обсуждает грядущий квантовый век, который он предвидит приведет к значительным научным и социальным изменениям. В эту новую эру компьютеры будут использовать субатомные частицы вместо транзисторов, высвобождая беспрецедентную вычислительную мощность. Революция в области исследований Квантовые вычисления могут кардинально изменить исследования в области химии, биологии и физики. Каку предполагает множество применений, включая переработку углерода, производство экологически чистых удобрений, высокоэффективные батареи,

термоядерный синтез и инновационные методы лечения таких заболеваний, как рак, болезни Альцгеймера и Паркинсона.

Сила кубитов

Квантовые компьютеры полагаются на кубиты, квантовые аналоги традиционных битов. Кубиты используют свойства частиц и принимают значения от нуля до единицы, что обеспечивает квантовую запутанность и предоставляет им превосходные вычислительные возможности по сравнению с классическими битами.

Моделирование реальности с помощью квантовых компьютеров

Квантовые компьютеры могут моделировать реальность более точно, чем цифровые устройства, поскольку природа действует на квантовых принципах. Используя эти «виртуальные лаборатории», ученые могут точно моделировать такие процессы, как фотосинтез или взаимодействие белков в организме человека, упрощая разработку лекарств и другие биологические приложения.

Проблемы в разработке квантовых компьютеров

Несмотря на их обещание, создание квантовых компьютеров – сложная задача. Им требуется температура, близкая к абсолютному нулю, и они сталкиваются с такими проблемами, как шум. Самый совершенный квантовый компьютер, IBM Osprey, может похвастаться 433 кубитами, но может работать только в течение 70-80 миллионных долей секунды.

Инвестиции в квантовое будущее

Правительства и частные компании вкладывают миллиарды в квантовые исследования, а спецслужбы подчеркивают важность подготовки к этой новой технологии. Хотя до полнофункционального квантового компьютера могут пройти годы, потенциальная революция вероятно изменит наш мир.

Источник: tauna24.ru, 11.05.2023

«Квантовая запутанность» может объяснить, что разум существует как поле, отдельное от мозга

Отношения между разумом и мозгом – это основная загадка для понимания самого нашего существования как разумных существ.

Некоторые утверждают, что разум является исключительно функцией мозга – сознание является продуктом работы нейронов. Но некоторые

стремятся научно обосновать существование разума независимо от мозга или, по крайней мере, в какой-то степени отдельно от него.

Рецензируемый научный журнал NeuroQuantology объединяет нейронауку и квантовую физику – перекрёсток, который некоторые учёные используют для изучения фундаментальных отношений между разумом и мозгом.

Доктор Дирк К. Ф. Мейер, профессор Гронингенского университета в Нидерландах, выдвигает гипотезу, что сознание обитает в поле, окружающем мозг, поле, которое находится в другом измерении. Среди прочих процессов, оно обменивается информацией с мозгом посредством «квантовой запутанности». Это имеет определённое сходство с чёрной дырой.

Возможно, это поле способно принимать информацию от магнитного поля Земли, тёмной энергии и других источников. Затем оно «передает волновую информацию в ткани мозга, которые играют важную роль в высокоскоростной сознательной и подсознательной обработке информации», – пишет Дирк.

Другими словами, «разум» – это поле вокруг мозга; оно собирает информацию извне и передает её в мозг с чрезвычайно высокой скоростью.

Он описывает это попеременно как «голографическое структурированное поле», «восприимчивое ментальное рабочее пространство», «метакогнитивный домен» и «глобальное пространство памяти индивидуума».

Чрезвычайно быстрые функции мозга позволяют предположить, что он обрабатывает информацию механизмом, который ещё не раскрыт.

В нейронауке существует неразрешённая загадка, называемая «проблемой связывания». Разные участки мозга решают разные задачи: одни работают над обработкой цвета, другие – над обработкой звука и т. д. Но всё это каким-то образом объединяется в единое восприятие или сознание.

Информация сливается и взаимодействует в мозге быстрее, чем это можно объяснить современными представлениями о нейронных передачах в мозге. Таким образом, кажется, что сознание – это нечто большее, чем просто нейроны, работающие в мозге.

Неврологи всё ещё ищут механизм такого «связывания» разрозненных частей обработки информации в мозге. Мейджер обратился к квантовой запутанности и туннелированию, чтобы найти часть ответа.

Квантовая запутанность – это когда частицы кажутся связанными, несмотря на огромные расстояния между ними. При воздействии на одну из частиц соответствующие изменения наблюдаются на других одновременно и мгновенно.

Квантовое туннелирование – это явление, когда частица проникает через барьер, который она не может преодолеть согласно классической физике.

Эти квантовые явления позволяют осуществлять настолько быстрые процессы – превышающие скорость света – что их невозможно объяснить законами классической физики. Поэтому они могут помочь объяснить сверхбыстрые подсознательные ментальные процессы.

Принципы квантовой физики могут объяснить, как разум обрабатывает информацию.

Если «разум» или ментальное поле может взаимодействовать с мозгом таким образом, это может стать шагом к объяснению быстроты ментальных процессов. Мейер также использовал флуктуацию материи «волна-частица» в квантовой физике для объяснения взаимосвязи между ментальным полем и мозгом.

Идея заключается в том, что частицы, такие как электроны и фотоны, существуют как волны вероятности, но также существуют как частицы в случае, если эти вероятности разрушаются.

Подобным образом, по словам Мейера, ментальное поле является одновременно нематериальным и частью физического мозга:

«Предлагаемое ментальное рабочее пространство считается нематериальным, но по отношению к индивидуальному мозгу имеет недуральную связь волна/частица в соответствии с квантовыми физическими принципами: оно напрямую зависит от физиологии мозга, но не сводимо к ней».

Разум и мозг, говорит Мейджер, взаимосвязаны. Они едины, но в то же время разделены. Такой кажущийся парадокс является характерной чертой квантовой физики.

Разум может находиться в другом пространственном измерении.

Он выдвинул гипотезу, что ментальное поле находится в другом измерении:

«То, что мы не можем непосредственно воспринимать этот информационный аспект, традиционно приписывается скрытому четвёртому пространственному измерению, которое нельзя наблюдать в нашем трёхмерном мире, но можно вывести математически».

Это четвёртое пространственное измерение не является временем. Скорее, это концепция пространства-времени, которая включает в себя четыре пространственных измерения плюс время – «пространственно-временная структура 4+1».

Он процитировал исследования, которые предположили, что эта концепция измерений может примирить несоответствия между традиционной физикой и квантовой физикой, которые мучают учёных сегодня.

Таким образом, разум мог бы существовать в четвёртом пространственном измерении.

Разум может быть подобен чёрной дыре.

Мейер представляет себе некий экран или границу между внешним миром и индивидуальным ментальным полем. Он уподобляет эту границу горизонту событий чёрной дыры.

Предполагается, что информация, поступающая в чёрную дыру извне, не теряется, а скорее, проецируется на её внешний экран, называемый «горизонтом событий», пишет Мейджер.

«Сознание – это пограничное состояние между сингулярностью (чёрной дырой) и пространством внутри мозга», – добавил он.

Мейджер отметил, что горизонт событий отделяет «ментальную модель реальности для внутреннего использования в каждом индивидууме» от всего, что существует за её пределами. Тем не менее, он связан с «универсальной информационной матрицей».

«Эта динамическая голографическая граница собирает информацию как изнутри мозга, так и из информационных полей, в которые постоянно включён наш мозг, – сказал он в интервью The Epoch Times. – Таким образом, она неявно связана с универсальной информационной матрицей».

Структура гипотетического ментального поля может иметь форму тора.

Геометрическая форма, известная как тор, хорошо подходит для природы и функций, которые Мейджер приписывает этому ментальному полю.

Словарь Merriam Webster описывает тор как «поверхность в форме пончика, образованная кругом, повернутым вокруг оси в своей плоскости, которая не пересекает круг».

Мейер представил различные причины такой формы, связанные с физическими теориями (рис. 1). Одна из них связана с теорией колебаний электрической активности в мозге.

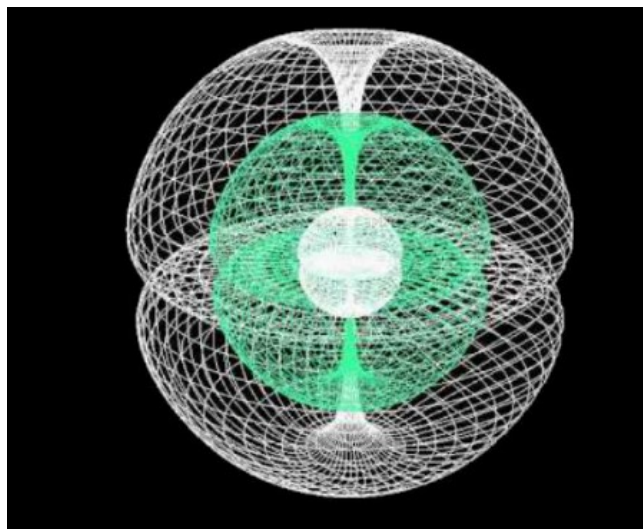


Рис. 1. Вложенная структура тора, предложенная доктором Дирком Мейджером для ментального поля, связанного с мозгом

Структура тора встречается в физике от микромасштабов до экстремальных макромасштабов чёрных дыр и Вселенной в целом, объяснил Мейджер. Она может сыграть важную роль в динамической интеграции информации в сознании и мозге.

Мейджер обсуждает более широкие последствия для философии взаимоотношений разума и материи.

«Наша статья может внести прямой вклад в ответ на знаменитый вопрос [когнитивного учёного и философа Дэвида] Чалмерса: как нечто нематериальное, такое как субъективный опыт и самосознание, может возникнуть из материального мозга?» – пишет Мейджер.

Способность ментального поля воспринимать информацию из других полей, по замыслу Мейджера, также может объяснить некоторые аномальные явления, такие как экстрасенсорное восприятие, отметил он.

По его мнению, «сознание можно рассматривать как самый основной строительный блок природы и, следовательно, оно присутствует на всех уровнях ткани реальности».

С момента появления квантовой физики учёные изучают её способность объяснить сознание, в которую вписывается работа Мейджера.

Другая теория под названием «оркестрованная объективная редукция», или Orch-OR, была разработана физиком сэром Роджером Пенроузом и анестезиологом доктором Стюартом Хамероффом, который на сайте Хамероффа описывает её следующим образом:

«Она предполагает, что сознание возникает из-за квантовых колебаний в белковых полимерах, называемых микротрубочками, внутри нейронов мозга».

Как и Мейджер, Пенроуз и Хамерофф считают, что «существует связь между биомолекулярными процессами мозга и базовой структурой Вселенной». Они также призвали к серьёзным изменениям в том, как учёные рассматривают сознание.

Хамерофф сказал в интервью блогу Singularity:

«Большинство учёных не могут объяснить сознание в мозге, поэтому не могут сказать, что сознание вне мозга невозможно».

Обновление: Доктор Дирк Мейер предоставил The Epoch Times обновлённую версию своей работы, уточнив, что квантовое туннелирование и запутывание не являются наиболее вероятными методами передачи информации между ментальным полем и мозгом.

Было показано, что эти два явления обеспечивают лишь корреляцию между двумя частицами, но необязательно передачу информации (хотя при дальнейших исследованиях это может оказаться верным).

Скорее, «квантово-волновой резонанс» является более вероятным механизмом чрезвычайно быстрой обработки информации в мозге. Это

означает, что вместо передачи сигналов между нейронами в мозге, волновой паттерн, охватывающий все нейроны, а также ментальное поле, мгновенно передаёт информацию.

Представьте себе вибрационную волну, поднимающуюся и опускающуюся в последовательном порядке и проходящую через весь ваш мозг и даже за его пределами. Этот паттерн передаёт информацию, которая может быть понята вибрационными рецепторами в вашем мозге.

Всё это происходит в измерении и на микроскопическом уровне, которые не поддаются прямому восприятию с помощью обычных научных приборов, имеющихся в нашем распоряжении сегодня, но о которых можно судить с помощью физического и математического моделирования.

Источник: epochtimes.ru, 08.05.2023

Германия собирается через три года выбиться в лидеры квантовых вычислений

Правительство Германии собирается в ближайшие три года вложить 3 миллиарда евро в создание универсального квантового компьютера. Этот проект – часть новой инициативы по превращению ФРГ в страну, способную на равных конкурировать с государствами, у которых уже есть или вот-вот появятся подобные вычислительные машины. Власти надеются, что крупные инвестиции в квантовые технологии подстегнут экономику Германии и Евросоюза.

Первый в Германии квантовый компьютер должен быть готов в 2026 году. Он будет оперировать по меньшей мере сотней квантовых битов с возможностью увеличения производительности до 500 кубитов в будущем. Финансирование будет поделено между различными ведомствами. Федеральное министерство образования и научных исследований получит 1,37 млрд евро, еще 800 млн евро – различные научные организации, сообщает Physics World.

Цифровой прорыв: как искусственный интеллект меняет медийную рекламу

Также проект предусматривает строительство квантовой экосистемы и развитие квантовой промышленности. Несколько крупных немецких частных компаний и организаций уже ведут активные разработки квантовых технологий. Производитель автомобильного оборудования, инструментов и бытовой техники Bosch, к примеру, вместе с IBM проводит моделирование

на квантовых машинах, чтобы понять, чем можно заменить редкоземельные металлы в электромоторах.

Немецкий лазерный гигант Trumpf тем временем разрабатывает квантовые чипы и сенсоры, а производитель полупроводников Infineon – первые компьютерные микрочипы, защищенные квантовым шифрованием. Аэрокосмический центр DLR уже запустил первые опытные спутники для испытания квантового распределения ключей.

По словам министра образования Германии Беттины Штарк-Ватцингер, квантовая технология является жизненно важной для технологического суверенитета страны. Она рассчитывает, что в 2026 году «в Германии будет по меньшей мере 60 активных пользователей квантовых компьютеров». И надеется, что ФРГ «окажется в тройке лидеров в ЕС, а также догонит США или Японию» в квантовых вычислениях.

Недавно немецкие ученые сделали важный шаг к появлению квантового интернета. Они использовали дефекты этого материала, чтобы без помех передавать квантовые биты информации. Вдобавок, ученые продемонстрировали, что скорость коммуникации между пространственно разделенными квантовыми системами можно в перспективе повысить более чем в тысячу раз.

Источник: hightech.plus, 14.05.2023

Придумали квантовый микроскоп с удвоенным разрешением

Ученые из Калифорнийского технологического института использовали квантовую запутанность фотонов, чтобы наблюдать объекты, слишком маленькие даже для классических световых микроскопов. Для этого построили оптический прибор, который направляет лазерный свет на особый тип кристалла, преобразующий часть фотонов, проходящих через него, в бифотоны. Такое преобразование происходит очень редко и примерно для одного фотона из миллиона.

Используя ряд зеркал, линз и призм, каждый бифотон, состоящий из двух отдельных фотонов, разделяется и перемещается по двум путям: один из парных фотонов проходит через отображаемый объект, другой нет. Фотон, проходящий через объект, называется сигнальным фотоном, второй называется холостым. Затем эти фотоны проходят через дополнительные оптические устройства, пока не достигают детектора, подключенного к компьютеру, который создает изображение клетки на основе данных, переносимых сигнальным фотоном. В запутанном состоянии бифотоны, даже во время

движения по двум отдельным путям, ведут себя как единый объект с длиной волны вдвое меньше, чем у исходного фотона.

К слову, квантовая запутанность – не единственный способ уменьшить длину волны света, используемого в микроскопе. Зеленый свет, например, имеет более короткую длину волны, чем красный, а фиолетовый – короче зеленого. Но свет с более короткими длинами волн несет больше энергии: ее может быть столько, что она повредит сам изучаемый объект, особенно если речь идет о живых клетках. На этот же раз ученым удалось удвоить разрешение изображения без повреждения образца.

Источник: newatlas.com, 10.05.2023

Видеокарты NVIDIA оказались быстрее квантовых компьютеров в некоторых задачах

Недавнее исследование, опубликованное в журнале Association for Computing Machinery, говорит о том, что квантовые компьютеры могут оказаться менее эффективными, чем обычные графические процессоры (GPU) в решении ряда задач. Учёные пришли к выводу, что многие приложения будут лучше работать на классических компьютерах на базе NVIDIA A100 даже тогда, когда квантовые системы получают миллионы физических кубитов. При этом основной проблемой, согласно исследованию, является не сама задача, а архитектура квантовых компьютеров и их невозможность обрабатывать огромное количество данных, которые требуются для решения некоторых задач. Это в том числе связано с проблемой ввода-вывода данных, похожей на ту, с которой сталкивались обычные компьютеры до появления быстрых SSD. А это значит, что задачи наподобие проектирования лекарств или предсказания погоды и климата будут лучше решаться на классических системах, в то время как химия и материаловедение подходят для квантовых компьютеров.

Источник: ferra.ru, 05.05.2023

Учёные ещё на шаг приблизились к пониманию «странных металлов»

Физики из Университета Рутгерса предложили теоретические взгляды на эксперимент с участием «странного металла», который может сыграть решающую роль в развитии будущих квантовых технологий. Исследователи, изучающие соединение, называемое Y-ball, которое принадлежит к классу «странных металлов», считающихся ключевыми для разработки передовых

квантовых материалов, обнаружили новые методы изучения и понимания его поведения.

«Странные металлы» – это металлы, которые не подчиняются теории ферми-жидкости, описывающей поведение электронов в обычных металлах при низких температурах. В странных металлах сопротивление пропорционально температуре вблизи абсолютного нуля, тогда как в обычных после сверхпроводящей фазы идет резкий рост сопротивления. Это состояние вещества можно назвать промежуточным между проводником и диэлектриком. В качестве примера «странных металлов» можно привести купраты.

В журнале Science международная группа исследователей из Рутгерса, Университета Хиого и Токийского университета в Японии, Университета Цинциннати и Университета Джона Хопкинса описала детали движения электронов, которые дают новое представление о необычных электрических свойствах Y-ball. Материал, технически известный как соединение $YbAlB_4$, содержит элементы иттербий, алюминий и бор.

Анализируя материал с помощью метода, известного как мессбауэровская спектроскопия, учёные исследовали Y-ball с помощью гамма-лучей, измеряя скорость, с которой колеблется электрический заряд металла. В обычном металле, когда электроны движутся, они переходят из атома в атом, вызывая колебания их электрического заряда, но со скоростью, в тысячи раз превышающей скорость, которую можно увидеть с помощью мессбауэровской спектроскопии. В данном случае изменение произошло за наносекунду, миллиардную долю секунды.

Учёные рассказали, что, когда Y-ball и другие «странные металлы» охлаждаются до низких температур, они часто становятся сверхпроводниками, вообще не проявляя сопротивления. В это семейство попадают материалы с самыми высокими температурами сверхпроводимости. Таким образом, эти металлы очень важны, потому что они обеспечивают основу для новых форм электронной материи и высокотемпературных сверхпроводников.

Ожидается, что сверхпроводящие материалы будут играть центральную роль в следующем поколении квантовых технологий, потому что, устраняя все электрические сопротивления, они позволяют электрическому току течь квантово-механически синхронизированным образом.

Источник: dpnnews.ru, 01.05.2023

Физики создали в лаборатории черную дыру, которая немедленно начала расти

Используя ряд атомов для имитации горизонта событий черной дыры, группа физиков наблюдала эквивалент того, что мы называем излучением Хокинга – частицы, рожденные в результате возмущений квантовых флуктуаций, вызванных разрывом черной дыры в пространстве-времени.

По их мнению, это могло бы помочь разрешить противоречие между двумя в настоящее время непримиримыми концепциями описания Вселенной: общей теорией относительности, описывающей поведение гравитации как непрерывного поля, известного как пространство-время; и квантовая механика, описывающая поведение дискретных частиц с помощью математики вероятности.

Чтобы создать единую теорию квантовой гравитации, которую можно было бы применять повсюду, эти две несовместимые теории должны найти способ как-то ужиться. Именно здесь вступают в игру черные дыры, возможно, самые странные и экстремальные объекты во Вселенной. Эти массивные объекты настолько невероятно плотны, что на определенном расстоянии от центра масс черной дыры от них не может ускользнуть даже свет.

Это расстояние, которое зависит от массы черной дыры, называется горизонтом событий. Как только объект пересекает свою границу, мы можем только догадываться, что происходит, поскольку ничего не возвращается с жизненно важной информацией о его судьбе. Но в 1974 году Стивен Хокинг предположил, что перерывы в квантовых флуктуациях, вызванные горизонтом событий, приводят к типу излучения, очень похожему на тепловое излучение.

Если это излучение Хокинга существует, оно слишком слабое, чтобы мы могли его обнаружить. Возможно, мы никогда не вырежем его из шипящей статики Вселенной. Но мы можем изучить ее свойства, создав аналоги черной дыры в лаборатории. Это было сделано раньше, но в статье, опубликованной под руководством Лотте Мертенс из Амстердамского университета в Нидерландах, исследователи сделали что-то новое.

Одномерная цепочка атомов обслуживала электроны, «перескакивая» из одного положения в другое. Изменяя легкость, с которой может произойти этот скачок, физики могли заставить некоторые свойства исчезнуть, фактически создав своего рода горизонт событий, который мешал волнообразной природе электронов. Команда заявила, что эффект этого фальшивого горизонта событий привел к повышению температуры, которое соответствовало теоретическим ожиданиям эквивалентной системы черных дыр, но только тогда, когда часть цепочки вышла за горизонт событий.

Это может означать, что запутывание частиц, пересекающих горизонт событий, играет важную роль в генерации излучения Хокинга.

Смоделированное излучение Хокинга было тепловым только для определенного диапазона амплитуд прыжков и в симуляциях, которые начинались с моделирования пространства-времени, которое считалось «плоским». Это говорит о том, что излучение Хокинга может быть тепловым только в ряде ситуаций и при изменении кривизны пространства-времени под действием гравитации.

Неясно, что это означает для квантовой гравитации, но модель предлагает способ изучения возникновения излучения Хокинга в среде, на которую не влияет дикая динамика образования черных дыр. По словам исследователей, поскольку он такой простой, его можно использовать в самых разных экспериментальных установках.

Источник: solenka.info, 25.04.2023

Квантовый компьютер D-Wave с 5000 кубитов действительно работает – он решил неподъемную для обычных систем задачу со спиновым стеклом

Учёные Бостонского университета и сотрудники канадской D-Wave в журнале Nature опубликовали статью, которая убедительно доказывает практическую ценность квантовых компьютеров компании. Коммерческая система D-Wave Advantage из 5000 кубитов обеспечила симуляцию особого состояния материи – спинового стекла. Для классических компьютеров такие задачи неподъемные, а учёные мечтают выйти за пределы известного. Квантовые системы им это дают.

Компания D-Wave выпускает особый класс квантовых компьютеров. Кубиты в системах D-Wave совсем не такие, как в системах Google, IBM или у российских платформ. Основная масса разработчиков пытается создавать многокубитные системы, в которых квантовая запутанность реализуется, скажем так, по-честному, когда запутанные кубиты имеют ту или иную квантовую величину (характеристику) в одинаковом состоянии.

Пока кубиты когерентны (согласованы) проводятся вычисления или, точнее, симуляции. Это очень хрупкое состояние и длится оно единицы миллисекунд. Много кубитов таким образом не свяжешь. Сегодня это от 20 до 50 кубитов в системах IBM. Канадцы же ещё на старте в 2011 году представили 128-кубитовую платформу и сегодня предлагают уже 5000-кубитовую. Им мало кто верил, пока в 2012 году систему D-Wave не купила Lockheed Martin. В 2013 году вышла первая статья, доказывающая

работу квантовых платформ компании, и вскоре их системы были куплены Google и NASA.

В платформах D-Wave когерентное состояние кубитов поддерживается иным образом, а именно с помощью известного явления квантового туннелирования. Вместо того, чтобы удерживать запутанность кубитов платформа D-Wave приводится в состояние когерентного (согласованного) возбуждения всех кубитов, после чего она оставляется в покое и кубиты естественным образом переходят в состояния энергетического минимума. Начальное состояние возбуждения программируется, поэтому в состоянии установившегося покоя (в процессе так называемого отжига) итоговое минимальное энергетическое (физическое) состояние системы — это готовый ответ на поставленную задачу. Фактически — это решение задач той или иной оптимизации.

В свежем исследовании учёные из Бостона и специалисты D-Wave показали, что производительность её квантового компьютера Advantage на 5000 кубитов значительно выше, чем у классических систем при решении задач 3D оптимизации спинового стекла — трудноразрешимого класса задач оптимизации. Эта работа также представляет собой крупнейшее программируемое квантовое моделирование, о котором сообщалось до сих пор.

В сентябре прошлого года подобные вычисления были проведены на 2000-кубитовой системе D-Wave. Повторение работы в новом масштабе доказывает возможность трансляции когерентных процессов на расширенные процессы при решении задач оптимизации.

«Это исследование знаменует собой значительное достижение для квантовой технологии, поскольку демонстрирует вычислительное преимущество перед классическими подходами для трудноразрешимого класса задач оптимизации, — сказал д-р Алан Барац (Alan Baratz), генеральный директор D-Wave. — Для тех, кто ищет доказательства непревзойденной производительности квантового отжига, эта работа предлагает окончательное доказательство».

Источник: 3dnews.ru, 25.04.2023

Квантовые компьютеры и генеративные модели IBM помогут в создании прорывных мРНК-вакцин

Успехи вакцин от коронавируса подстегнули фармацевтические компании заняться разработкой препаратов на основе матричной РНК, защищающих от других тяжелых заболеваний: рака, герпеса, туберкулеза,

аллергий. Moderna, специалист в этой области биотехнологий, собирается идти в ногу с прогрессом информационных технологий в создании медикаментов нового поколения. Для это она договорилась с IBM о партнерстве в использовании квантовых вычислений и искусственного интеллекта для создания совершенного нового класса мРНК-вакцин.

В начале пандемии COVID-19 состязание в разработке эффективной вакцины на Западе выиграла новая технология мРНК, которую использовали, в частности, Moderna и ее конкурент Pfizer. В попытке как можно быстрее выпустить средства и от других заболеваний и состояний, американская биотехнологическая компания Moderna заключила, как сообщает Venture Beat, партнерское соглашение с IBM о совместном исследовании потенциала квантовых вычислений и генеративного ИИ в области медицины.

«Если ИИ – это мозг робота, то RPA – его руки». Что умеют программные роботы

Этот новый подход включает использование генеративной модели, разработанной IBM, которая должна помочь Moderna в создании нового класса мРНК-вакцин, которые не обладают ограничениями современных вакцин. Одновременно биотех-компания хочет понять, как можно было бы применить преимущества квантовых машин для решения проблем, которые не под силу классическим компьютерам.

IBM разработает вместе с Moderna семейство базовых моделей, так называемых MoLFormer. Они обучаются на широкомасштабных молекулярных наборах данных. Эти модели можно адаптировать под различные задачи и приложения, а работают они не так, как модели глубокого обучения, которым обычно требуется большой объем маркированных данных. Модели MoLFormer обучаются на более чем миллиарде химических веществ и не нуждаются в доступе к маркированным данным, когда пытаются изучить что-то новое. Они уже понимают, с каким химическим составом и с какими химическими процессами им предстоит иметь дело. Кроме того, такой подход помогает избавиться от когнитивных предубеждений и ограничений экспериментальных моделей.

Базовые модели будут обучены на данных Moderna, но не только: в базе MoLFormer уже находится свыше 1 млрд химических веществ.

Параллельно Moderna работает с IBM над применением квантовых вычислений в узкоспециализированных аспектах биологии. Квантовые вычисления способны точнее моделировать поведение и атрибуты молекул, которые сами подчиняются законам квантовой механики, а квантовые алгоритмы при помощи квантовой запутанности лучше описывают поведение молекулярных систем.

Руководство IBM пообещало в конце прошлого года, что в 2023-м квантовый компьютер компании Condor преодолет порог в 1000 кубитов. Также в этом году компания IBM собирается выпустить квантовый компьютер на процессоре Heron, первый из новой линейки модульных процессоров, которые помогут квантовым компьютерам к 2025 году увеличить количество кубитов до 4000 и более.

Источник: hightech.plus, 24.04.2023

В России впервые проведут Форум будущих технологий

В России впервые с 10 по 14 июля 2023 года в Москве состоится Форум будущих технологий. Мероприятие будет проходить ежегодно, начиная с 2023 года. В этом году Форум будет посвящен квантовым технологиям. Распоряжение Правительства Российской Федерации о проведении Форума № 780-р от 30 марта подписано и опубликовано на портале правовой информации. Оператором мероприятия выступит Фонд Росконгресс, при участии и поддержке Российской академии наук, Российского квантового центра (РКЦ), проектного офиса по квантовым технологиям Госкорпорации «Росатом», ОАО РЖД, ПАО Сбербанк, ПАО Газпромбанк. Событие состоится под эгидой Десятилетия науки и технологий, объявленного с 2022 года указом Президента Российской Федерации Владимира Путина.

«Сегодня одна из важнейших задач, которая стоит перед современной российской наукой – ускоренный перевод ценных, уникальных научных идей в реальные продукты, сервисы и технологии. Каждый год в фокусе внимания мероприятия будут различные технологии. Форум будущих технологий в этом году позволит продемонстрировать передовые разработки в сфере квантовых технологий, соберет на одной площадке ключевых участников научно-образовательного и технологического блока, представит возможности России как одного из мировых лидеров в области квантовых технологий, самой многообещающей области технологического развития. Убежден, что Форум будущих технологий станет флагманской площадкой для представления самых передовых научных решений», – отметил Антон Кобяков, советник Президента Российской Федерации, ответственный секретарь Оргкомитета по подготовке и проведению Форума будущих технологий.

На Форуме представят квантовые технологии и передовые достижения в сфере разработки и применения коммерческих продуктов. Участниками мероприятия станут ученые из ведущих университетов и исследовательских

центров мира, эксперты и представители бизнеса – все те, кто работает над созданием и внедрением решений на основе технологий.

Распоряжением Правительства Российской Федерации утвержден состав организационного комитета мероприятия. В него вошли руководители Администрации Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, руководители федеральных органов исполнительной власти, общественных и коммерческих организаций, ректоры ведущих вузов.

Источник: e-cis.info, 25.04.2023

Россияне создали хитрую математическую модель, которая улучшит качество недоступной хакерам спутниковой квантовой связи

В России создана математическая модель оценки эффективности квантовой спутниковой связи, которую невозможно взломать. У России нет своего квантового спутника, поэтому матмодель привязана к китайскому «Мо-Цзы», находящемуся на орбите с лета 2016 г.

Российские ученые разработали математическую модель для быстрой оценки эффективности спутниковой квантовой связи, сообщили CNews представители университета МИСИС. По заверениям авторов модели, она позволяет упростить и ускорить практическое моделирование квантового канала связи.

Над проектом работала группа ученых, состоящая из специалистов МИСИС, МФТИ и Российского квантового центра. Но у России нет своего спутника квантовой связи, поэтому эксперты создавали ее с учетом особенностей китайского спутника «Мо-Цзы» – КНР вывела его на орбиту почти семь лет назад, в августе 2016 г.

Творение российских ученых – это полуэмпирическая матмодель квантового распределения ключей (КРК) со спутника «Мо-Цзы» на созданную в России наземную станцию. Она позволит быстро оценивать эффективность уже спроектированных наземных станций и послужит для разработки и анализа группировки спутников для квантового распределения ключей. Другими словами, это готовый к использованию практический метод оценки эффективности наземных станций, которые, по словам ученых, являются одним из ключевых элементов будущих квантовых сетей.

Использование технологии КРК позволяет создавать невзламываемые каналы связи – безопасность переговоров и передачи данных гарантируется законами квантовой физики.

«Мо-Цзы», названный в честь дневнекитайского философа, стал первым в мире невзламываемым спутником для квантовой связи. Первоначально его планировалось эксплуатировать в течение двух лет, но и по прошествии семи лет он все еще используется. Первые четыре месяца, что спутник пробыл на орбите, Китай тестировал его. Официальный запуск «Мо-Цзы» состоялся в середине января 2017 г., а первый успешный эксперимент в области квантового шифрования китайцы провели в августе 2017 г. Тогда они смогли отправить данные на Землю со своего спутника, защищенные при помощи технологии квантового распределения ключей. В планы КНР входит создание невзламываемой сети связи, которая должна заработать в стране не позднее 2030 г., и «Мо-Цзы» является одним из ее компонентов.

В МИСИС сообщили CNews, что связь математической модели оптимизации квантовой сети с технологией квантового распределения ключей – это задел на будущее в плане безопасности передаваемой информации. Если обычная криптография с открытым ключом шифрования основана на вычислительной сложности определенных математических функций и подвержена взлому, то технология КРК обеспечивает 100-процентную стойкость к взлому при помощи как ныне существующих средств, так и тех, что будут придуманы в дальнейшем. Сторонники этой технологии утверждают, что расколоть шифр после того, как он прошел процедуру квантового распределения ключей, не смогут даже квантовые компьютеры.

Стойкость к взлому обеспечивает и сам принцип работы алгоритма КРК. Он подразумевает создание сразу двух произвольных ключей для «источника» и «приемника» информации, которые затем используются для дешифровки. КРК происходит с использованием фотонов, которые передаются по оптоволокну или в свободном атмосферном пространстве. Попытка доступа к информации в сети без ключа вызовет искажение данных, поскольку измерение квантового состояния фотона невозможно без внесения в него изменений.

По числу таких искажений можно будет с высокой точностью выявить попытку перехвата передачи информации и без промедления прервать связь. А поскольку КРК можно использовать и по оптоволокну, и по воздуху, это позволяет не ограничиваться в дальности действия защищенного спутникового соединения.

При всех преимуществах спутниковой квантовой связи она имеет ряд недостатков, особенно если в ней используются низкоорбитальные космические аппараты – они слишком быстро уходят из зоны прямой видимости. Также влияют и погодные условия – наличие или отсутствие ясной видимости. Российская матмодель обеспечивает быстрый анализ канала связи между спутником и наземной станцией. «В отличие от других чисто теоретических моделей, наш полуэмпирический подход основан на

коэффициентах атмосферного затухания, общих для наземных станций, которые расположены в средних широтах, – сообщил CNews аспирант ЛФИ МФТИ, научный сотрудник РКЦ Александр Хмелев. – Данные коэффициенты, характеризующие атмосферу с точки зрения проницаемости светом, были получены экспериментально как для ясных, так и для туманных погодных условий при помощи разработанной наземной станции. Проверка модели и феноменологических параметров была проведена с использованием опубликованных экспериментальных данных со спутника «Мо-Цзы». «Используя нашу модель для реальных наземных станций на базе телескопов с апертурой 300 мм и 600 мм, мы смоделировали скорость генерации секретного ключа, получаемого в ходе сеанса КРК со спутником «Мо-Цзы», – добавил Александр Хмелев.

По словам разработчиков, коэффициент атмосферного затухания был получен на основе проведенных ими измерений интенсивности излучения звезд на длине волны 850 нм как для ясного, так и для туманного неба. Все замеры осуществлялись с использованием специально разработанной наземной станцией на базе телескопа 600 мм в режиме счета фотонов.

«Мы работаем над возможностью глобального распределения квантового ключа по всей поверхности земного шара с помощью спутников с оптическими квантовыми каналами связи, – отметил Владимир Курочкин, заведующий лабораторией квантовых коммуникаций МИСИС. – Уже разработали наземные приемные станции для этого вида коммуникаций. Для создания спутников с квантовой линией связи важно уметь правильно рассчитывать параметры спутника, приемной наземной станции и скорости передачи данных. Предложенная модель квантового канала связи позволит предсказать скорость распределения ключа. Это поможет при создании нашего спутника в будущем».

В России ставка на технологию квантового распределения ключей делается очень большая. Эти алгоритм используется в линии квантовой связи протяженностью 700 км, которую построила РЖД, и которая заработала летом 2021 г. В основе сети лежат собственные оптоволоконные сети РЖД, и к 2024 г. компания увеличить протяженность линий квантовой связи возрастет до 7 тыс. км.

В октябре 2021 г. силами специалистов университетов МИСИС и МТУСИ была разработана первая в России открытая квантовая сеть. Она способна масштабироваться по мере подключения к ней новых участников. Ее могут бесплатно использовать не только государственные учреждения и компании-партнеры, ученые для исследований в области квантовых коммуникаций, но и студенты.

«Ростелеком» провел новый этап испытаний отечественных решений по квантовой защите передачи данных

Успешные итоги испытаний с привлечением нескольких отечественных производителей оборудования на действующей инфраструктуре «Ростелекома» подтвердили, что технических ограничений для организации квантовой защиты передачи данных практически нет. Это приближает появление коммерческих сервисов, основанных на квантовом шифровании передачи критически важных данных. Например, нашей компании важно обеспечить сверхнадежную защиту каналов между дата-центрами, где размещены важнейшие информационные системы как внутренние, так и внешних заказчиков, – подвел итоги вице-президент по стратегическим инициативам «Ростелекома» Борис Глазков.

Комплекты оборудования QRate и «С-Терра СиЭсПи», которые участвовали в тестировании, полностью произведены в России и используют наиболее современные технологические решения как квантового распределения ключей, так и шифрования данных в высоконагруженных каналах. В мае 2018 года QRate и «С-Терра СиЭсПи» провели лабораторное тестирование гибридной квантово-классической системы и обеспечили квантово-защищенную передачу данных со скоростью от 10 Гб/с. Теперь этот комплекс успешно прошел испытания на действующей ВОЛС компании «Ростелеком», соединяющей дата-центр М10 в Москве и лабораторию университета Сколтех в Сколково.

– Испытания на действующей линии связи показывают, что оборудование QRate и наших партнеров уже полностью готово к масштабированию – полноценному внедрению в повседневную практику. Следующий шаг – строительство многопользовательских квантовых сетей. Нам нужно торопиться, потому что и в Европе, и в Азии квантовая защита данных уже становится стандартом в сфере защиты информации, – сказал технический директор QRate Юрий Курочкин.

– Для России внедрение, так называемого, «квантового шифрования» – актуальнейшая задача. Проведенные испытания – это еще одно свидетельство того, что мы можем идти в ногу с остальным миром, и при этом соблюдать свои интересы и сохранять суверенитет в сфере кибербезопасности, – отметил технический директор «С-Терра СиЭсПи» Христофор Газаров.

– Созданные нами решения для обработки квантовых ключей позволяют добиваться скорости распределения ключей, достаточной для обеспечения в среднем двух абонентов при условии смены ключа один раз в секунду. Для «Ростелекома» подобный комплекс может быть интересен с точки зрения предоставления сервисов по долгосрочной защите передаваемых данных с

использованием квантовых коммуникаций, – подчеркнул руководитель группы РКЦ Алексей Федоров.

Эксперты считают, что квантовые коммуникации обеспечивают наивысшую из существующих на сегодня степень защиты передачи данных. Технология квантовых коммуникаций основана на использовании фундаментальных законов квантовой физики, которые невозможно обойти. Для обмена ключами шифрования в рамках этой технологии используются одиночные фотоны, состояния которых безвозвратно меняются, как только кто-то попытается их «прочитать». Любая попытка перехвата будет тут же обнаружена и предотвращена.

ПАО «Ростелеком» – крупнейший в России провайдер цифровых услуг и решений, присутствующий во всех сегментах рынка и охватывающий миллионы домохозяйств в России.

Компания занимает лидирующее положение на российском рынке услуг ШПД и платного телевидения: количество абонентов услуг ШПД превышает 13,0 млн, а платного ТВ «Ростелекома» – 10,1 млн пользователей, из которых 5,1 млн смотрит уникальный федеральный продукт «Интерактивное ТВ». Количество абонентов мобильной связи «Ростелекома» превышает 1,1 млн.

«Ростелеком» – безусловный лидер рынка телекоммуникационных услуг для российских органов государственной власти и корпоративных пользователей всех уровней.

На массовом рынке компания развивает широкую линейку сервисов для семьи, включая базовые услуги связи, и цифровые решения для «Умного дома», онлайн-образования, геймеров и др.

Компания – признанный технологический лидер в инновационных решениях в области электронного правительства, кибербезопасности, облачных вычислений, здравоохранения, образования, безопасности, жилищно-коммунальных услуг.

Российский квантовый центр – уникальный для России частный научно-исследовательский центр, занимающийся фундаментальными и прикладными исследованиями, а также коммерциализацией новых технологий и устройств, основанных на использовании квантовых эффектов.

Центр на данный момент сформировал уникальную для России научно-технологическую экосистему, в которой фундаментальные исследования, обеспечивающие долгосрочное лидерство, сосуществуют с разработкой актуальных технологий.

За почти 5 лет удалось собрать команду из ведущих ученых со всего мира, включая 2-х Нобелевских лауреатов, создать 10 научных групп и построить «с нуля» 8 современных лабораторий.

Специалисты центра разрабатывают сверхчувствительные сенсоры, оптические микрорезонаторы, элементы квантовых компьютеров (кубиты), а также системы квантовой криптографии и др.

Компания Qrate – российский разработчик продуктов для квантовых коммуникаций. Опираясь на теоретические исследования, проводимые РКЦ, компания создала уникальные решения для квантового распределения ключей как для промышленного использования, так и для применения в образовательных и научных целях. Продукты QRate являются полностью российскими, включая оригинальный Детектор одиночных фотонов – один из ключевых компонентов подобных изделий. Решения компании успешно прошли опытную эксплуатацию в ведущих банках России.

Компания «С-Терра СиЭсПи» с 2003 года является ведущим российским разработчиком и производителем средств сетевой защиты на основе технологии IPsec VPN. Продукты С-Терра, сертифицированные ФСТЭК России и ФСБ России, используют современные российские криптографические алгоритмы ГОСТ и включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (Реестр российского ПО).

Источник: lyubimiiigorod.ru, 11.05.2023

Как попасть в число лидеров квантовой гонки

Квантовые компьютеры еще недавно казались вещью совершенно фантастической. Но будущее, как известно, наступает быстро – работы по созданию таких машин уже идут полным ходом. Научный сотрудник лаборатории квантовой фотоники Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе РАН, кандидат физико-математических наук Максим Рахлин работает над источниками однофотонного излучения для систем квантовой криптографии и квантовых вычислений. За свои исследования молодой ученый недавно был удостоен медали Российской академии наук с премией. Вскоре после церемонии награждения «Поиск» обратился к Максиму с просьбой рассказать о предмете его исследований.

– Квантовые вычисления и квантовые коммуникации сегодня активно развиваются во всем мире, они востребованы не только государственными организациями, но и различными коммерческими структурами, – говорит Максим Рахлин. – Такие огромные транснациональные компании, как Google или IBM, вкладывают десятки миллионов долларов в развитие этой области науки. Подобными разработками занимаются в США, Канаде, Франции, Великобритании, других странах. Я бы назвал XXI век веком

квантового противостояния. В этой области сейчас идет самая настоящая гонка. Тот, кто первым сделает квантовый компьютер, получит значительное преимущество в различных областях: научной, энергетической, транспортной.

Россия не отстает. В рамках дорожной карты «Квантовые вычисления» ведутся активные исследования. В этих проектах участвует большое количество научных групп. Чтобы выиграть «квантовую гонку», требуется слаженная работа самых разных специалистов: инженеров, технологов, физиков, программистов. И я рад, что мне посчастливилось внести свой небольшой вклад в это дело.

– *Что представляют собой источники однофотонного излучения?*

– Однофотонными источниками света (или однофотонными излучателями) называют источники, которые излучают свет в виде отдельных фотонов. Во-первых, фотоны – это идеальный физический носитель квантовой информации, потому что они слабо взаимодействуют с окружающей средой. Например, мы можем регистрировать фотоны, которые звезды испустили миллионы лет назад. Во-вторых, состоянием однофотонных кубитов сравнительно просто управлять экспериментально.

Есть несколько систем, которые позволяют получить однофотонное излучение. Например, это молекулы, центры окраски в алмазе, дихалькогениды переходных металлов. Непосредственно я занимаюсь изучением и разработкой однофотонных источников на основе эпитаксиальных полупроводниковых квантовых точек. Они представляют собой область одного полупроводникового материала внутри другого, их размеры имеют нанометровый масштаб. В результате энергия носителей заряда, заключенных в квантовых точках (например, электронов), оказывается квантована, то есть может принимать только определенные значения. На мой взгляд, сегодня это наиболее перспективная система для создания источников одиночных фотонов.

– *Понятия «квантовая криптография» и «квантовые вычисления» слышали многие. И все же напомните читателям, что они означают?*

– Квантовая криптография – это способ кодирования и передачи данных посредством квантовых состояний фотонов. В отличие от классического канала связи квантовый невозможно прослушать незаметно для адресатов, так как нельзя провести измерение квантового состояния таким образом, чтобы оно не нарушилось.

Идею использовать квантовые методы для защиты информации выдвинул Стивен Визнер в начале 1970-х годов. А дальше эта область науки стала стремительно развиваться. В 1984 году Беннет и Brassar опубликовали первый квантовый протокол передачи данных (алгоритм, который описывает механизм работы квантовой связи) BB84 (по первым буквам фамилий ученых – Bennett

and Brassard – и год создания). И уже через пять лет они провели первые эксперименты. В 2007-м в Швейцарии систему квантовой защищенной связи стали использовать для сохранения данных о результатах голосования.

Теперь о квантовом компьютере. Это вычислительное устройство, которое использует явления квантовой механики (квантовую суперпозицию, квантовую запутанность) для передачи и обработки данных. Квантовый компьютер в отличие от классического оперирует не битами (способными принимать значение либо 0, либо 1), а кубитами, имеющими значения одновременно и 0, и 1. Пока мы не произвели измерения, кубит сразу находится в двух состояниях – 0 и 1. Но после измерения он строго принимает либо одно значение, либо другое.

Предполагается, что квантовые компьютеры будут способны решать задачи, на которые классические компьютеры потратили бы миллионы лет. Это, например, моделирование молекулы ДНК или разработка новых лекарственных препаратов. Я надеюсь, что в ближайшем будущем квантовые компьютеры смогут решать проблемы подобного плана, однако пока созданы только экспериментальные установки в университетских лабораториях. В США компания Google продемонстрировала квантовый процессор Sycamore на базе сверхпроводящих систем. При его помощи удалось выполнить очень сложный программный расчет всего за 200 секунд. Самому мощному суперкомпьютеру для решения данной задачи понадобилось бы гораздо больше времени.

Как я уже сказал, в России так же, как и во всем мире, ведутся активные разработки в этих областях. Если 10 лет назад отставание от зарубежных научных групп у нас было достаточно большим, то сейчас оно сведено к минимуму, а по некоторым направлениям наши научные коллективы – мировые лидеры.

– Расскажите о вашем вкладе. С какими проблемами сталкиваетесь и как их решаете?

– После ряда экспериментов по получению однофотонного излучения нам стало понятно, что для большинства новых квантовых технологий необходимо создать неклассические источники света с улучшенными свойствами, например, с высокой скоростью генерации однофотонного излучения. Благодаря многообразию технологически доступных систем квантовых точек можно изготавливать однофотонные излучатели от среднеультрафиолетового до оптического телекоммуникационного С-диапазона (1,55 мкм). Уникальность нашей лаборатории в том, что мы исследуем различные системы квантовых точек. Это помогает разрабатывать источники одиночных фотонов как для квантовой криптографии, так и для квантовых вычислений.

Чем отличаются эти источники?

Для квантовых вычислений одиночные фотоны, которые излучила квантовая точка, обязательно должны быть неразличимы, то есть обладать одинаковыми характеристикам, в особенности энергией и поляризацией. Для квантовой же криптографии необходимо лишь, чтобы источник был однофотонным и излучал фотоны в телекоммуникационном диапазоне длин волн, это нужно для квантовой передачи ключей на большие расстояния через оптоволоконные линии связи.

Излучение, регистрируемое от исследуемой квантовой точки, может оказаться неоднотонным по разным причинам. Такой источник уже непригоден ни для квантовых вычислений, ни для квантовой криптографии. Поэтому моя основная задача заключается в определении физических основ функционирования и методов реализации однофотонных источников на основе квантовых точек для различных спектральных диапазонов.

– Что собой представляет оборудование, на котором вы работаете?

– Наши источники одиночных фотонов состоят из одиночной квантовой точки, расположенной в оптическом микрорезонаторе. Исследования проводятся с помощью сложнейшей оптической установки, которая занимает почти всю комнату, с криогенными температурами (порядка минус 265°С). Рабочий процесс довольно непростой. Одна только настройка оптической схемы может занимать до двух недель. Кроме того, сначала нужно провести теоретические расчеты, изготовить по этим расчетам образец, сделать постростовую обработку – только потом уже можно проводить измерения.

Важно то, что все этапы работы – от изготовления образца до измерения его оптических характеристик – у нас организованы в рамках одной лаборатории. Зарубежные же коллеги зачастую структуру образца теоретически рассчитывают в одной стране, изготавливают во второй, а измерения проводят в третьей, что сильно затягивает процесс.

– Вы создаете что-то уникальное или известное, но адаптированное к условиям страны?

– В мире исследованием источников одиночных фотонов на основе квантовых точек занимаются несколько научных групп. Когда мы только начинали проводить исследования, то в первую очередь ориентировались на работы зарубежных коллег. Но вскоре смогли занять свою нишу. Это не только моя заслуга, это работа всей лаборатории квантовой фотоники, состоящей из 30 человек, которая была специально создана в ФТИ им. А. Ф. Иоффе для решения подобного рода задач.

– *Медаль Российской академии наук и премия для молодых ученых, которых вы удостоены, стали новыми стимулами, придали вам уверенности?*

– Я бы сказал, что эта награда – хорошее подспорье для будущих исследований. Она помогла мне еще раз убедиться, что я на правильном пути. Мне очень приятно, что ученые, которые рецензировали мою работу, смогли высоко ее оценить: для любого исследователя важен взгляд со стороны. Ну, и добавлю, что впереди еще будет много проблем и задач, которые вместе со своими коллегами я буду стараться решить.

Источник: ras.ru, 11.05.2023

Квантовый вызов потребует от бизнеса инвестиций

Уже сегодня бизнес должен начать переход к квантово-безопасному шифрованию данных. К этому, выбрав в качестве площадки портал Всемирного экономического форума, призвал – как можно судить, не без прагматической заинтересованности – вице-президент IBM Research по Европе и Африке Алессандро Куриони.

Тем более что по итогам изысканий, проведенных в Национальном институте стандартов и технологий (NIST), в США уже с 2024 года планируют внедрять новые стандарты квантово-безопасного шифрования. И бизнесу придется на них переходить. Ссылаясь на расчеты Всемирного экономического форума, Куриони уточнил, что в ближайшие одно-два десятилетия более 20 млрд цифровых устройств будет необходимо модернизировать или заменить.

Обсуждение последствий появления мощного квантового компьютера, способного взламывать сегодняшние алгоритмы шифрования, может напомнить дискуссии по поводу «Проблемы 2000». Она была связана с тем, что большинство программ, выпущенных в XX веке, записывали числа в двузначном формате, и они не «увидели» бы разницу между двумя датами, которые касались бы, например, 1980 и 2080 годов. Это было чревато коллапсом после миллениума.

«На мой взгляд, «Проблема 2000» необоснованно раздута. В целом, конечно, могли произойти отдельные сбои, но совсем не катастрофического характера», – поделился с «НГ» руководитель направления «Цифровое развитие» Центра стратегических разработок Александр Малахов.

«Некоторые эксперты считают, что «Проблема 2000» была искусственно раздута. Думаю, что некоторый скепсис – это лучшая похвала своевременно принятым решениям благодаря вовремя замеченной проблеме», – пояснил

«НГ» замруководителя Квантового центра Московского технического университета связи и информатики Александр Приютов.

Сейчас конкретной даты наступления коллапса нет, но опасения снова сильны. «Масштабы возможного ущерба от «квантового дня» – момента появления квантового компьютера, способного взломать криптографические системы с открытым ключом (а это большинство повседневных устройств, включая устройства с многофакторной аутентификацией, платежные системы и др.), могут быть несоизмеримо больше», – предупредил Приютов. Проблема, по его словам, актуальна для всех стран с высоким уровнем цифрового развития, к которым относится и Россия. «Более того, Россия входит в небольшое сообщество стран, способных самостоятельно развивать квантовые технологии и разрабатывать на их базе готовые продукты», – добавил эксперт.

«Во многом обеспечение кибербезопасности – это вопрос вычислительных мощностей: при существующей сложности криптографических средств и длине ключей, сложности паролей – сколько времени занимает их взлом. Любой алгоритм может быть взломан, весь вопрос в экономической целесообразности. Развитие квантовых компьютеров позволяет совершить очередной рывок в скорости вычислений», – говорит Малахов. И, по его мнению, эта проблема будет решена в рабочем порядке при доработке программно-аппаратных комплексов.

Тем не менее, несколько лет назад в материале для РБК.Тренды глава Национальной квантовой лаборатории Руслан Юнусов пояснял, что «даже высокозащищенные методы, основанные на криптографии с открытым ключом, могут запросто быть взломаны квантовым компьютером». «Поэтому квантовые вычисления – это технология национальной безопасности, и государства, которые первыми построят высококубитный квантовый компьютер, получат практически совершенное технологическое оружие. Отсюда и квантовая гонка, и сотни миллиардов инвестиций в технологию», – сообщалось в публикации. Отсюда, добавим, и стремление разработать защиту.

Как уточнил руководитель группы Центра информационной безопасности «Инфосистемы Джет» Станислав Калабин, «на текущий момент квантовые вычисления все еще стоят дорого и доступны только отдельным компаниям». «Обычному пользователю переживать за данные своей банковской карты рано, – считает он. – Но обладателям чувствительной информации пора применять меры защиты от этой угрозы».

Уже сейчас необходимо пилотировать и внедрять постквантовое шифрование для объектов критической инфраструктуры, соглашается гендиректор холдинга Т1 Игорь Калганов. «Переход бизнеса и госсектора на квантово-устойчивые решения должен стать одним из приоритетов в современном контексте», – считает он. И как уточняют опрошенные эксперты,

свои достижения в этой области уже есть и у России, в том числе благодаря вниманию властей РФ.

История с квантовыми компьютерами не нова как для мира, так и для России, пояснил «НГ» директор Центра научно-технологического прогнозирования Института статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики Александр Чулок.

«Например, необходимость поиска новой элементной базы и разработки квантовых компьютеров была отмечена в Прогнозе научно-технологического развития России до 2030 года, утвержденном правительством еще в 2014 году. И конечно, специалисты давно отмечают, что появление квантовых компьютеров может бросить вызов, в том числе, с точки зрения кибербезопасности», – уточнил он.

«Судя по регулярным опросам, которые мы делаем вместе с Ассоциацией менеджеров, риски кибербезопасности, по оценкам российских компаний, входят в топ-3 наиболее серьезных угроз их развития. Так что этот вопрос абсолютно актуальный, – сообщил эксперт. – Для общества кибербезопасность скоро станет каждодневной профилактикой, рутиной, обязательным элементом большинства продуктов и услуг».

Ведь мы ускоренными темпами переходим к цифровой экономике, кроме того, сейчас активно развивается концепция умного города, формируются цифровые двойники предприятий, искусственный интеллект используется при постановке диагнозов. «И конечно, если все это будет уязвлено с точки зрения безопасности, это может создать большое поле для недобросовестного либо враждебного воздействия», – предупредил Чулок.

Россия, как считает эксперт, должна принять квантовый вызов. В первую очередь его предстоит учесть технологически, необходимо иметь собственные соответствующие разработки, мощности, инфраструктуру. Но это не все – его нужно осознать еще и в определенном смысле культурно: с точки зрения производственной, инновационной, управленческой культуры, пояснил эксперт.

«У нас до сих пор очень много компаний, причем успешных, которые работают по стандартам 1990-2000 годов, – уточнил Чулок. – Квантовый вызов может привести не только к технологическим проблемам, проблемам с безопасностью, но и к проблемам с восприятием обществом, собственниками и сотрудниками. Возникает вопрос кадрового потенциала, нам нужны специалисты такого уровня, которые смогут с этими технологиями работать».

«Кроме того, важно понимать, что сама по себе технология в современном мире уже представляет меньшую ценность, чем пакет технологий», – продолжил Чулок. Освоить квантовую технологию недостаточно, она нужна в комплексе, необходимы компании, которые могут

обеспечивать системную интеграцию «под ключ». «Квантовый вызов способен стать лакмусовой бумажкой, которая может проявить скрытые проблемы российской экономики и российского бизнеса, связанные с недостаточным количеством системных интеграторов, квалифицированных кадров, с низкой инновационной культурой компаний, – перечислил Чулок. – Выявив эти проблемы, мы сможем с ними работать».

Он напомнил, что, например, «Проблема 2000» стала одним из первых объединяющих джокеров (джокер – это в форсайте событие, которое трудно прогнозировать, но которое может иметь очень масштабные эффекты). «Эта проблема, как мы знаем, особо не реализовалась, коллапса не произошло. Но обсуждение его возможности сдвинуло общество в понимании того, что такого рода события надо включать в контур рассмотрения», – отметил Чулок. И для наших компаний это тоже очень важный момент.

Как считает Чулок, то внимание, которое правительство и компании в России уже уделяют квантовым технологиям, должно запустить процесс сканирования подобного рода событий.

Эксперты пока затруднились с оценками, какие инвестиции необходимы для перехода на новое шифрование. «В настоящий момент очень сложно сказать, какая сумма может потребоваться для полномасштабного перехода на новые стандарты, и крайне тяжело оценить сроки», – говорит Приютов. Хотя, по его словам, в России и во всем мире уже формируется рынок систем, предлагающих защиту от «квантовой угрозы», который, по экспертным данным, демонстрирует среднегодовой рост почти на 25%, и этот рынок оценивается в несколько сотен миллионов долларов.

«Сумму назвать тяжело. В случае если реализация новых алгоритмов потребует много процессорного времени, то придется многое и менять. Например, банкоматы, терминалы расчета по картам, а это закупка нового «железа», – обратил внимание замдиректора Центра компетенций научно-технологической инициативы «Технологии доверенного взаимодействия» на базе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники Руслан Пермяков. С программной составляющей, если оборудование справится с новыми алгоритмами, будет тоже затратная история. «В мировом масштабе речь будет идти о сотнях миллиардов долларов. В России пропорционально меньше», – считает он.

Пока такой гипотетически опасный компьютер еще не создан, и говорить про временные рамки тоже сложно, но есть экспертное мнение, что проблемы появятся и будут решаться между 2030 и 2040 годами, добавил Пермяков. Хотя этот процесс может начаться и раньше.

РИАН: В РФ ученые ДГТУ предложили квантовую телепортацию для защиты каналов связи

Ученые ДГТУ предложили использовать квантовую телепортацию для защиты каналов связи и усложнения перехвата данных. Их разработанный алгоритм шифрования позволит сделать усилия хакеров почти бессмысленными. Результаты исследования были опубликованы в *Electronics*.

Квантовая криптография является наукой о шифровании и передаче сообщений с помощью объектов квантовой механики, таких как электроны в токе или фотоны в оптоволокне. Исследователи ДГТУ предложили способ повышения защищенности распространенного протокола BB84, который генерирует секретный ключ для шифровки передаваемых данных.

Они разработали модуль, который может быть встроен в криптографическую систему и выполнять роль шифровального устройства для дополнительного увеличения криптостойкости сообщений. Подключение к существующим квантовым протоколам модуля не нарушит баланс времени генерации шифра и уровня защищенности, а наоборот, позволит увеличить уровень безопасности информации.

Система, созданная в ДГТУ, основана на принципе квантовой механики, согласно которому невозможно создать точную копию квантовой системы без разрушения исходника. Такой «перенос» информации о квантовых состояниях частиц на расстояние называется квантовой телепортацией.

Для того чтобы не дать подслушать канал связи, ученые ДГТУ предлагают дополнять смысловую часть сообщения бессмысленным для взломщика набором символов. Исследователи планируют изучить квантовую память фотонов и применить этот эффект для создания шифровок еще более высокого уровня защиты. Донской государственный технический университет является участником программы «Приоритет-2030».

Источник: solenka.info, 15.05.2023

Получены кристаллы сверхчистого синтетического алмаза для квантовой сенсорики

Ученые Центра радиофотоники и СВЧ технологий НИЯУ МИФИ получили и исследовали кристаллы сверхчистого синтетического алмаза, искусственно обогащенные углеродом-13. Это один из изотопов углерода, ядро атома которого содержит шесть протонов и семь нейтронов. Изотоп сравнительно редкий — на него приходится примерно 1,1 процент всего природного углерода на Земле. В ходе проведенного исследования были

получены кристаллы алмазов, покрытые эпитаксиальными (наращенными) слоями, полностью состоящими из углерода-13.

Задачей ученых было изучение взаимодействий атомов углерода-13 с азотно-вакансионными центрами. Так называют особый дефект, который встречается в алмазах. Вообще говоря, алмаз – это чистый углерод, однако даже в монокристаллах алмазов могут встречаться точечные дефекты, когда один атом углерода замещается атомом азота, а в соседнем узле кристаллической решетке одного атома углерода просто не хватает – вместо него имеется «вакансия». Вот такое сочетание атома азота с «вакансией» в кристаллической решетке алмаза и называется азотно-вакансионным центром или NV-центром.

Важнейшая особенность NV-центра заключается в том, что его флуоресценция меняется в зависимости от малейшего изменения действующих на него физических полей, причем этот эффект наблюдается даже при комнатной температуре. Специалисты считают, что азотно-вакансионные центры в алмазах использованы в качестве сенсоров для измерения слабых магнитных полей, а также температуры с высоким (нанометровым) пространственным разрешением. Теоретически существует возможность с их помощью детектировать одиночные электронные и даже ядерные спины на нанометровых расстояниях. В перспективе это может привести к созданию нового направления сенсорики на основе ядерного магнитного резонанса – спектроскопии наноразмерных образцов.

В ходе проведенных в НИЯУ МИФИ исследований были изучены особенности флуоресценции ансамблей, состоящие из атомов углерода-13 и одиночных NV-центров в экспериментальных образцах. На основе выполненных исследований предложен метод векторной магнитометрии, реализуемой с помощью одиночной спиновой системы, включающей один атом изотопа углерода и один азотно-вакансионный центр, прием атом углерода-13 расположен в третьей координационной сфере относительно азотно-вакансионного дефекта (условно говоря – над ним).

В данной систем, благодаря сверхтонкому взаимодействию электронного и ядерного спинов, имеет место зависимость энергетических уровней комплекса от азимутального угла, регистрация которой позволяет осуществлять полную векторную магнитометрию.

Полученные результаты могут быть в ближайшем времени использованы для построения прототипов сенсоров магнитного поля сверхвысокого разрешения. Подобные сенсоры будут обладать чувствительностью на уровне $1 \text{ нТл/Гц}^{1/2}$ при пространственном разрешении $\sim 10 \text{ нм}$ и $<1 \text{ пТл/Гц}^{1/2}$ при пространственном разрешении около 10 мкм . Исключительно важным является то обстоятельство, что такие измерения можно проводить при комнатных

температурах. В частности, на основе полученных результатов в рамках программы развития отечественного научного приборостроения планируется разработка измерительного комплекса для сканирующей квантовой магнитометрии.

Источник: uvelir.info, 19.05.2023

Квантовый суперлазер из Пензы может перестраивать длину волны

Как создать лазер, который не требует много энергии и может менять цвет своего свечения? Российские ученые нашли ответ на этот вопрос, используя квантовые молекулы – особые наночастицы, которые ведут себя как атомы. Они открыли новый эффект туннелирования, который позволяет контролировать интенсивность и длину волны лазерного излучения.

Квантовые точки – ограниченные в трех направлениях маленькие частички вещества, в которых электроны не могут свободно двигаться. Их размеры составляют от нескольких до десятков нанометров (миллиардных долей метра). Из-за квантовых эффектов они обладают определенными энергетическими уровнями как атомы. Квантовые точки могут излучать свет разных цветов в зависимости от своего размера и материала.

Квантовые молекулы – это две квантовые точки, находящиеся недалеко друг от друга и взаимодействующие между собой. Они образуют своеобразную «молекулу» из двух «атомов». Квантовые молекулы также могут излучать свет, но его характеристики зависят не только от размеров и материалов квантовых точек, но и от расстояния между ними.

Исследователи из Пензенского государственного университета разработали новый способ создания энергосберегающих лазеров с перестраиваемой длиной волны на основе квантовых молекул. Они изучали взаимодействие двух квантовых точек разных размеров и материалов, которые были помещены в полупроводниковую матрицу. Они обнаружили, что между ними возникает эффект туннелирования – частички одной квантовой точки преодолевают барьер и переходят в другую. Это приводит к изменению энергии и излучения квантовых молекул.

Ученым удалось научиться контролировать количество переходящих при этом процессе электронов, добавляя или убавляя напряжение на квантовые точки. Тем самым они смогли менять интенсивность света лазера. Кроме того, они смогли перестроить длину волны лазерной генерации из инфракрасного диапазона в диапазон видимого света. Для этого они использовали разные комбинации квантовых точек из кадмия, селена, цинка и серы.

Это открытие может иметь широкое применение в разных областях науки и техники, где нужны лазеры с низким энергопотреблением и возможностью перестраивать длину волны. Например, такие лазеры могут быть полезны для изготовления микросхем. Они позволяют изучать спектральные характеристики различных веществ, проводить спектроскопический анализ газов и жидкостей, измерять концентрацию и температуру загрязняющих веществ в атмосфере. Также такие лазеры используются для создания оптических телекоммуникационных систем с высокой пропускной способностью и гибкостью, для реализации методов оптической когерентной томографии и лазерной хирургии, для генерации ультракоротких импульсов света и управления их параметрами.

В работе принимали участие ученые из Пензенского государственного университета, Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН и Института физики микроструктур РАН. Они получили грант на проведение исследования от Российского фонда фундаментальных исследований.

Квантовые молекулы – это не единственный способ создания лазеров с перестраиваемой длиной волны. Например, в 2019 году китайские ученые представили лазер на основе кристаллов перовскита – материала с уникальными свойствами. Однако квантовые молекулы имеют свои преимущества: они более стабильны, эффективны и легко интегрируются в полупроводниковые схемы.

Источник: vsluh.net, 19.05.2023

Коммуникации со скоростью света: новосибирские ученые разрабатывают лазер на квантовых точках для систем связи

Информация по волоконно-оптическим линиям связи (оптоволокну) передается с помощью света, свет определенной длины волны излучает лазер. В сравнении с передачей данных посредством электрического тока по медному коаксиальному кабелю это дает выигрыш в скорости, помехоустойчивости и экономии веса – оптоволокно легче металлического кабеля. Специалисты ИФП СО РАН занимаются разработкой лазера на квантовых точках на диапазон излучения 1,55 микрон. На этой длине волны наименьшие потери сигнала в оптоволокну.

«Чтобы реализовать все преимущества волоконно-оптических линий связи, нужно обладать специализированной компонентной базой. Отечественной компонентной базы в настоящий момент практически нет, и ее разработкой занимается наша лаборатория.

Основные элементы – лазер (источник излучения), модулятор, кодирующий информацию, и фотоприёмник (фотодиод), который переводит информацию из световой волны в электронный сигнал. К сегодняшнему дню мы уже разработали СВЧ-фотодиод на 40 гигагерц, продолжается разработка электрооптического модулятора и буквально два месяца назад проект по созданию лазера на квантовых точках получил поддержку РНФ и Правительства Новосибирской области.

В промышленности во всем мире такие лазеры разрабатываются на основе квантовых ям. Однако сейчас все возможности улучшения характеристик лазеров на квантовых ямах исчерпаны. Поэтому единственный путь усовершенствования – использовать в качестве активной среды квантовые точки. Упрощенно говоря, квантовые ямы – это искусственные кристаллы, квантовые точки – искусственные атомы, из которых мы конструируем кристаллы с нужными нам свойствами.

Активная среда на квантовых точках может дать улучшение таких характеристик лазера, как пороговый ток, коэффициент усиления, температурная стабильность, токи насыщения.

Решение этой проблемы – непростая задача: требуется вырастить бездефектный кристалл с массивом квантовых точек, заданного размера и свойств», – рассказал старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии соединений АЗВ5 ИФП СО РАН кандидат физико-математических наук Дмитрий Владимирович Гуляев.

На первом этапе проекта ученые рассчитывают создать полупроводниковый материал (массив квантовых точек на основе соединений индий-галлий-алюминий-мышьяк на подложке из фосфида индия), на втором – провести исследование его характеристик, тестирование лазера.

Для трансляции информации по волоконно-оптическим линиям связи, нужен не только лазер (передающее устройство), но и электрооптический модулятор и СВЧ-фотодиод (принимающее устройство). Специалисты лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии соединений АЗВ5 ранее разработали СВЧ-фотодиоды и ведут разработку электрооптических модуляторов.

Эти три важнейших компонента для работы систем связи создаются одной научной группой (в ИФП СО РАН), что позволяет повысить степень совместимости устройств и гибко варьировать их параметры при необходимости.