



МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ ОАО «РЖД»

КВАНТОВЫЕ СЕТИ

№9/СЕНТЯБРЬ 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Разработан термоэмиссионный кулер для чипов – он поможет в создании квантовых компьютеров будущего	3
Китай представил самую передовую квантовую сеть связи, охватывающую целый город	5
Квантовые компьютеры сделают большую часть нынешней цифровой безопасности неэффективной	7
Новый подход к обращению с квантовыми точками открывает путь к созданию масштабируемых квантовых систем	9
«Кьюбизм» – самая радикальная интерпретация квантовой механики за всю историю человечества	10
Квантовый компьютер впервые использован в реальном химическом эксперименте	13
Ученые создали самый точный метод управления квантовыми компьютерами	16
Впервые волны запутанности наблюдались через квантовый магнит	17
Алгоритм Google делает шифрование FIDO надежным от квантовых компьютеров	19
Квантовый компьютер показывает химическую реакцию в замедленном режиме со 100-миллиардной скоростью	20
Наша Вселенная может быть квантовым компьютером	20
Квантовый символ «Инь-Ян» показал запутывание двух фотонов	22
Создан простой полупроводниковый генератор фотонов для квантовой связи	23
В Сколково построят корпуса Московского квантового кластера	24
О новых российских разработках для систем квантовой связи рассказали на «Технопроме»	25
Росатом считает перспективным внедрение квантовых технологий в управление городами	26
Зарубежным ученым в сфере квантовых технологий могут упростить въезд в РФ	28
Создатель квантового компьютера обучает нейросети	29
В России появится университет квантовых технологий	31
Магистральная квантовая сеть будет продлена до Сочи и Екатеринбурга в 2024 году	32
На пороге будущего: стройкомплекс Москвы планирует внедрять квантовые технологии	33
Ученые из СПбГУ представили новую технологию поиска оптических схем для квантовых вычислений с помощью генетики	35

Разработан термоэмиссионный кулер для чипов – он поможет в создании квантовых компьютеров будущего

Исследовательская группа финского центра технических исследований VTT разработала устройство, которое позволяет осуществлять охлаждение полностью электронным способом, потенциально сокращая затраты на охлаждение квантовых компьютеров в десять раз. Уже в ходе экспериментов разработанная технология позволила снизить температуру на 40%. Эти исследования могут существенно упростить создание энергоэффективных и производительных квантовых компьютеров.

Многие квантовые компьютеры используют трансмоны, сверхпроводящие кубиты для выполнения полезной вычислительной работы. Именно такую технологию выбрали многие компании, занимающиеся квантовым прогрессом, такие как IBM, Google, Amazon и другие. Для функционирования этих сверхпроводящих кубитов требуются температуры, близкие к абсолютному нулю. Необходимость смешивания различных изотопов гелия для достижения идеальных рабочих температур усложняет задачу.

Одним из фундаментальных ограничений любых высокоуровневых вычислений является способность отводить генерируемое в процессе тепло. Нагрев – одна из самых сложных инженерных проблем в современных вычислительных системах. Но квантовые компьютеры ещё более требовательны к охлаждению, чем традиционная электроника: они чувствительнее к внешнему вмешательству и менее устойчивы к различным типам помех. Поэтому требуются новые методы, позволяющие обеспечить более простое и эффективное охлаждение. До сих пор большинство систем охлаждения были основаны на отводе теплоносителя (например, воды или воздуха) от источника тепла.

Учёные из VTT разработали термоэлектронное устройство, которое отводит тепло в виде высвобождаемых электронов. Перенос энергии при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников известен с 1834 года под названием эффекта Пельтье. Исследователи ожидают, что применённый ими подход к использованию этого эффекта сможет обеспечить охлаждение электронных компонентов до температур в диапазоне от 1,5 К до 0,1 К.

Слои материалов накладываются друг на друга и соединяются туннельными переходами, через которые проходит электрический ток, что приводит к последовательному отводу тепла от слоя к слою. Самая низкая температура достигается на самом верхнем слое – чипе, который используется для вычислений (рис. 1).

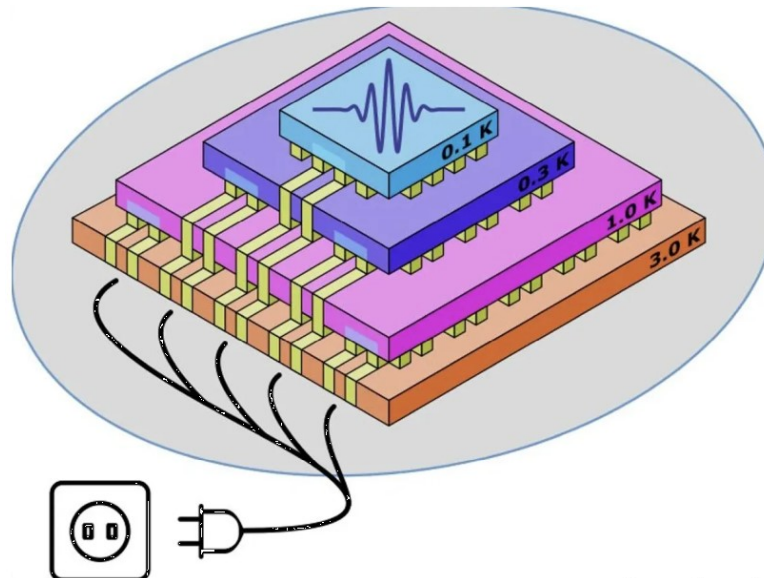


Рис. 1. Термоэлектронное устройство, отводящее тепло в виде высвобождаемых электронов

Одна из проблем термоэмиссионных охладителей заключается в том, что помимо электронов другие частицы также взаимодействуют друг с другом и нередко охлаждение, достигнутое за счёт отведения электронов, теряется в результате «возвращения» тепла другими частицами при их взаимодействии с охлаждённым материалом. Этот процесс известен как «обратное рассеяние». Как утверждается, преимущество нового термоэлектронного устройства состоит в том, что оно способно блокировать возвращающиеся частицы от взаимодействия с ранее охлаждённой поверхностью и, соответственно, её нагрева.

Разработчики утверждают, что их разработка позволит создать сравнительно дешёвые и компактные устройства охлаждения, превосходящие классические жидкостные системы отвода тепла. «Наша технология может помочь отрасли уменьшить общий размер квантовой компьютерной системы», — уверены исследователи.

Эта технология пока находится на стадии развития, но уже сейчас понятно, что для успешной разработки как квантовых, так и классических вычислительных систем требуются фундаментальные прорывы в охлаждении. Пока перспективы нового термоэлектронного устройства неясны, но оно, по крайней мере, устраняет некоторые препятствия и предлагает меньшие по размеру и более эффективные решения для охлаждения.

Источник: 3dnews.ru, 18.09.2023

Китай представил самую передовую квантовую сеть связи, охватывающую целый город

Недавно в Китае была создана самая совершенная на сегодняшний день квантовая сеть связи масштабом с целый город. Многоузловая квантовая сеть, состоящая из трех устройств, соединенных с центральным сервером, позволяет подключать несколько пользователей, что является важным шагом на пути к созданию сверхбезопасных цифровых технологий.

Квантовые коммуникационные сети имеют общие черты с обычными аналогами, например, передачу информации по оптоволокну. Однако в отличие от обычных сетей, их невозможно взломать. Такая возможность обеспечивается децентрализованной квантовой запутанностью и способностью узлов сети хранить и обрабатывать информацию. Фактически в основе такого типа связи лежит квантовое распределение ключей (QKD), использующее квантовые состояния частиц для формирования бинарных цепочек (из 0 и 1), в которых любое нарушение будет немедленно обнаружено. В этом контексте фотоны, используемые в квантовых сетях, обладают свойствами, которые отсутствуют у фотонов, составляющих свет в обычных сетях.

Последние достижения в области технологии QKD позволяют передавать информацию на расстояния в несколько сотен километров. Однако при этом сохраняются значительные потери при передаче. Запутываясь в оптических каналах длиной в несколько десятков километров, квантовые узлы в мегаполисе могли бы умеренно снизить потери при передаче информации. Для этого необходимо разработать квантовые ретрансляторы (устройства для передачи квантовой информации на большие расстояния), способные преодолеть растущие потери при передаче. Вторая проблема заключается в расширении сети до масштабов мегаполиса. При этом необходимо не только снизить потери при передаче информации на уровне оптоволокну, но и обеспечить независимость квантовых узлов друг от друга.

Исследователи из Китайского университета науки и технологий предлагают преодолеть эти трудности с помощью новой многоузловой квантовой сети, адаптированной к условиям мегаполиса. От аналогичных сетей, разработанных ранее, эта отличается количеством пользователей, которые могут подключаться к ней через собственные квантовые процессоры. Ее отличают и такие ключевые инновации, как квантовые устройства памяти.

В квантовой сети сочетание таких устройств, как процессоры, оптические волокна и запоминающие устройства, является чрезвычайно сложным. Это связано с тем, что свойства фотонов должны быть изменены и перенастроены по отношению к многочисленным точкам сети. Это может привести к многочисленным сбоям. Сеть китайских исследователей, созданная

в масштабах целого города и обеспечивающая беспрецедентное снижение потерь при передаче данных, представляет собой настоящий технический подвиг. Подробно вся система описана в документе, опубликованном на сервере arXiv.

Новая сеть состоит из трех квантовых узлов (прозвища Алиса, Боб и Чарли), связанных с узлом сервера и расположенных в виде треугольника. Три узла, расположенные в каждой вершине треугольника (длина каждой стороны которого составляет от 7,9 до 12,5 км), работают независимо друг от друга. Каждый из них имеет отдельный процессор и квантовую память. Сервер же находится в центре и соединяется с каждым узлом через оптическое волокно, обеспечивая как классическую, так и квантовую связь. Вся система разрабатывается на территории города Хэфэй, площадь которого составляет 7048 кв. км.

В каждом из трех квантовых узлов находится чрезвычайно холодный рубидиевый атомный узел, управляемый лазером. Выполняя роль долгоживущей квантовой памяти, он используется для генерации атомно-фотонной запутанности. В частности, фотоны отправляются на серверный узел для запутывания, а атомный кубит может быть сохранен для последующего использования.

Другими словами, каждый пользователь кодирует информацию в виде фотона и отправляет его на сервер. И если этот фотон будет потерян или испорчен в пути, квантовые узлы (Алиса, Боб и Чарли) смогут сохранить информацию, которую он должен был нести. Это будет первый случай использования квантовой памяти в сети такого масштаба.

Для уменьшения потерь фотонов (а значит, и информации) в волокне квантовые узлы оснащены модулем квантовой перестройки частоты (QFC), позволяющим когерентно перемещать их относительно атомного резонанса рубидия. Кроме того, они синхронизируются с помощью технологии удаленной фазовой стабилизации.

Протестировав сеть, исследователи смогли добиться чередования фотонов от двух удаленных узлов, причем время хранения превышало время передачи в обе стороны. Этот этап необходим для того, чтобы два ретранслятора могли безопасно обмениваться информацией. На втором этапе удаленная генерация запутанности была распространена на все три узла с одновременным выполнением. Это расширение означает, что несколько квантовых «дискуссий» могут происходить одновременно.

Однако скорость, с которой информация передается по сети Хэфэя, все еще необходимо увеличить, чтобы система могла быть действительно полезной. Передавая только один бит в секунду, он все еще далек от возможностей наших классических модемов. Чтобы сеть могла покрывать

большее расстояние и поддерживать больше информации и узлов, необходимо улучшить квантовую память, а также продолжительность хранения.

Источник: atomic-energy.ru, 18.09.2023

Квантовые компьютеры сделают большую часть нынешней цифровой безопасности неэффективной

Размер рынка квантовой войны (QW) оценивается в 0,128 млрд долл. В 2022 году. Прогнозируется, что рыночная индустрия QW вырастет с 0,161 млрд долл. в 2023 году до 1,04 млрд долл. к 2032 году, демонстрируя совокупный годовой темп роста (CAGR) на 26,30% в течение прогнозного периода (2023-2032 гг.). Квантовые вычисления, шифрование и кибербезопасность, связь и сети, зондирование и визуализация, а также вопросы безопасности являются ключевыми движущими силами рынка, способствующими росту рынка.

Серьёзные проблемы безопасности в современном цифровом мире побудили правительства, оборонные и военные организации во всём мире инвестировать в квантовые технологии, которые в значительной степени ответственны за создание и распространение QW. Основа безопасной связи и безопасности данных – традиционные методы шифрования – в первую очередь уязвимы для развития квантовых вычислений. Способность квантовых компьютеров быстро взламывать популярные методы шифрования может сделать большую часть нынешней цифровой безопасности неэффективной. Гонка за создание методов квантостойкого шифрования была вызвана этой надвигающейся опасностью, и QW имеет важное значение для этих усилий, обеспечивая безопасные каналы квантовой связи посредством квантового распределения ключей (QKD). Рост кибервойн и изощрённость киберугроз ясно дали понять, что необходимы более сильные и устойчивые меры безопасности. Невзламываемое шифрование квантовых технологий и улучшенные методы аутентификации могут значительно повысить кибербезопасность. В военных условиях, где безопасная связь и целостность данных имеют решающее значение, эти разработки особенно важны.

Возможность безопасной, непроницаемой связи, которую предлагает квантовая технология, весьма ценна для военных операций, сбора информации и дипломатической связи. Благодаря квантовому шифрованию её невозможно незаметно подслушать, поскольку даже если противник перехватит квантово-запутанные частицы, используемые для связи, сам процесс измерения исказит передаваемую информацию. Защита жизненно важной инфраструктуры,

поддержание целостности военных цепочек поставок и предотвращение возникающих угроз – это лишь некоторые из более крупных проблем национальной безопасности, которые сделали квантовые технологии важнейшей частью будущих оборонных планов. Например, квантовые датчики могут обеспечить непревзойдённую чувствительность для мониторинга окружающей среды, улучшения ситуационной осведомлённости и поиска скрытых объектов – всё это повышает общую безопасность. Таким образом, увеличивается доход рынка QW.

Сегментация рынка квантовой войны в зависимости от применения включает наземное, военно-морское, воздушное и космическое базирование. На рынке доминирует космический сегмент, на который пришлось 42,2% выручки рынка. Чтобы защитить важные военные и разведывательные данные, передаваемые через спутники, необходима безопасная связь в космосе. Безопасность и конфиденциальность данных гарантируются за счёт квантовой связи в космосе, что также снижает вероятность глушения или перехвата сигнала врагами.

Сегментация рынка QW, основанная на квантовых вычислениях и моделировании, включает цифровой квантовый компьютер, аналоговый квантовый компьютер и квантовый симулятор. Категория цифровых квантовых компьютеров принесла наибольший доход (43,25%). Квантовые компьютеры могут выполнять вычисления, которые в настоящее время выходят за рамки возможностей классических компьютеров, предлагая значительное преимущество в военной стратегии и анализе данных.

Сегментация рынка квантовой войны (QW), основанная на квантовой связи, включает в себя квантовую сеть и связь, постквантовую криптографию. Сегмент квантовых сетей и коммуникаций доминирует на рынке, на него приходится 55,64% выручки рынка. Жизненно важно наличие надёжных, безопасных и защищённых от несанкционированного доступа линий связи для военных операций. Важнейшим элементом этого подсегмента является квантовое распределение ключей (QKD), которое предлагает сторонам очень безопасный способ обмена ключами шифрования.

Сегментация рынка квантовой войны (QW), основанная на квантовом PNT, включает в себя навигацию, позиционирование, точное время и геолокацию. Сегмент навигации доминирует на рынке, на его долю пришлось 35% выручки рынка (78,48 млрд долл.). Необходимо, чтобы военная техника, самолёты и личный состав располагались точно и надёжно. Даже в сложных ситуациях, таких как места с ограниченным доступом к ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, BeiDou и Galileo) или при противодействии средствам радиоэлектронной борьбы, квантовые навигационные системы обеспечивают повышенную точность.

Сегментация рынка QW, основанная на квантовом компоненте, включает датчик, антенну, радар, часы, магнитометр и другие. Сегмент радаров доминировал на рынке, на него приходилось 36% рыночного дохода. Передовые военные радиолокационные системы могут извлечь выгоду из квантового радара, поскольку он потенциально может обеспечить более высокое разрешение, улучшенное скрытное обнаружение и устойчивость к электронным противодействиям.

Локальное производство для минимизации эксплуатационных расходов – одна из ключевых бизнес-тактик, используемых производителями глобальной индустрии QW для выгоды клиентов и расширения рыночного сектора. В последние годы индустрия QW дала медицине некоторые из наиболее значительных преимуществ.

Источник: vestnik-glonass.ru, 20.09.2023

Новый подход к обращению с квантовыми точками открывает путь к созданию масштабируемых квантовых систем

Квантовым вычислениям уже давно прочат будущее, обещая беспрецедентную вычислительную мощность и решение неразрешимых в настоящее время проблем. Однако одной из основных проблем при создании практических квантовых систем является увеличение числа кубитов – основных единиц информации в квантовых компьютерах. Для каждого кубита требуется своя линия адресации и управляющая электроника, что делает масштабирование до миллионов кубитов крайне нецелесообразным.

Однако теперь исследователи из компании QuTech, сотрудничающей с Делфтским технологическим университетом и TNO, разработали принципиально новый метод адресации квантовых точек, который может произвести революцию в квантовых вычислениях. Вдохновленные шахматной доской, они придумали способ адресации множества квантовых точек с помощью комбинации горизонтальных и вертикальных линий, подобно тому, как шахматные фигуры адресуются с помощью букв и цифр. Такой подход позволил создать самую большую в истории систему квантовых точек с определенными затворами – 16 квантовых точек в массиве 4x4.

Франческо Борсои, первый автор исследования, объясняет значение этого нового подхода: «Если для одного кубита требуется своя линия управления, то при увеличении масштаба до миллионов кубитов потребуются миллионы линий управления, что не представляется возможным. Однако в нашей системе, напоминающей шахматную доску, для управления миллионами кубитов можно

использовать «всего» тысячи линий, что аналогично соотношению в компьютерных чипах. Этот прорыв открывает возможности для увеличения числа кубитов и приближает нас к созданию практических квантовых компьютеров».

Помимо решения проблемы масштабируемости, исследователи также добились значительного прогресса в качестве кубитов. Используя германий в качестве основного материала и разработав сложные методы управления, они добились точности 99,992% для своих кубитов. Это означает, что средняя частота ошибок составляет менее 1 на 10 тыс. операций, что является самым высоким показателем для любой системы квантовых точек.

Последствия этого исследования выходят за рамки квантовых вычислений. Системы квантовых точек могут быть высокоэффективными для квантового моделирования – ключевого приложения на ранних стадиях развития квантовой техники. Поскольку взаимодействие квантовых точек основано на принципах квантовой механики, они могут моделировать квантовую физику так, как не могут обычные суперкомпьютеры.

Эксперты в этой области с воодушевлением воспринимают возможности, которые открывает новый подход. Доктор Джон Доу, квантовый физик из одного из ведущих исследовательских институтов, говорит: «Этот прорыв в области адресации квантовых точек – серьезный шаг вперед в поисках практических квантовых компьютеров. Способность увеличивать количество кубитов, сохраняя при этом высокую точность, имеет решающее значение для реализации всего потенциала квантовых вычислений. Это исследование открывает новые возможности для изучения квантового моделирования и приближает нас к достижению квантового преимущества над классическими вычислениями».

Источник: earth-chronicles.ru, 07.09.2023

«Кьюбизм» – самая радикальная интерпретация квантовой механики за всю историю человечества

Квантовая механика, самая мощная теория, разработанная физиками, не имеет смысла. В том смысле, что квантовая механика, разработанная для описания микромира молекул, атомов и субатомных частиц, оставляет своих пользователей без здравого представления о том, что она описывает. Полная парадоксов и загадок, квантовая физика требует для большинства ученых интерпретации: способа осмысления ее математического формализма в терминах конкретного описания того, что существует в мире и как мы с ним

взаимодействуем. К сожалению, спустя столетие была предложена не одна, а целая корзина «квантовых интерпретаций». Какая из них верна? Какая из них наиболее четко понимает то, о чем квантовая физика пыталась рассказать нам последние 100 лет?

В свете этих вопросов рассмотрим наиболее радикальную из всех квантовых интерпретаций, ту, которая кажется правильной или, по крайней мере, направлена в нужную сторону. Эта интерпретация – относительный новичок на сцене, поэтому вы, возможно, о ней не слышали. Но в последнее время она привлекает к себе большое внимание, поскольку не просто предлагает нам переосмыслить наше отношение к науке об атомах, но и переосмыслить сам процесс науки.

Термин «Кьюбизм» – «QBism» был сокращением от «Квантовое байесианство», когда эта идея/теория/интерпретация была впервые предложена в конце 1990-х-начале 2000-х годов. Название попало в точку, поскольку «байесианство» – это радикальный способ интерпретации вероятностей. Байесовский подход к тому, что мы понимаем под вероятностью, сильно отличается от того, что вам рассказывали о подкидывании монет и бросании игральных костей и о том, как часто можно ожидать появления того или иного результата. Поскольку вероятности лежат в основе квантовой механики, байесовский подход позволил обратить внимание на ключевой аспект квантового формализма – тот, который другие интерпретации упускали или замалчивали, – поскольку он сфокусирован на том, как мы интерпретируем вероятности.

Наиболее радикальным отходом квантовой физики от ее предшественницы классической физики является ее отношение к так называемому «состоянию». Для наглядности представим себе частицу материи. Классически под состоянием частицы понимается ее положение и импульс (думаем, «скорость»). В классической физике мы также имеем «динамические» уравнения, такие как законы Ньютона, которые описывают, как положение и импульс частицы (состояние) изменяются со временем.

С этой точки зрения состояние рассматривается как свойство, которым частица обладает независимо от чего-либо другого (например, от человека, производящего измерения на частице). Свойства являются самосуществующими и «объективными». Кроме того, классическая физика утверждает, что частицы в любой момент времени могут иметь ровно одно состояние, и только динамическое уравнение задает, как это состояние меняется. Объективные состояния и правило динамических уравнений – вот что такое классическая физика.

Однако в квантовой механике все обстоит совершенно иначе. Квантовые состояния могут быть «наложенными», то есть частица может одновременно

иметь множество значений положения и импульса (как чашка кофе, находящаяся одновременно во многих местах). Хуже того, квантовомеханическое динамическое уравнение (называемое уравнением Шредингера) не описывает частицу на протяжении всего времени. Напротив, именно в тот момент, когда производится измерение, уравнение Шредингера не работает. В этот момент состояние определяется не через детерминированное динамическое уравнение, а через так называемое правило Борна и его спецификации вероятностей для различных исходов в состоянии суперпозиции.

Многие квантовые интерпретации в ужасе отшатнулись от этой ситуации. Их цель – попытаться сохранить классическую точку зрения, в которой уравнения физики подобны «мыслям в голове Бога». Эти интерпретации придерживаются онтологического взгляда на квантовое состояние, включая его суперпозиции. Квантовое состояние действительно реально. Оно находится «где-то там», как реальная вещь в реальном мире, независимо от нас.

Однако, учитывая суперпозиции, за такую онтологическую приверженность приходится платить: во Вселенную добавляются вещи, для которых нет никаких доказательств, например, параллельные вселенные, расщепляющиеся каждый раз, когда производится квантовое измерение. Параллельные вселенные – это звучит круто для научно-фантастических фильмов, но на самом деле это экстравагантная цена, которую приходится платить за то, что мы придерживаемся метафизических предпочтений классической физики.

Кьюбизм занимает совершенно иную позицию. Он рассматривает изменения, на которые были вынуждены пойти изобретатели квантовой механики, и делает действительно радикальный, но в то же время и радикально обоснованный вывод: квантовое состояние с его одновременно накладывающимися друг на друга возможностями не является чем-то, что существует само по себе. Состояние – это не то, что частица «имеет» как свойство, подобно тому, как дом имеет свойство быть окрашенным в синий цвет. Напротив, квантовые состояния связаны с нашим знанием о мире. Они являются описаниями, кодирующими наши взаимодействия с частицами.

Кьюбизм сказал бы, что это не состояние частицы – это ваше состояние относительно частицы. Кьюбизм ведет не от онтологии – рассказа о том, что фундаментально существует независимо от нас, – а от эпистемологии: рассказа о нашей информации о мире. Это изменение и есть вся разница. Отказавшись от принуждения к сохранению старой философии, которая поставлялась в комплекте с классической физикой, чего бы это ни стоило, кьюбизм не должен заставлять нас принимать в науку научно-фантастические истории о параллельных реальностях (или других подобных ненаблюдаемых

«сущностях»). Вместо этого кьюбизм использует опыт. Что, спрашивается, происходит на самом деле, когда люди занимаются квантовой физикой?

Ответ, который дает кьюбизм, столь же радикален, сколь и обыденен. Отказываясь от невозможного (и парадоксального) взгляда на Вселенную с точки зрения Бога, кьюбизм ставит человека в центр научной деятельности. Таким образом, он «понимает» то, что квантовая механика пыталась сказать нам с момента своего изобретения столетие назад. Заниматься физикой – это не значит обретать некую мифическую и высшую перспективу, а наблюдать за тем, как субъекты (такие же люди, как мы с вами) получают знания о мире. Более того, и это более захватывающе, чем мифическая высшая точка зрения, заключается в том, что реальное понимание квантовой механики означает понимание того, как мы и мир всегда сплетены в неразрывное целое. Раскрытие этой перспективы и лежит в основе амбициозной исследовательской программы кьюбизма.

Источник: etm-club.site, 12.09.2023

Квантовый компьютер впервые использован в реальном химическом эксперименте

Ожидается, что квантовые компьютеры смогут решать сложные математические задачи за рекордно короткое время. Поэтому ожидается, что они откроют новые возможности во многих отраслях промышленности, включая химическую, где они могут помочь в разработке новых лекарств или моделировании поведения новых материалов. Исследователи из Технологического университета Чалмерса в Швеции объявили о том, что они впервые использовали квантовый компьютер для проведения высокоточных молекулярных расчетов.

В квантовой химии исследователи используют законы квантовой механики, чтобы понять, какие химические реакции возможны, какие структуры и материалы могут быть разработаны и каковы их характеристики. Цель? Определить наиболее выгодные молекулярные схемы. Для этого обычно используются суперкомпьютеры, основанные на обычных логических схемах. Но даже эти необычные машины ограничены. Поскольку законы квантовой механики посвящены явлениям, происходящим в атомном и субатомном масштабе, многие исследователи считают, что квантовый компьютер может лучше подходить для такого рода расчетов.

«Квантовые компьютеры теоретически могут быть использованы для решения задач, в которых электроны и атомные ядра движутся более сложным

образом. Если мы сможем полностью использовать их потенциал, мы сможем расширить границы того, что можно рассчитать и понять», – объясняет Мартин Рам, доцент кафедры теоретической химии факультета химии и химического машиностроения. Хотя квантовые вычисления достигли больших успехов в последние годы, кубиты все еще очень уязвимы к возмущениям в окружающей среде, что приводит к ошибкам в вычислениях. Рам и его коллеги разработали метод исправления этих ошибок, связанных с шумом.

Точность на два порядка выше

Одной из основных проблем практических квантовых вычислений в химии является чувствительность квантовых устройств к шумам. Ошибки из-за шума могут быть вызваны несколькими факторами, такими как спонтанная эмиссия, несовершенство контроля и измерения, а также нежелательная связь с окружающей средой, объясняют исследователи. Поэтому для улучшения качества измерений было разработано несколько методов уменьшения ошибок.

Их метод, названный «Смягчение ошибок эталонного состояния» (REM), применим в широком диапазоне интенсивности шума, недорог и может быть совмещен с другими методами смягчения, говорит команда. Он основан на том, что они называют «эталонным состоянием», которое представляет собой более простое описание молекулы, чем исходная задача, решаемая квантовым компьютером. Это эталонное состояние получается путем решения одной и той же задачи как на квантовом, так и на обычном компьютере.

Последний может быстро решить упрощенную версию задачи. Сравнивая результаты, полученные на двух компьютерах, исследователи могут точно оценить количество ошибок, вызванных шумом в расчетах, выполненных квантовым компьютером. Разница между результатами затем используется для корректировки решения исходной, более сложной задачи при запуске на квантовом процессоре.

Рам и его команда применили этот новый метод, выполнив расчеты на квантовом компьютере Säringer в Чалмерсе – квантовом процессоре с пятью кубитами. Они смогли рассчитать энергию основного состояния нескольких небольших молекул, таких как дигидроген или гидрид гелия, с высокой точностью и сообщили об улучшении точности на два порядка (при совместном использовании метода смягчения ошибок считывания).

Метод ослабления, который не требует дополнительных затрат

Эквивалентные расчеты могут быть выполнены быстрее на обычном компьютере, но этот новый метод представляет собой значительное развитие и является первой демонстрацией расчета квантовой химии на квантовом компьютере в Швеции, говорится в заявлении университета. «Метод REM

значительно повышает вычислительную точность, с которой можно рассчитать полные энергии молекул, используя нынешнее квантовое оборудование», – заключают исследователи.

Подобное использование в реальных условиях помогает лучше понять, как работает квантовый компьютер, и определить пути его усовершенствования. «Это исследование является доказательством того, что наш метод может улучшить качество расчетов в квантовой химии. Это полезный инструмент, который мы будем использовать для улучшения наших расчетов на квантовом компьютере в будущем», – сказал Мартин Рам. Он и его коллеги сосредоточились здесь на небольших молекулах (H_2 , HeH^+ , LiH , BeH_2), но они считают, что метод может быть усовершенствован для гораздо более сложных молекулярных расчетов, которые будут выполняться следующим поколением квантовых компьютеров.

Они отмечают, что ни один метод уменьшения шума не решит проблему шума полностью, и метод REM не является исключением. Но одним из его достоинств является возможность комбинирования с другими методами подавления ошибок без дополнительных затрат (он не требует значительных накладных расходов на классические или квантовые вычисления) (рис. 2).

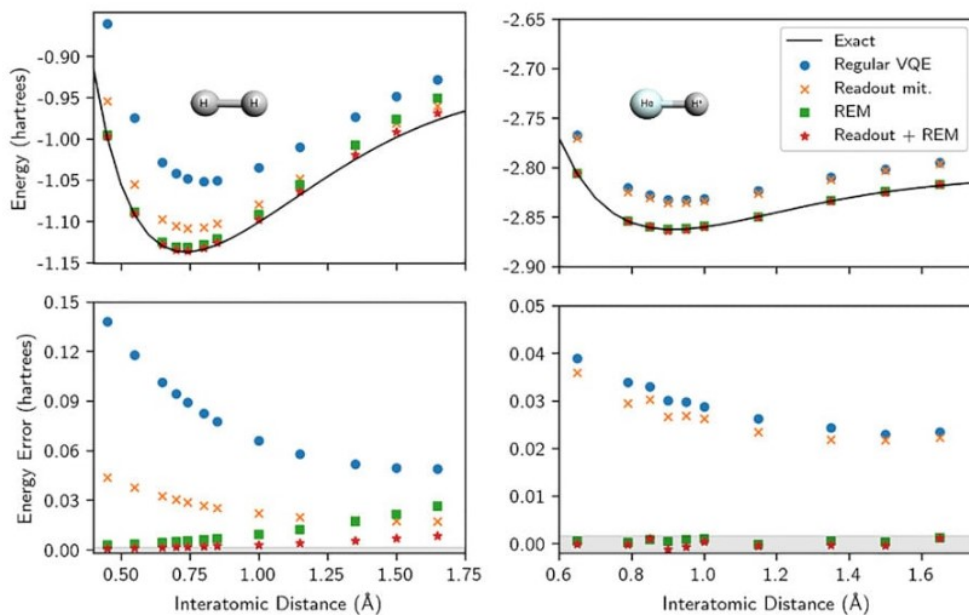


Рис. 2. Вверху) Поверхности потенциальной энергии для диссоциации H_2 et HeH^+ . Точные, свободные от шума решения, полученные с помощью моделирования вектора состояния, представлены черными линиями. Результаты, полученные после смягчения ошибок считывания и метода REM, представлены оранжевыми крестами и зелеными квадратами, соответственно. Комбинация этих двух методов представлена красными звездами. (Внизу) Ошибки различных подходов по отношению к точному решению

Исследование проводилось в тесном сотрудничестве с коллегами с кафедры микроинженерии и нанонауки, которые построили квантовые компьютеры, использованные в исследовании, и помогли провести

чувствительные измерения, необходимые для расчетов. «Химические расчеты – одна из первых областей, где, по нашему мнению, квантовые компьютеры будут полезны, поэтому наше сотрудничество с группой Мартина Рама особенно ценно», – сказал Йонас Байландер, доцент кафедры квантовых технологий факультета микроинженерии и нанонауки.

Источник: webunions.ru, 13.09.2023

Ученые создали самый точный метод управления квантовыми компьютерами

С помощью лазерного излучения исследователи разработали наиболее надежный из известных на сегодняшний день методов управления отдельными кубитами, изготовленными из химического элемента бария. Возможность надежного управления кубитами является важным достижением для реализации будущих функциональных квантовых компьютеров.

Новый метод, разработанный в Институте квантовых вычислений Университета Ватерлоо (IQC), использует небольшой стеклянный волновод для разделения лазерных лучей и их фокусировки на расстоянии четырех микрон друг от друга, что составляет примерно четыре сотых ширины одного человеческого волоса. Точность и степень параллельного управления каждым сфокусированным лазерным лучом на целевом кубите не имеет аналогов в предыдущих исследованиях.

Наша конструкция ограничивает перекрестные помехи – количество света, падающего на соседние ионы, – до очень малой относительной интенсивности в 0,01%, что является одним из лучших показателей в квантовом сообществе, – сказал д-р К. Раджибул Ислам, профессор IQC и факультета физики и астрономии Ватерлоо.

В отличие от предыдущих методов создания гибкого управления отдельными ионами, модуляторы на основе волокна не влияют друг на друга.

Это означает, что мы можем разговаривать с любым ионом, не затрагивая его соседей, и при этом сохранять возможность максимально возможного управления каждым отдельным ионом. Это самая гибкая система управления ионными кубитами с такой высокой точностью, которая нам известна как в академической, так и в промышленной среде.

В качестве объекта исследования были выбраны ионы бария, которые становятся все более популярными в области квантовых вычислений с использованием ионных ловушек. Ионы бария обладают удобными энергетическими состояниями, которые можно использовать в качестве

нулевого и единичного уровней кубита и манипулировать ими с помощью видимого зеленого света, в отличие от более высокоэнергетического ультрафиолетового света, который необходим для других типов атомов для таких же манипуляций. Это позволяет исследователям использовать коммерчески доступные оптические технологии, недоступные для ультрафиолетовых длин волн.

Исследователи создали волноводный чип, разделяющий один лазерный луч на 16 различных каналов света. Каждый канал направляется в отдельные волоконно-оптические модуляторы, которые независимо друг от друга обеспечивают гибкое управление интенсивностью, частотой и фазой каждого лазерного луча. Затем лазерные пучки фокусируются на малом расстоянии друг от друга с помощью ряда оптических линз, аналогичных телескопу. Исследователи подтвердили фокусировку и управление каждым лазерным лучом, измерив их с помощью точных камерных датчиков.

Эта работа является частью наших усилий в Университете Ватерлоо по созданию ионно-барьерных квантовых процессоров с использованием атомных систем, – говорит доктор Кристал Сенько, соруководитель исследования Ислама и преподаватель IQC и факультета физики и астрономии Университета Ватерлоо.

Мы используем ионы, поскольку они являются идентичными, созданными природой кубитами, и нам не нужно их изготавливать. Наша задача – найти способы управления ими.

Новый волноводный метод демонстрирует простой и точный способ управления, что открывает перспективы для манипулирования ионами с целью кодирования и обработки квантовых данных, а также для применения в квантовом моделировании и вычислениях.

Источник: innovanews.ru, 11.09.2023

Впервые волны запутанности наблюдались через квантовый магнит

Впервые исследователи наблюдали, как триплтоны, экзотические магнитные квазичастицы, составляющие волны квантовой запутанности электронов, переходят из синглетного состояния в триплетное. Эти волны долгое время оставались неуловимыми, но теперь их удалось обнаружить благодаря особым свойствам искусственного квантового магнита. Это наблюдение открывает широкие перспективы для совершенствования квантовых вычислений и криптографии. При объединении двух электронов с разными спинами угловой момент их спинов становится равным нулю, и пара

образует так называемый синглетный электрон. С другой стороны, если эти два электрона имеют одинаковые спины, они не аннулируются и образуют триплет. Подавая энергию на электронную систему, можно возбудить электроны из синглетного состояния в триплетное. В некоторых случаях это возбуждение может распространяться через материал в виде волн квантовой запутанности, состоящих из «экзотических» магнитных квазичастиц, называемых триплетами. Квантовая запутанность возникает, когда две или более частиц обладают одинаковыми свойствами. Поскольку в обычных магнитных материалах такая квантовая запутанность не может возникнуть, триплеты крайне сложно наблюдать в природе. Измерение их в квантовых материалах остается сложной задачей из-за их необычных свойств. Именно здесь искусственные квантовые материалы могут дать значительное преимущество. «Эти материалы очень сложны. Они предлагают очень интересную физику, но самые экзотические из них также трудно найти и изучить. Поэтому мы пробуем другой подход, создавая искусственные материалы из отдельных компонентов», – поясняет в пресс-релизе ведущий исследователь нового исследования Петер Лильерот (Peter Liljeroth) из Университета Аалто (Финляндия). Такие искусственные материалы позволяют наблюдать явления, которые обычно невозможно увидеть в обычных материалах.

Искусственный квантовый материал, разработанный в рамках нового исследования, представляет собой квантовый магнит, состоящий из органических молекул. Если обычный магнит состоит из четко определенной биполярной системы, то расположение полюсов квантового магнита определяется принципом вероятности. В материалах такого типа взаимодействие электронов приводит к необычным явлениям, таким как высокотемпературная сверхпроводимость, сложные магнитные состояния и необычные электронные состояния. Все это делает его идеальным кандидатом для наблюдения явлений, неуловимых в естественных условиях, таких как квантовые переплетения в основании триплетов. Квантовый магнит, описанный в журнале *Physical Review Letters*, состоит из пар молекул кобальт-фталоцианина, каждая из которых имеет два электрона, занимающих границы орбиталей. Эти простые молекулы использовались для того, чтобы легко сгруппировать электроны в ограниченном пространстве и заставить их взаимодействовать. Учитывая, что фундаментальные элементы содержат два электрона, физические элементы, необходимые для квантовой запутанности, таким образом, оказываются вместе. В эксперименте, направленном на наблюдение триплетов, магнитные возбуждения сначала отслеживались на уровне отдельных молекул кобальт-фталоцианина, а затем на уровне все более крупных структур – от цепочек до молекулярных островов. «Используя очень простые молекулярные элементы, мы смогли разработать и исследовать этот

сложный квантовый магнит таким образом, который никогда не был возможен ранее, обнаружив явления, не наблюдаемые в его независимых частях», – объясняет Дрост. Хотя магнитные возбуждения в атомах неоднократно наблюдались в прошлом с помощью туннельной спектроскопии, эффект распространения волн квантовой запутанности ранее не наблюдался. Благодаря квантовому магниту, молекулярная структура которого была разработана вручную, исследовательская группа успешно продемонстрировала, что синглетно-триплетные возбуждения могут проходить через молекулярную решетку в виде триплетов. «Наши результаты представляют собой первую демонстрацию дисперсионных триплетных возбуждений из измерений в реальном пространстве», – пишут исследователи в своем исследовании. Помимо прочего, теперь можно рационально проектировать платформы для подобных явлений, что открывает широкий спектр применения технологий, основанных на квантовой физике. В качестве следующего шага исследователи намерены расширить свой эксперимент, используя квантовые магниты, состоящие из более сложных молекул. Это может привести к дальнейшим наблюдениям экзотических магнитных возбуждений или к созданию новых протоколов для разработки более эффективных квантовых материалов.

Источник: New-Science.ru, 28.08.2023

Алгоритм Google делает шифрование FIDO надежным от квантовых компьютеров

Алгоритм пост-квантовой криптографии (PQC), разработанный исследователями из Google и швейцарского ETH Zurich, обеспечивает квантово-устойчивое шифрование для ключей безопасности FIDO2.

Стандарт промышленности FIDO2 использует самую надежную форму встроенной двухфакторной аутентификации для входа на веб-сайты, но есть опасения относительно квантовых атак в будущем.

Новый алгоритм объединяет эллиптический кривой цифровой алгоритм подписи и алгоритм Crystals-Dilithium, последний из трех алгоритмов PQC, выбранных Национальным институтом стандартов и технологий для цифровых подписей.

Для взлома нового алгоритма злоумышленникам придется преодолеть оба типа шифрования.

Еще одним преимуществом является маленький размер его ключей по сравнению с другими алгоритмами PQC.

Как написали Эли Бурсцтейн и Фабиан Качмарчик из Google в недавнем посте блога Google Security, «Благодаря тщательной оптимизации, мы смогли разработать оптимизированную под память реализацию на Rust, которая требовала всего 20 КБ памяти, что было достаточно мало».

Источник: rpython.com, 06.09.2023

Квантовый компьютер показывает химическую реакцию в замедленном режиме со 100-миллиардной скоростью

Ученые из Сиднейского университета использовали квантовый компьютер для замедления химической реакции. Команде удалось замедлить молекулярное взаимодействие в 100 миллиардов раз, чтобы увидеть один из самых быстрых процессов, называемым коническим пересечением (часто встречается в химических реакциях, таких как фотосинтез), в результате которого между собой взаимодействуют атомы, молекулы и солнечный свет.

«В природе весь процесс завершается в течение фемтосекунд», – сообщает Ванесса Олайя Агудело, соавтор исследования. «Используя наш ионный квантовый компьютер, мы создали систему, которая позволила замедлить химическую динамику с фемтосекунд до миллисекунд. Это позволило нам провести значимые наблюдения и измерения. Такого еще не было».

«Наш эксперимент не был цифровой аппроксимацией процесса – это было прямое аналоговое наблюдение квантовой динамики, разворачивающейся с той скоростью, которую мы могли наблюдать», – сказал доктор Кристоф Валаху, соавтор исследования.

Использование квантовых компьютеров для подобных экспериментов может помочь ученым лучше понять быстро меняющийся мир молекулярных взаимодействий (образование смога, разрушение озонового слоя и прочее). Он также будет способствовать прогрессу в самых разных областях, включая материаловедение, разработку лекарств или сбор солнечной энергии.

Исследование опубликовано в журнале Nature Chemistry.

Источник: itnews.pro, 30.08.2023

Наша Вселенная может быть квантовым компьютером

Хотя основной вклад в науку физик и компьютерщик Эдвард Фредкин внес работами над обратимыми вычислениями и клеточными автоматами, его

наследие включает ряд любопытных, пусть и более спорных философских концепций. В частности, он высказал идею, что законы Вселенной являются результатом работы компьютерного алгоритма. Его последователи пошли дальше и предположили, что правила работы компьютеров лучше описывают космос, чем уравнения физики – но только если речь идет о квантовых компьютерах.

Эдвард Фредкин родился в 1934 году в Калифорнии, в 1953-м поступил на военную службу, стал летчиком ВВС США, затем занимался вопросами применения компьютеров для обработки данных радионаблюдений. После ухода в отставку работал в ИТ-компании Bolt Beranek & Newman, впоследствии ставшей Raytheon. Там он принимал участие в разработке ИИ. Затем основал собственную компанию Information International, специализирующуюся на обработке изображений. И стал профессором MIT несмотря на то, что не имел диплома об окончании школы. Умер Фредкин в июне этого года.

Работая с другим ученым, Томасом Тоффоли, Фредкин разработал обратимый логический вентиль, который в то время казался всего лишь курьезом. Фредкин считал, что такая схема может привести к появлению более эффективных компьютеров с меньшей потерей тепла, но реализовать вентиль в классических компьютерах не было возможности. Тогда он предположил, что вместо того чтобы моделировать квантовые феномены на цифровых компьютерах, было бы лучше использовать физические системы, проявляющие квантовое поведение.

По словам Сета Ллойда из MIT, создателя первого практического образца квантового компьютера в 1993 году, обратимые вычисления «были необходимой предпосылкой для рождения квантовых компьютеров».

В 1982 году Фредкин и Тоффоли начали развивать свою идею обратимых вычислений в другом направлении. Они начали с аналогии: представьте себе, что математические вычисления воплощены в полностью обратимых взаимодействиях бильярдных шаров на столе (при условии, что движение шаров происходит без трения). Это сравнение выросло из идеи Тоффоли, что концепции вычисления лучше описывают физику, чем дифференциальные уравнения, которые обычно используют для описания движения и заряда, пишет Nature.

Фредкин пошел еще дальше, заявив, что всю Вселенную можно считать своего рода компьютером. По его мнению, это «клеточный автоматон»: набор вычислительных битов, или клеток, которые меняют состояния в соответствии с набором правил, определяемых состояниями клеток вокруг них. Со временем эти простые правила могли породить весь космос во всей его сложности – и даже жизнь. Так появилась его теория «цифровой физики» или «цифровой философии».

Согласно теории «цифровой физики», Вселенная может быть описана как компьютерная программа, работающая на некотором аппаратном устройстве. Фредкин считал, что материя и энергия являются всего лишь информационными состояниями, а фундаментальные законы физики могут быть выражены в терминах информационных операций.

Пока одни продолжали развивать классическую версию этой теории, другие сочли, что для представления Вселенной во всей ее сложности традиционной вычислительной модели мало. Но если заменить правила цифровой физики Фредкина на квантовые, множество проблем исчезнет. В частности, эти идеи описал Ллойд в серии статей в 90-х и в книге «Программируя Вселенную» 2006 года. В ней автор сообщает, каким образом правила квантовых вычислений могли бы стоять за появлением известных нам законов физики: теории элементарных частиц, стандартной модели физики частиц и даже квантовой теории гравитации.

В то время, когда эта мысль Фредкина прозвучала впервые, она казалась бунтарской, то теперь она не вызывает прежнего удивления. Тем не менее, она отличается от идеи мира как компьютерной симуляции, которую пропагандирует шведский философ Ник Бостром. По его мнению, Вселенная была создана по воле некоего высшего разума или инопланетных программистов, возможно, ради какого-то эксперимента или даже игры. С точки зрения Ллойда, все условия и законы вычислительной Вселенной возникали естественным путем, без высшего разума.

По мнению Ллойда, именно отсутствие стандартного образования в области физики позволило Фредкину прийти к таким необычным взглядам. «Думаю, если бы у него было более традиционное образование, если бы он прошел через систему степеней и стандартных курсов физики, может, его труды были бы не такими интересными», – заявил Ллойд.

Источник: hightech.plus, 28.08.2023

Квантовый символ «Инь-Ян» показал запутывание двух фотонов

Ученые из Университета Оттавы и Римского университета Ла Сапиенца использовали новую технологию для наблюдения двух запутанных частиц света в реальном времени. Благодаря ей, частицы выглядели как символ «Инь-Ян». Речь о новейшем методе квантовой томографии – бифотонной цифровой голографии двух запутанных фотонов.

Квантовая запутанность делает две световые частицы (фотоны) неразрывно связанными: причем так, что изменение одной вызывает изменения

в другой, независимо от того, насколько далеко они друг от друга. Чтобы сделать точные предсказания о квантовом объекте, физикам необходимо найти его волновую функцию: описание его состояния в суперпозиции всех возможных физических значений. Запутанность усложняет поиск волновой функции двух связанных частиц, поскольку любое измерение одной из них также вызывает мгновенное изменение другой.

Оптические голограммы используют два световых луча для создания трехмерного изображения: один луч попадает на объект и отражается от него, а другой светит на носитель записи. Голограмма формируется из интерференции света: узора, в котором складываются пики и минимумы двух световых волн, усиливая друг друга. Реконструкцию методом проекционной томографии можно описать по такой аналогии: видим «тени» объекта на разных «стенах» и по ним пытаемся понять, как выглядит объект. Физики применили аналогичный метод, чтобы получить изображение запутанных фотонов. Получилась своеобразная наносекундная камера: в итоге удалось получить реконструкцию с беспрецедентной точностью – 87%.

Источник: phys.org, 29.08.2023

Создан простой полупроводниковый генератор фотонов для квантовой связи

Для квантовой связи, криптографии и других целей учёным нужны источники одиночных фотонов. Технология эта существует, но очень долгое время все разработки были громоздкими и требовали использования огромных магнитов. Американским специалистам удалось не только создать «компактный» источник фотонов, но и придумать прибор «2 в 1» – он излучает фотоны и придаёт им круговую поляризацию. Если добавить к нему модулятор, то на выходе можно получить закодированную и защищённую связь.

Ставшие уже классическими источники генерируют поляризованные фотоны в магнитном поле. Такой метод подойдёт для научных лабораторий, но не совсем годится, когда нужны небольшие решения. В Лос-Аламосской национальной лаборатории (США) разработали прибор, конструкция которого не подразумевает использование больших магнитов. Учёные просто взяли два атомарно тонких полупроводника и наделали вмятин в верхнем из них.

Верхний слой из диселенида вольфрама имеет меньшую толщину по сравнению с нижним, который выполнен из магнитного соединения трисульфида никель-фосфора. Чтобы сделать вмятины диаметром 400 нм и глубиной около одного нанометра учёные задействовали атомарно-силовой

микроскоп. К сравнению, 200 таких вмятин можно легко разместить на срезе человеческого волоса. Такие вмятины нужны, чтобы в них стекались электроны из диселенида вольфрама, которые потом, взаимодействуя друг с другом, генерируют одиночные фотоны.

Под каждой лункой расположен слой магнитного материала. Это необходимо, чтобы задавать вектор поляризации вылетающим из них фотонам. Именно поляризацию можно с уверенностью назвать ключом для дальнейшей передачи данных. Если добавить волновод, то потоки фотонов можно направлять куда угодно, например, в микросхему, чтобы выполнить какие-то операции и вычисления, или в оптический канал связи, чтобы данные приняли на другом конце планеты.

«Наше исследование показывает, что монослойный полупроводник может излучать поляризованный свет с круговой поляризацией без помощи внешнего магнитного поля», – говорится в опубликованной научной работе. – «До этого момента необходимый эффект можно было достичь путём создания такого большого поля, для которого требуются большие сверхпроводящие магниты. Преимущество нашего подхода, основанного на эффекте ближнего взаимодействия, заключается в дешевизне изготовления и надёжности».

Источник: trashbox.ru, 26.08.2023

В Сколково построят корпуса Московского квантового кластера

Московский квантовый кластер построят в центре «Сколково» к концу 2024 года. Для этих целей столица выделит грант, сообщил мэр Москвы Сергей Собянин в своем Telegram-канале.

Согласно проекту, в корпусах кластера появятся 27 лабораторий и 15 научных групп Российского квантового центра. Планируется, что все работы завершат в IV квартале 2024 года.

По словам Собянина, всего для строительства кластера выделят 6,5 млрд рублей. Финансирование будет производиться по механизму льготного кредитования через Московский фонд поддержки промышленности и предпринимательства по ставке 3 процента.

Российская столица является крупнейшим центром разработки и внедрения квантовых технологий в России. Здесь сосредоточены ведущие профильные научные центры и предприятия. За последние годы было запущено несколько научно-технологических акселераторов и успешно реализовано множество пилотных проектов в сфере квантовых технологий.

Ранее Сергей Собянин назвал Москву одним из столпов развития страны. На долю столицы приходится 20% от суммарного российского ВВП. Кроме того, объем инвестиций в развитие города за последние пять лет вырос в два раза, как и объем промышленного производства.

Источник: aif.ru, 25.08.2023

О новых российских разработках для систем квантовой связи рассказали на «Технопроме»

На круглом столе X Международного форума технологического развития «Технопром-2023» ведущие ученые обсудили роль фундаментальной науки, развитие передовых цифровых, интеллектуальных и производственных технологий.

Заседание открыл директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова академик РАН Александр Васильевич Латышев, представляя результаты крупного интеграционного проекта «стоимиллионника» – «Квантовые структуры для посткремниевой электроники», реализуемого под руководством ИФП СО РАН при поддержке Минобрнауки России.

Он отметил, что коллектив исследователей из трех НИИ (ИФП СО РАН, Институт физики микроструктур РАН, Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН) и двух вузов (Новосибирский госуниверситет, Санкт-Петербургский госуниверситет) получил результаты, значимые и для фундаментальной науки, и для индустрии.

Среди последних Александр Латышев назвал разработки, востребованные в области квантовой связи и квантовой криптографии, – излучатель и детектор одиночных фотонов.

«Мы научились «выстреливать» по одному фотону – это теоретический предел нанофотоники. Для этого нужно было создать и изолировать квантовую систему, эффективно накачать ее, собрать излучение и «выбросить» единичный фотон с частотой, которую мы можем варьировать. Разработка может использоваться в системах квантовой криптографии, квантовых вычислений и миниатюрных атомных стандартах частоты нового поколения. В однофотонных системах квантовой связи обеспечивается абсолютная защищенность информации, основанная на законах квантовой механики», – пояснил директор ИФП СО РАН, под руководством которого выполняется проект «Квантовые структуры для посткремниевой электроники».

Для построения защищенного канала квантовой связи необходимо не только излучение, но и регистрация одиночных фотонов. Для этого

специалисты ИФП СО РАН создали детекторы на основе лавинных фотодиодов, работающих в гейгеровском режиме.

«Обычно одиночные фотоны регистрируются с помощью сверхпроводящих детекторов, но последние работают при криогенных температурах, а значит – нужна громоздкая система охлаждения.

В нашем случае используется миниатюрная (размером со спичечную головку) система охлаждения на элементах Пельтье, которая работает при комнатной температуре. Эту разработку мы передали на предприятие, они сейчас проводят испытания наших устройств», – отметил Александр Латышев.

Ученый добавил, что в рамках проекта были разработаны полупроводниковые материалы, востребованные в телекоммуникационных системах связи, в том числе беспроводной: «Мы создали «полуфабрикат» для СВЧ-электроники – гетероструктуры (тонкие кристаллические эпитаксиальные пленки сложного состава) для СВЧ-транзисторов. Передали материал на предприятие, которое изготавливает на этом материале свои микросхемы. Также мы создали мощные широкополосные фотодиоды СВЧ-диапазона и тоже передали промышленному партнеру для испытаний».

Александр Латышев подчеркнул, что проект «Квантовые структуры для посткремниевой электроники» направлен на решение в первую очередь фундаментальных задач и по поиску новых материалов и изучению новых квантовых эффектов в конденсированных системах, развитию технологий создания квантовых материалов, по реализации электронно-компонентной базы на новых физических принципах для посткремниевой электроники.

Один из результатов проекта был включен в число лучших достижений Академии наук в 2022 году – разработка нового спин-детектора для фотоэмиссии с угловым разрешением. «Это позволяет создавать детекторы спина электронов для исследования электронной структуры, спиновой текстуры новых материалов. Уже сейчас детектор нашел применение – на новом синхротроне «СКИФ» – он будет использоваться вместо импортного детектора, который сейчас не поставляют», – объяснил А. Латышев.

Источник: scientificrussia.ru, 23.08.2023

Росатом считает перспективным внедрение квантовых технологий в управление городами

Росатом считает перспективным применение квантовых технологий для эффективного управления мегаполисами и полагает важным регулирование «цифры» для ее более безопасного использования.

Об этом рассказала директор по цифровизации Госкорпорации «Росатом» Екатерина Солнцева в рамках Диалога лидеров «Квантовый контроль. Большие данные в управлении городским развитием» в рамках Московского урбанистического форума.

Урбанистика – именно та сфера деятельности, в которой может произойти значительный рывок при появлении квантовых вычислений: «Квантовый компьютер может стать особенно полезным в решении задач развития крупных мегаполисов. Некоторые задачи эффективного развития городской среды – в области использования больших данных, оптимизации, разведения транспортных потоков, сложных вопросов логистики, товарной доставки – сложно решить даже с применением суперкомпьютеров».

Москва, обладающая высоким уровнем цифровой зрелости и культуры, стала одним из первых городов, который приступил к изысканиям в области применения квантовых технологий для развития городского хозяйства, включая инфраструктуру и системы управления, а в июле с.г. на Форуме будущих технологий Мэр Москвы Сергей Собянин объявил о создании Московского квантового кластера.

«Сегодня Москва – пример мегаполиса, в полной мере использующего большие данные и цифровые разработки для стремительного развития комфортной городской среды в интересах людей». Качество московской цифровой инфраструктуры и сервисов зримо проявляется в сравнении с крупными городами развитых стран: «Здесь российская столица, безусловно, лидирует. Этот тренд может получить еще более мощное развитие на новом технологическом витке – благодаря применению квантовых вычислений», – подчеркнула Екатерина Солнцева, отметив, что уже в ближайшем будущем развитие городов будет определяться уровнем и объемом внедрения цифровых технологий в жизнь мегаполиса.

Отвечая на вопрос о возможных рисках внедрения цифровых технологий в различные сферы жизнедеятельности человека, включая городскую среду, представитель Росатома отметила, что дальнейшее усиление роли «цифры» неизбежно, и человечеству следует научиться грамотно использовать ее положительный потенциал. Вместе с тем, для более безопасного применения цифровых технологий необходимо на международном уровне выработать свод этических и юридических правил, которые будут регулировать деятельность в этой области.

«Стоит взять на вооружение опыт атомной энергетики и обеспечить на мировом уровне регулирование «цифры» подобно тому, как ранее была решена задача использования атомной энергии по единым для всего мира правилам. В свое время появилось МАГАТЭ, которое контролирует развитие атомных технологий. Я полагаю, что на следующем шаге мир придёт к аналогичной

модели в области цифровых технологий – не за горами тот день, когда этот вопрос пора будет вынести на международное обсуждение», – подчеркнула Екатерина Солнцева.

Источник: connect-wit.ru, 29.08.2023

Зарубежным ученым в сфере квантовых технологий могут упростить въезд в РФ

Российский лидер Владимир Путин дал поручение правительству страны рассмотреть возможность упрощения визового режима и получения гражданства РФ для иностранных специалистов, работающих в области квантовых технологий, следует из перечня поручений президента по итогам встречи с учёными и пленарного заседания форума будущих технологий, состоявшихся в июле.

В частности, министры должны продумать «создание условий для привлечения в РФ отечественных и иностранных ученых и квалифицированных специалистов в области квантовых технологий, в том числе в области разработки квантовых сенсоров, осуществления квантовых вычислений и коммуникаций», сообщается в документе, опубликованном на сайте Кремля.

Среди таких условий может быть упрощение визового режима, получения вида на жительство и гражданства России, процедуры оформления документов для миграционного учета и допуска к работе. Кроме того, Путин считает, что необходимо выработать механизмы индивидуальной материальной поддержки для них и членов их семей.

Также правительству дано поручение рассмотреть возможность учреждения премий «за выдающиеся научные открытия и достижения в области будущих технологий, включая квантовые технологии» и стипендий для молодых ученых в этой сфере.

Доклад о проделанной работе президенту следует предоставить до 15 ноября.

Ранее сообщалось, что Владимир Путин поручил камину РФ утвердить национальный проект по формированию экономики данных на период до 2030 года. Он будет предусматривать сбор данных, в том числе с применением высокочувствительных датчиков на основе квантовых сенсоров, их передачу и развитие систем связи нового поколения, создание инфраструктуры вычисления и хранения информации с использованием отечественных технологий.

Напомним, форум будущих технологий «Вычисления и связь. Квантовый мир» состоялся в Москве в июле. Посетивший его Владимир Путин осмотрел выставку отечественных квантовых разработок. Одной из них стал самый мощный в стране квантовый компьютер на стенде Росатома.

Источник: aif.ru, 04.09.2023

Создатель квантового компьютера обучает нейросети

По словам мэра Москвы Сергея Собянина, в «Сколково» будут построены корпуса Московского квантового кластера. Кластер будет включать 27 лабораторий и 15 научных групп Российского квантового центра.

Центр также станет площадкой для развития некрупных высокотехнологичных производств и стартапов.

Данный проект планируется реализовать в четвертом квартале 2024 года, а на его осуществление будет вложено около 6,5 миллиарда рублей инвестиций. Это является демонстрацией того, что Россия и Москва активно развивают квантовые технологии, и они находятся в авангарде.

Правительство России выделило до 2024 года 24 миллиарда рублей на квантовые исследования, а до 2026 года планируется выделить 41 млрд рублей от государства и частных инвесторов.

На недавно прошедшем Форуме будущих технологий в Москве был впервые представлен квантовый ионный компьютер, который является первым в России. Данный компьютер был оценен президентом Владимиром Путиным.

Один из научных сотрудников лаборатории «Оптика сложных квантовых систем» Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, Илья Семериков, рассказал о том, что квантовые компьютеры отличаются от обычных компьютеров своим принципом работы. Квантовый компьютер способен одновременно выполнять множество задач, в то время как обычный компьютер выполняет их последовательно. Это позволяет квантовым компьютерам быть гораздо более быстрыми и эффективными в решении сложных вычислительных задач.

Квантовые компьютеры будут полезны в различных областях, таких как разработка лекарств, создание новых материалов и изделий, оптимизация финансовых и логистических процессов, а также обучение нейросетей. Однако, как отмечает Семериков, квантовые компьютеры еще не достигли полной готовности и требуют дальнейшего развития. Он ожидает, что еще понадобится от 10 до 20 лет для того, чтобы квантовые компьютеры смогли решить некоторые из сложных задач быстрее, чем классические компьютеры.

Отечественная разработка квантового ионного компьютера отличается от других моделей квантовых компьютеров использованием ионов в качестве основной системы обработки информации. Благодаря использованию электромагнитной ловушки и специальному охлаждению ионов жидким азотом, компьютер обеспечивает низкую температуру и стабильность работы. Президент Путин запустил на этом компьютере сложный алгоритм расчета молекулы гидрида лития, что может быть полезным для улучшения процессов создания литиевых аккумуляторов.

Нейросети представляют собой искусственный интеллект, который может служить беспрецедентным помощником в повседневной жизни. Они способны выполнять интеллектуальную работу, такую как поиск рецептов, советов о здоровье и помощь в написании текстов. Нейросети действуют как «второй пилот» в жизни человека, помогая ему решать различные задачи и делать правильные выборы.

Однако некоторые люди могут возразить, что использование нейросетей может привести к тому, что люди потеряют интерес к знаниям и перестанут стремиться к саморазвитию. Однако, нейросети не изменяют человеческую природу, которая включает в себя любознательность и стремление к новым знаниям. Нейросеть может быть просто инструментом, который помогает ускорить процесс усвоения информации, но она не заменит желание человека постоянно учиться и развиваться.

Одна из ярких отраслей, которая находится в центре внимания различных стран, – это разработка квантовых технологий. В гонке за освоением этих технологий участвуют многие страны, такие как Китай, США, Германия, Канада, Индия и Япония. Китай, например, выделил 10 млрд долларов на строительство Национальной лаборатории квантовых наук в 2018 году. США также инвестируют значительные средства в развитие квантовых технологий, и планируют еще больше инвестировать в рамках инфраструктурного плана, предложенного президентом Байденом. Другие страны также готовы потратить значительные средства на развитие этой области науки.

Проект квантового ионного компьютера, являющийся совместным проектом Российского квантового центра, Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, Сколковского института науки и технологий и ФТИАН им. К. А. Валиева, также отражает интерес к развитию квантовых технологий в России. Все эти усилия свидетельствуют о важности и значимости квантовых технологий и стремлении стран освоить их преимущества.

Источник: autogear.ru, 04.09.2023

В России появится университет квантовых технологий

Президент России Владимир Путин поручил правительству создать университет в области квантовых технологий. Решение было объявлено по итогам встречи президента с учеными. Документ, содержащий поручения, опубликован на официальном сайте Кремля.

В новом университете будут изучать и развивать передовые квантовые технологии, которые имеют огромный потенциал во многих областях, включая информационные технологии, медицину, материаловедение и криптографию.

Основной целью университета будет подготовка высококвалифицированных специалистов в области квантовых технологий. В рамках этой инициативы будут разработаны и реализованы образовательные программы на разных уровнях:

Высшее образование

Университет предоставит возможность студентам получить высшее образование в области квантовых технологий, включая программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры.

Дополнительное образование: Университет также будет проводить курсы и семинары для специалистов, уже работающих в соответствующих областях, чтобы обеспечить непрерывное профессиональное образование.

Образовательные программы для школьников: Одним из важных аспектов инициативы является вовлечение школьников в образовательный процесс в университете. Предусматривается создание специальных программ и мероприятий для учащихся с целью ознакомления их с миром квантовых технологий и стимулирования интереса к науке.

Развитие инноваций и поддержка научных исследований

Создание университета в области квантовых технологий является частью стратегии модернизации образования и развития инноваций в России. Квантовые технологии представляют собой фундаментальный элемент научного и технологического прогресса, и развитие этой области может способствовать решению множества актуальных задач и вызовов.

Университет также будет поддерживать научные исследования и инновационные проекты в области квантовых технологий. Это включает в себя сотрудничество с научными институтами, индустрией и государственными органами для развития и внедрения квантовых технологий в реальной практике.

Развитие квантовых технологий как приоритет

Инициатива по созданию университета в области квантовых технологий подчеркивает важность развития этой области как одного из приоритетов научно-технического развития России. Президент Путин выразил уверенность

в том, что новый университет станет ключевым центром для обучения и исследований в области квантовых технологий и способствует долгосрочному научному и инновационному росту страны.

Цель проекта – подготовить высококвалифицированных специалистов в области квантовых технологий, которые являются одним из приоритетных направлений развития науки и технологий в России и мире. Квантовые технологии представляют собой новое поколение технологий, основанных на использовании свойств квантовых систем, таких как атомы, фотоны, электроны.

По словам Путина, создание университета в области квантовых технологий является одним из ключевых шагов для обеспечения национальной безопасности и конкурентоспособности России в мире.

Ранее сообщалось, что в Санкт-Петербурге начали строить инновационный центр «ИТМО Хайпарк», который станет вторым кампусом Университета ИТМО. Здесь будут учиться более 3,6 тысяч магистрантов и аспирантов вуза.

Источник: postupi.online, 05.09.2023

Магистральная квантовая сеть будет продлена до Сочи и Екатеринбурга в 2024 году

Новые участки магистральной квантовой сети планируется продлить до Сочи, Екатеринбурга и Челябинска в 2024 году, следует из материалов на стенде холдинга «Российские железные дороги» в рамках Восточного экономического форума.

В текущем году ожидается, что квантовые сети соединят Москву, Воронеж и Ростов-на-Дону, а также Нижний Новгород, Арзамас и Казань.

В феврале 2023 года глава ОАО «РЖД» Олег Белозёров отмечал, что компания прорабатывает возможность подключения квантовых сетей к магистральной железнодорожной сети. К 2024 году ожидается, что протяженности квантовых сетей превысит 7 тыс. км, а к 2030 году составит более 15 тыс. км.

Источник: tass.ru, 11.09.2023

На пороге будущего: стройкомплекс Москвы планирует внедрять квантовые технологии

В рамках деловой программы Московского урбанистического форума-2023 прошла секция «Квантовый контроль. Большие данные в управлении городским развитием», на которой эксперты нескольких отраслей экономики поделились мнениями о том, как квантовые технологии уже в ближайшем будущем будут влиять на урбанистику и развитие городов.

«Сегодня у всех присутствующих здесь есть уникальная возможность, что называется, заглянуть за горизонт и обсудить будущее строительной отрасли – каким оно в идеале должно стать после успешного внедрения самых передовых технологий», – так приветствовала всех участников дискуссии модератор секции Юлия Урожаева, заместитель начальника Главного контрольного управления города Москвы в своем вступительном слове.

Евгений Данчиков, министр Правительства Москвы, начальник Главного контрольного управления столицы, поблагодарил всех присутствующих экспертов за возможность совместно обсудить достижения современной науки и предложил обсудить ряд актуальных вопросов.

Какие новые перспективы и вектор развития может дать собирательная технология квантового контроля в плане управления городским развитием?

«Мы видим, что в сегодняшних реалиях все процессы ускоряются кратно, а иногда и на порядок. Так, например, за 10 лет количество городских контрактов выросло в 7 раз, скорость заключения контрактов – в 4 раза, бюджет города увеличился в 2,5 раза, а скорость маршрутизации платежных документов – в 144 (!) раза. Нам нужны новые технологии и алгоритмы управления, нам нужно многократно увеличивать скорость принятия решений, иначе мы безнадежно завязнем в процедурах и не будем успевать за объемами и динамикой работы, которая необходима такому современному мегаполису как Москва», – отметил министр. Кроме этого необходимо учитывать такие сложнопрогнозируемые факторы как геополитическая перестройка мира, кризис глобализации, финансовая турбулентность, новая технореволюция и бич наступающей эпохи инфодемия – переизбыток «грязной» непроверенной информации. Нужно менять многие привычные методы работы в сфере градостроительства и управления, фундаментально пересматривать основы жизнедеятельности городов. «Сегодня сроки планирования сократились до такой степени, что зачастую приходится пересматривать процессы практически в реальном времени», – поделился Евгений Данчиков.

Уже сейчас городом внедрены множество инновационных инструментов мониторинга и управления, таких как видеонаблюдение – более 270 тысяч камер в том числе с нейронной сетью. Функционирует единое хранилище

данных и 35 тысяч паспортов всех городских территорий. Активно внедряются технологии искусственного интеллекта и интернета вещей, такие, например, как передвижные системы контроля благоустройства, «умные» контейнеры ТКО, датчики измерения экологических параметров территорий и зданий. Созданы и успешно работают уникальные платформенные отраслевые решения, такие как ЕМИАС, «Московский Транспорт», ЕАИСТ, «Город заданий» и «Активный гражданин».

Но, чтобы оставаться в числе мировых лидеров по комфорту проживания, Москва должна двигаться дальше, и, в связи с этим необходимо решить целый ряд принципиальных вопросов. Достаточен ли комплекс текущих технологий для управления городским развитием или необходимы качественно новые решения? Какие технологии наиболее перспективны в обозримом будущем? Какова роль мегаполиса в тестировании этих технологий, оправдано ли использовать большой город как полигон таких решений? И каковы риски использования инновационных инструментов управления?

«Квантовые технологии открывают несравнимо больше возможностей, нежели другие самые современные вычислительные средства», – рассказала Екатерина Солнцева, директор по цифровизации госкорпорации «Росатом». Именно эта организация отвечает за развитие всех квантовых вычислений в России, а также занимается координацией всех структур, работающих в области квантовых технологий.

«Мы сейчас видим очень яркую трансформацию системы управления городами, странами, – прокомментировал Евгений Кузнецов, генеральный директор компании «Орбита Капитал Партнерз», управляющая фондом Digital Evolution Ventures (создан совместно с Росатомом). – Мы все чаще сталкиваемся с проблемой переизбытка информационного мусора. Количество данных – беспрецедентно, структурирование и обработка занимают все больше ресурсов, старые методы управления перестают работать».

Квантовые вычисления в этом смысле несут в себе практически неограниченные возможности, и как только они станут реальностью на практике, то, прежде всего, это отразится на анализе данных, считает эксперт. Уже сейчас накопленных данных слишком много, на их обработку уходит колоссальное количество времени и денег. Квантовые технологии за счет суперскоростей смогут обеспечить не только накопление и быструю обработку данных. С помощью квантового компьютера можно будет расширить диапазон поиска данных до бесконечности. Такой «свободный поиск» дает гораздо больше возможностей найти нужные решения, а в дальнейшем развивать новые направления исследований.

В заключении выступил профессор и заведующий кафедрой городского управления и руководства Университета Ксавье (Индия) Татагата Чаттерджи,

который поделился своим опытом внедрения новых технологий в градостроительстве. Г-н Чаттерджи отметил, в частности, что всего за 15-20 лет, количество городских жителей в Индии увеличилось многократно, население активно переезжает в города, которые развиваются взрывными темпами.

Сегодня урбанизация и цифровизация – два главных приоритета для руководства страны.

Уже сейчас Индия демонстрирует одно из самых высоких интернет-покрытий в мире, догоняя своих соседей по Азиатско-Тихоокеанскому региону: Южную Корею, Японию, Сингапур. В стране успешно внедрены множество цифровых сервисов и платформенных решений. Одно из важных достижений – создание широкой сети контролируемых цифровых центров, задачей которых является прогнозирование и снижение негативных последствий от природных и техногенных катастроф.

Источник: stroimprosto-msk.ru, 08.09.2023

Ученые из СПбГУ представили новую технологию поиска оптических схем для квантовых вычислений с помощью генетики

Ученые из Санкт-Петербургского университета успешно применили эволюционный алгоритм для поиска новых квантово-оптических схем. Об этом сообщила пресс-служба вуза.

Этот инновационный метод позволил существенно сократить время, которое обычно уходит на исследования в этой области.

На сегодняшний день развитие квантовых вычислений происходит на различных платформах. Основные направления включают построение квантовых алгоритмов на ионах, нейтральных атомах, сверхпроводниках и фотонах. В лаборатории квантовой оптики СПбГУ активно разрабатывается фотонная платформа, которая обладает рядом преимуществ, таких как легкость манипуляции, простота генерации и отсутствие необходимости в охлаждении.

Однако главной сложностью работы с фотонами является организация их взаимодействия друг с другом. В данной статье исследователи представили схемы с оповещением, которые позволяют наблюдателю делать выводы о состоянии системы на основе измерений вспомогательной системы. Такие схемы работают на вероятностной основе. Схемы с оповещением уже известны примерно 20 лет. Однако это всего лишь несколько схем, которые имеют конкретные оптические элементы и конфигурации.

Ученые задались вопросом: можно ли создать более эффективные схемы? Для ответа на этот вопрос они использовали генетический алгоритм, чтобы найти оптимальные схемы.

Они определили ключевые параметры схем, аналогичные коду ДНК, и моделировали эволюцию поколений, внедряя «селекцию», «скрещивание» и «мутацию» особей (где особи являются оптическими схемами). В результате всего за несколько минут программе удалось найти те схемы, на обнаружение которых ранее требовалось годы. Эти результаты были представлены профессором СПбГУ Т. Голубевой. Интересные результаты были достигнуты благодаря совместным усилиям и методам.

Разработку программного кода возглавила группа математиков из Международного математического института Л. Эйлера под руководством доцента СПбГУ С. Сысоева.

Результаты исследования опубликованы в ведущем американском научном журнале *Physical Review A*.

Статья демонстрирует ряд удивительных возможностей, которые дает перенос методов и подходов генетики в квантовую физику.

Источник: neftegaz.ru, 12.09.2023