



# МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ ОАО «РЖД»

КВАНТОВЫЕ СЕТИ

№10/ОКТЯБРЬ 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

РЖД к концу года удвоят протяженность магистральной квантовой сети.....	3
По заказу РЖД создан российский шифратор с поддержкой квантовых ключей и скоростью передачи данных более 180 Гбит/с.....	4
Российские учёные создали ПО для квантового распределения ключей безопасности.....	5
Новый подход к созданию квантовых сетей предложили ученые из МГУ и Сколтеха.....	6
Ковальчук рассказал о запуске первой межуниверситетской квантовой сети .....	7
Первый сегмент томской квантовой сети заработает в конце года .....	7
В РФ испытали защиту от атаки квантовых компьютеров .....	8
Почти догнали США: в России создан мощный ионный квантовый компьютер на 50 кубитов .....	9
И сбоку квантик.....	10
Квантовый прорыв: «неуязвимая» криптография пала под атакой китайских ученых .....	12
Назван срок запуска Китаем новых спутников квантовой связи .....	13
Создан самый маленький в мире квантовый компьютер, в котором используется один фотон .....	14
Google Research достигла новой вершины в развитии квантовых технологий .....	15
Найдено решение одной из главных проблем квантовых вычислений .....	17
НАТО планирует развивать коммуникационные сети в Арктике, пишут СМИ .....	17
IQM выбрана для поставки двух передовых квантовых компьютеров для системы Euro-Q-Era.....	18
Найден способ уменьшить размер компонентов квантовых компьютеров в 1000 раз .....	20
Разработан новый метод для решения квантовых многочастичных задач .....	21
Илон Маск хочет в разы ускорить спутниковый интернет.....	22
Технология алмазной склейки может улучшить квантовую и традиционную электронику .....	23

## **РЖД к концу года удвоят протяженность магистральной квантовой сети**

ОАО «Российские железные дороги» к концу года планирует удвоить, до 7 тыс. км, протяженность магистральной квантовой сети в стране и завершить несколько ключевых научно-технических проектов в этой сфере, сообщил ТАСС начальник департамента квантовых коммуникаций компании Артур Глейм в ходе форума «Микроэлектроника-2024».

«Когда РЖД начинали работать в области квантовой коммуникации, это были разработки топологии «точка-точка», то есть максимум соединения двух устройств. Сейчас мы говорим уже о создании федеральных сетей, структурно распределенных с более сложной топологией. А это и технологии, это и программное обеспечение, это и кадры, эксплуатация, проектирование. Мы уверенно выполнили планы по развитию сетей по 2023 году и движемся к целевой задаче 2024 года – довести протяженность своей сети квантовой связи до 7 тысяч километров, и конечно, она будет достигнута», – сказал он.

Общая протяженность квантовой сети РЖД в 2023 году составила почти 3,3 тыс. км. Компания планирует в 2024 году присоединить к магистральной сети города Сочи, Саратов, Самара, Челябинск, Екатеринбург и несколько других.

«В 2024 году ожидается завершение целого ряда научно-технических проектов, направленных на разработку и создание ключевых отечественных технологий и компонентной базы. По итогам чего планируется создать 16 образцов устройств и оборудования квантовых коммуникаций», – сказал Глейм. По его словам, в рамках реализации космического сегмента квантовой сети планируется создание бортовой и наземной аппаратуры для спутниковых систем квантовой коммуникации, в том числе для сопряжения с магистральными квантовыми сетями.

Глейм отметил, что квантовая коммуникация в РЖД не является альтернативой традиционным сетям связи.

«Это средство сделать их более эффективными с точки зрения организации защиты. Но не только более защищенными. Мы сейчас ставим вопрос о том, чтобы защищенные коммуникации были удобны и эффективны в эксплуатации. То есть квантовая коммуникация – это средство автоматизации ряда рутинных процессов, которые необходимы для эксплуатации систем информационной безопасности», – сказал он.

### *Кадры для квантовых коммуникаций*

Глейм отметил, что кадровые потребности в квантовых коммуникациях до 2030 года составят более 1 тыс. специалистов с профильным высшим образованием, более 7 тыс. специалистов со средним профессиональным образованием.

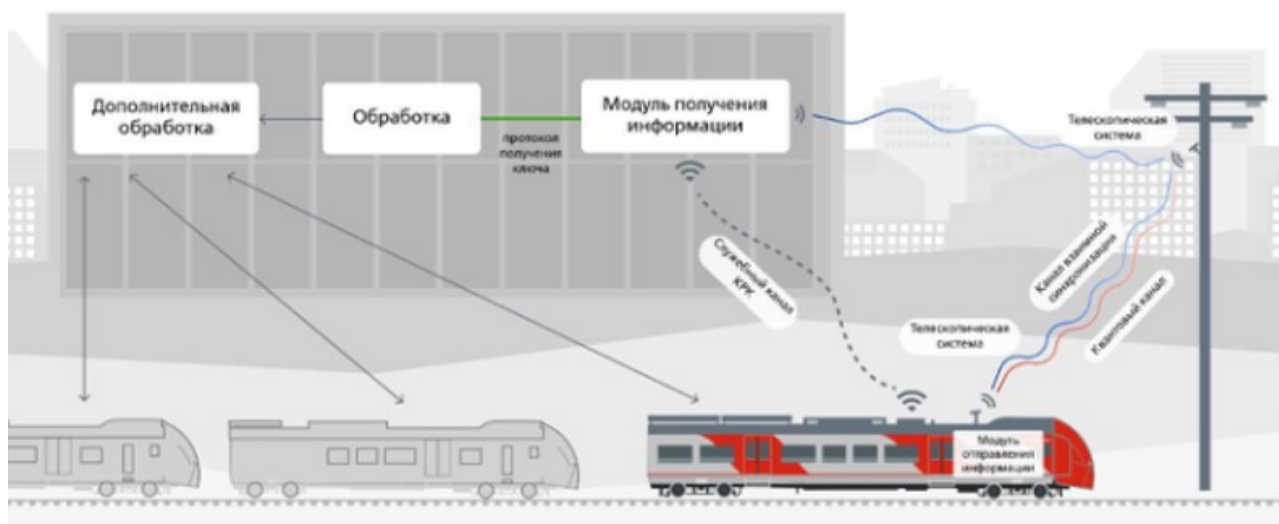
«Исторически вузы готовили по направлению квантовых коммуникаций исследователей и разработчиков. Сегодня отрасли нужны эксплуатанты, проектировщики и инженеры. Их на момент начала реализации проекта практически не было. То есть не было ни профессии, ни специальности. Сейчас мы провели большую системную работу по созданию этих направлений подготовки на базе уже существующих специальностей, которые адаптированы под потребности отрасли. Появилось два новых профессиональных стандарта по направлению квантовой коммуникации», – сказал он.

По его словам, в России более 30 вузов реализуют образовательные программы для подготовки специалистов в области квантовых коммуникаций. В 2020-2023 годах уже подготовлено более 400 специалистов по направлениям, связанным с квантовыми коммуникациями.

*Источник: tass.ru, 26.09.2024*

### **По заказу РЖД создан российский шифратор с поддержкой квантовых ключей и скоростью передачи данных более 180 Гбит/с**

Опытный образец шифратора для передачи данных со скоростью более 180 Гбит/с, разработанный в РЖД, проходит приемо-сдаточные испытания, проводится сертификация оборудования (рис. 1).



*Рис. 1. Схема работы дешифратора*

Решение разработано в рамках реализации дорожной карты развития направления «Квантовые коммуникации», утвержденной правительством в 2020 году.

Разработка позволит передавать зашифрованную информацию между удаленными центрами обработки данных и их абонентами по высокоскоростному каналу. Шифратор использует и классические, и квантовые

алгоритмы. Это расширит возможности применения нового оборудования в Центрах обработки данных, трафик которых увеличивается с каждым днём. Практически оборудование может использоваться на магистральных квантовых линиях РЖД, а также для подключения коммерческих абонентов.

Ранее сообщалось, что ведущий отраслевой научно-технологический институт холдинга «РЖД» в области автоматизации и управления сложными технологическими процессами на железнодорожном транспорте АО «НИИАС» разрабатывает технологию и опытные образцы системы квантового распределения ключей (КРК) для передачи данных по оптическим атмосферным каналам связи для защиты автоматизированных информационных систем на железнодорожном транспорте.

Система КРК будет использоваться для защиты данных беспилотной «Ласточки», курсирующей по Московскому центральному кольцу (МЦК) в режиме «автопилот».

Оборудование может применяться в Центрах обработки данных (ЦОД), что является перспективным в условиях постоянного роста трафика и возможных киберугроз.

Разработка предназначена для передачи зашифрованной информации между территориально удаленными центрами обработки данных и их отдельными абонентами по высокоскоростному каналу, с применением, как классических, так и квантовых алгоритмов шифрования.

Предполагается, что разработанные ООО «СТЦ» шифраторы будут использованы как на магистральных линиях связи РЖД, так и для подключения коммерческих абонентов с целью предоставления услуг на основе КРК.

*Источник: t.me, 23.10.2024*

## **Российские учёные создали ПО для квантового распределения ключей безопасности**

МФТИ в сотрудничестве с QRate и «Микроном» создали прототип особого электронного комплекса, который позволит применять на любых устройствах квантовое распределение ключей. Это необходимо для защиты пользовательских данных. Комплекс состоит из самой системы, которая занимается распределением ключей, ПО устройства, в данном случае, смартфона. А также специальной смарт-карты, в основе которой лежит особый контроллер российского производства. Такая система сделана в России впервые.

Установленная карта выдаёт сессионные ключи, которые и позволяют сделать связь защищённой. Специально разработанный мессенджер, который также должен быть установлен в смартфоне, будет производить шифрование информации с использованием этих ключей. Так формируется защищённая линия передачи, благодаря которой безопасно обмениваться данными можно как между смартфонами, так и между смартфоном и более крупными устройствами, если у тех есть специальное ПО. Так можно будет и общаться, и передавать любые данные.

Сертификация этого комплекса завершится только через год, когда продукт пройдёт тестирование.

*Источник: argumenti.ru, 17.10.2024*

### **Новый подход к созданию квантовых сетей предложили ученые из МГУ и Сколтеха**

Устройство для гибридных квантовых сетей, которые объединяют преимущества твердотельных кубитов (искусственных атомов) и фотонов для передачи информации предложили создать физики из НИИЯФ (О.В. Тихонова, И.И. Соловьев) и Физического факультета МГУ (Р.В. Захаров, Н.В. Кленов) в составе научной группы, в которую также вошли ученые из Сколтеха (А.В. Антонов) и Парижского университета науки и литературы (Д.С. Яковлев). Результаты исследований отражены в научной статье «Solid-State Qubit as an On-Chip Controller for Non-Classical Field States», которая была представлена на обложке октябрьского выпуска высокорейтингового журнала *Advanced Quantum Technologies* издательства John Wiley & Sons Inc, что является значимым событием в научном мире.

Современные исследования в области квантовой материи в значительной степени сосредоточены на квантовых вычислениях и коммуникациях. В статье рассматривается новый подход к созданию квантовых сетей, где для передачи информации используются как твердотельные кубиты, так и фотонные кубиты. Основная идея заключается в разработке устройства, которое может преобразовывать квантовую информацию между этими двумя типами кубитов. В качестве примера предлагается использование сверхпроводниковых кубитов на базе джозефсоновских переходов, которые могут взаимодействовать с электромагнитными полями в микрополостях. Это открывает возможность создания масштабируемых квантовых систем, где информация передается между чипами с помощью неклассических электромагнитных полей.

«Одной из особенностей предложенной системы является способность преобразовывать неклассическое поле с одной частотой в поле с другой частотой, что позволяет адаптировать сигналы для передачи между различными типами квантовых устройств. Примечательно, что высокая чувствительность сверхпроводниковых атомов к внешним полям, которая обычно представляет собой трудность при конструировании квантовых компьютеров, здесь используется конструктивно для создания квантового контроллера» – отметил участник научного коллектива Игорь Соловьев, ведущий научный сотрудник отдела микроэлектроники НИИЯФ МГУ.

Предложенный авторами статьи новый подход к проектированию и реализации гибридных квантовых сетей позволит приблизиться к созданию более эффективных и масштабируемых квантовых компьютеров, и распределенных квантовых систем, таких как «квантовый интернет».

*Источник: [sinp.msu.ru](http://sinp.msu.ru), 17.10.2024*

### **Ковальчук рассказал о запуске первой междуниверситетской квантовой сети**

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» и ОАО «РЖД» запланировали до конца 2024 года запустить междуниверситетскую квантовую сеть, направленную на объединение ряда вузов в России. Об этом заявил президент научного центра Михаил Ковальчук 7 октября на XXII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии.

«Мы заканчиваем и, я думаю, в ближайшие месяцы запустим первую междуниверситетскую квантовую сеть вместе с ОАО «РЖД». Она свяжет Московский госуниверситет, Курчатовский институт и еще ряд вузов», — сказал в ходе своего выступления Ковальчук.

Межуниверситетская квантовая сеть (МУКС) предполагает собой объединение созданных разными университетами локальных линий связи. Сеть создается на основе национальной исследовательской компьютерной сети (НИКС).

*Источник: [iz.ru](http://iz.ru), 07.10.2024*

### **Первый сегмент томской квантовой сети заработает в конце года**

*Участники рабочей группы по разработке и созданию междуниверситетской квантовой сети Большого университета Томска обсудили ход реализации дорожной карты проекта.*

Состоялось очередное заседание рабочей группы по разработке и созданию квантовой сети Большого университета Томска.

Руководитель рабочей группы, президент ТУСУРа Александр Шелупанов в своем выступлении рассказал об основных этапах дорожной карты, отметив, что работа идет в строгом соответствии с намеченным планом. По его словам, первый этап квантовой сети будет функционировать уже к 1 января 2025 года.

Подробнее о работе, связанной с подготовкой содержательных проектов на базе квантовой сети, рассказал руководитель подгруппы, руководитель Центра научных исследований и перспективных разработок компании «ИнфоТеКС» Владимир Елисеев. По результатам анкетирования участников были выявлены два основных направления применения использования квантовой сети: физические исследования технологии КРК и IT-проекты на базе квантовой сети, как безопасной инфраструктуры некомпromетируемых коммуникаций внутри Большого университета Томска. По результатам состоявшегося обсуждения ряд участников рабочей группы планирует до конца 2024 года сформулировать свои исследовательские и прикладные проекты для создаваемой межуниверситетской квантовой сети.

Руководитель проектного офиса Центра превосходства НТИ «Технологии доверенного взаимодействия» ТУСУРа Дмитрий Брагин сообщил о состоянии работ по развертыванию полномасштабного сегмента, состоящего из четырех узлов квантовой сети, а также перечне работ по запуску сегмента до конца года. Он сообщил также, что строительство томской квантовой сети идет в строгом соответствии с намеченными планами.

В завершении встречи профессор Александр Шелупанов рассказал участникам рабочей группы о дальнейших шагах по реализации дорожной карты.

*Источник: tusur.ru, 01.10.2024*

## **В РФ испытали защиту от атаки квантовых компьютеров**

В России успешно провели испытания первого отечественного программного продукта, который предназначен для защиты от квантовой угрозы – кибератак с помощью квантовых компьютеров.

Как объяснили разработчики – компания QApp, в настоящее время во всем мире активно ведутся работы над созданием таких устройств. Когда они станут достаточно мощными, то благодаря своей принципиально новой схематехнике и логике работы они смогут взламывать традиционные



алгоритмы шифрования. Чтобы предотвратить такое развитие событий, уже сейчас разрабатывают алгоритмы постквантовой криптографии.

«Защищенный канал соединил две удаленные площадки: одну – в Москве, а другую – в Новосибирске. В ходе тестирования резервные пакеты данных поочередно передавали через традиционный криптографический туннель и через туннель, защищенный новыми алгоритмами. При этом производились замеры времени передачи и контроль целостности файлов. Результаты проверки подтвердили, что все пакеты были переправлены без ошибок контроля целостности», – объяснил генеральный директор и сооснователь компании-разработчика Антон Гугля.

Он добавил, что канал построили на инфраструктуре Лаборатории инноваций Группы «Московская биржа». Главным результатом тестирования стало подтверждение, что о технологии достигли уровня, когда организация-пользователь самостоятельно реализует интеграцию программного решения в свои процессы и его запуск. Прежде это требовало доработки решений под каждого эксплуатанта.

По словам разработчика, можно считать, что пилотный этап проекта успешно завершен. Теперь необходимо перейти к следующему – серийному использованию продукта. Это станет возможным после утверждения государственных стандартов, которые в настоящее время активно разрабатывают регулирующие органы.

*Источник: pln-pskov.ru, 01.10.2024*

### **Почти догнали США: в России создан мощный ионный квантовый компьютер на 50 кубитов**

В России создан мощный ионный квантовый компьютер на 50 кубитов, что, несомненно, является важным достижением в мире высоких технологий. Ведь всего шесть стран мира, включая нашу, являются гордыми владельцами подобных машин с вышеупомянутой мощностью и более.

В то же время, лидером в отрасли на данный момент остаются США, где компанией Quantinuum разработан компьютер на 56 кубитов. Тем не менее, российский прогресс также очевиден: в июле 2023 года наша страна могла похвастаться лишь 16-кубитной моделью, но уже сейчас достигнута отметка в 50 кубитов.

Стоит отметить, что в мире квантовые компьютеры создаются на различных платформах, и Россия обладает технологиями во всех ключевых направлениях. Государств, способных развивать данные технологии на четырех

приоритетных платформах (сверхпроводящие цепочки, ионы, нейтральные атомы, фотоны), насчитывается лишь три, включая наше. При этом в планах РФ до 2030 года значится разработка ионного компьютера уже на 100 кубитов.

Квантовые вычисления обладают огромным потенциалом для ускорения решений многих сложных задач, которые слишком ресурсоемки для классических компьютеров. Это касается больших данных, прогнозирования и криптографии. Обладание таким вычислительными мощностями дает значительное преимущество в технологическом развитии, что объясняет активную конкуренцию в данной сфере.

Несмотря на громоздкость и неустойчивость первых моделей, квантовые технологии активно совершенствуются, что напоминает развитие первых электронно-вычислительных машин. При этом главное отличие российского аппарата заключается в его направленности на практическое применение: он уже используется для машинного обучения и решения сложных математических задач. Принципиально важно и то, что эта технология разработана внутри страны и обладает «технологическим суверенитетом».

Напоследок стоит добавить, что параллельно с развитием квантовых технологий в России развиваются и другие масштабные научные проекты.

В частности, важным шагом стало открытие комплекса NICA в Дубне – отечественного ускорителя, который по некоторым параметрам превосходит знаменитый Большой адронный коллайдер (БАК).

Кроме того, в нашей стране продолжается строительство других значимых научных объектов, таких как синхротрон СКИФ под Новосибирском, синхротрон РИФ на острове Русский и проект «СИЛА» в Протвине – гибрид синхротрона и рентгеновского лазера, аналога которого в мире пока не существует.

Что характерно, Россия никогда за новейшую историю не строила столько высокотехнологичных научных комплексов. На данный момент в стране эксплуатируется 50 уникальных научных установок, и их число будет расти. При этом с вводом новых объектов в течение 5-8 лет РФ сможет претендовать на лидерство в мировой научной инфраструктуре.

*Источник: topcor.ru, 07.10.2024*

## **И сбоку квантик**

Бюджетное финансирование квантовых технологий будет сокращаться.

На разработки в области квантовых вычислений и коммуникаций потребуется 68,9 млрд руб. до 2030 года, следует из имеющейся у «Ъ» версии

национального проекта «Экономика данных». При этом документ предполагает, что больше половины из этой суммы должно поступить не из федерального бюджета, а ближе к концу десятилетия ежегодное финансирование со стороны властей будет сокращено. Эксперты отмечают, что с удешевлением технологий сократятся и затраты на проект, но призывают не исключать и внешнеэкономические факторы.

«Ъ» ознакомился с предварительной версией федерального проекта «Прикладные исследования и перспективные разработки», который войдет в национальный проект «Экономика данных» (по поручению президента РФ должен стартовать в 2025 году). Согласно документу, на разработку прототипов квантовых процессоров заложено 45,2 млрд руб. до 2030 года. Из этой суммы 22,6 млрд руб. планируется выделить из бюджета, оставшиеся же источники финансирования в документе не расписаны. При этом объем финансирования по годам предлагается сначала увеличить до 12,6 млрд руб. в 2026 году, а затем – снижать до 9 млрд руб. в 2027 году и по 3,9 млрд руб. в 2028-2030 годах.

Согласно документу, «Росатом», 24 сентября публично сообщивший о создании 50-кубитного квантового компьютера, должен уже в 2025 году создать 100-кубитный компьютер. К 2030 году планируется достичь показателя в 350 кубит (кубит – единица информации в квантовых вычислениях, аналог бита в обычном компьютере).

В проекте также закреплена целевая протяженность квантовых сетей связи (эту часть проекта реализовывает ОАО РЖД) с 7 тыс. км в 2024 году до 15 тыс. км – в 2030-м. Суммарно на этот проект заложено 23,7 млрд руб. (из них 11,1 млрд руб. – из федерального бюджета). Финансирование на 2025 год заложено в объеме 6 млрд руб., а в последующие – в пределах от 3,3 млрд до 4,2 млрд руб.

Рынок квантовых вычислений в России, как ранее сообщала компания «Рексофт Консалтинг», к 2030 году может достичь 21-45 млрд руб. К настоящему моменту основные инвестиции в отрасль – государственные, они составляют в среднем по 4,8 млрд руб. в год с 2020 года. ЕС и США в апреле и сентябре 2022 года соответственно ввели санкции в отношении российской квантовой отрасли. 6 сентября 2024 года Минторг США ввел общемировой экспортный контроль за рядом «критических и новейших технологий», включая квантовые.

Советник гендиректора «Росатома» Руслан Юнусов сказал «Ъ», что параметры «дорожной карты» «Квантовые вычисления», в соответствии с которой разрабатываются прототипы квантовых процессоров, еще не утверждены. Поэтому, по его словам, комментировать конкретные цифры преждевременно: «Важно отметить, что выделение бюджетных средств потребует паритетного внебюджетного софинансирования». В ОАО «РЖД»

отказались от комментариев «Ъ». В Минцифры подтвердили, что развитие квантовых вычислений и коммуникаций войдет в нацпроект, но «сам документ еще находится на межведомственном согласовании». В аппарате профильного вице-преьера Дмитрия Григоренко не ответили «Ъ».

Достижение и 100-, и 350-кубитной отметок будет для России большим шагом вперед, «но это очень далеко от того, что, скорее всего, продемонстрируют мировые лидеры отрасли», признает эксперт Центра квантовых технологий НТИ на базе МГУ, основатель S-Quantum Алексей Моисеевский. Он также отметил, что если производимые квантовые компьютеры не будут достигать нужных показателей надежности и степени точности операции, то «погоня за большим количеством кубитов не имеет смысла».

Говоря о квантовых сетях, директор по развитию бизнеса QRate Александр Приютов отметил, что с течением времени затраты на их строительство будут уменьшаться - в частности, за счет снижения стоимости оборудования. «Но создание и поддержка инфраструктуры все равно требуют значительных капитальных вложений. На общие затраты могут повлиять и внешние экономические факторы, такие как инфляция и колебания валютных курсов», – резюмирует он.

#### *ЦИТАТА*

«Нужно не только решать вопросы, связанные с появлением отечественных решений, но и внедрять их» – Михаил Мишустин, премьер-министр РФ, о квантовых коммуникациях в июле 2023 года (цитата по ТАСС)

*Источник: kommersant.ru, 25.09.2024*

### **Квантовый прорыв: «неуязвимая» криптография пала под атакой китайских ученых**

Команда ученых в Китае провела первую в мире «эффективную» квантовую атаку на классический метод шифрования. Атака была выполнена с использованием стандартного квантового компьютера канадской компании D-Wave Systems, пишет издание South China Morning Post .

Ученые смогли успешно взломать криптографические алгоритмы, широко применяемые в критически важных секторах, таких как банковская сфера и военная отрасль, предупредив, что это достижение представляет собой «реальную и существенную угрозу».

Исследование возглавил Ван Чао из Шанхайского университета. Они атаковали алгоритмы сети замены-перестановки (Substitution-Permutation Network, SPN), такие как Present, Gift-64 и Rectangle.

Алгоритмы SPN лежат в основе стандарта шифрования AES (Advanced Encryption Standard), причем AES-256 иногда называют «военным стандартом» и считают устойчивым к квантовым атакам.

Подробности методики атаки остаются неясными, и Ван отказался раскрыть дополнительные детали в интервью для South China Morning Post из-за «чувствительности» темы. Однако исследователи предупредили, что взлом шифра стал ближе, чем когда-либо прежде.

«Это первый случай, когда реальный квантовый компьютер представляет собой реальную и существенную угрозу для множества полноценных алгоритмов SPN, используемых сегодня», – говорится в рецензируемой статье, опубликованной в китайском журнале Chinese Journal of Computers.

D-Wave Systems заявляет, что является первым в мире коммерческим поставщиком квантовых компьютеров. В числе ее клиентов – Lockheed Martin, NASA и Google.

Большинство существующих универсальных квантовых систем пока не считаются достаточно продвинутыми, чтобы представлять угрозу для современной криптологии. Ожидается, что «полезные» квантовые машины появятся лишь через несколько лет.

Тем не менее, потенциальная способность квантовых компьютеров решать сложнейшие задачи и взламывать большинство алгоритмов с открытым ключом вызывает обеспокоенность. В связи с этим предпринимаются усилия по созданию «квантово-устойчивой» криптографии.

В начале этого года Национальный институт стандартов и технологий (NIST) выпустил финальный набор основных алгоритмов шифрования, разработанных для защиты от будущих кибератак, генерируемых квантовыми компьютерами.

*Источник: securitylab.ru, 15.10.2024*

### **Назван срок запуска Китаем новых спутников квантовой связи**

Глава Института квантовой информации и квантовых технологий при Китайской академии наук (CAS) Пань Цзяньвэй назвал срок запуска новейших спутников квантовой связи в интересах КНР. Цзяньвэй является руководителем проекта по развёртыванию на орбите группировки квантовой связи. Проект стартует в 2027 году.

Первый экспериментальный спутник был запущен Китаем в 2016 году. Это был «новаторский спутник Mozi для тестирования квантовой физики в космосе, в частности, для квантовой связи и шифрования». Разработанный в рамках программы CAS, «аппарат продемонстрировал квантовое распределение ключей (QKD) и квантовую запутанность на беспрецедентных расстояниях».

По словам Цзяньвэя, ещё один квантовый спутник будет запущен на среднюю околоземную орбиту в 2027 году. Также учёный отметил, что в ближайшие пять-шесть лет Китай рассчитывает совершить прорыв в области квантовых ретрансляционных технологий для создания сети квантовой связи.

*Источник: ferra.ru, 08.10.2024*

### **Создан самый маленький в мире квантовый компьютер, в котором используется один фотон**

Ученые из тайваньского университета NTHU изобрели самый маленький в мире квантовый компьютер. Его размер сопоставим с размером обычного системного блока, передает ТАСС сообщение Центрального новостного агентства Тайваня. В изобретении ученых для вычислений используется одиночный фотон.

Компьютер может выполнять факторизацию простых чисел в соответствии с алгоритмом Шора и способен кодировать информацию в «32 временных интервалах или измерениях внутри волнового пакета одного многомерного фотона», рассказал один из его создателей, профессор NTHU Чу Чжисон (Choo Jisung).

Фотоны могут поддерживать стабильные квантовые состояния при комнатной температуре. Это свойство позволяет снизить затраты энергии в сравнении с другими типами квантовых компьютеров, кубиты в которых очень чувствительны к внешним воздействиям и легко теряют свою суперпозицию. Для этого им нужно обеспечить очень низкую температуру (порядка  $-273^{\circ}\text{C}$ ) и изоляцию от электромагнитных полей. Это требует специального оборудования и большого количества энергии.

Платформы квантовых вычислений сейчас производят на громоздких установках, которые по своим масштабам напоминают классические компьютеры 1950-60-х годов прошлого века, объяснял ТАСС в мае 2024 г. заведующий лабораторией квантовой инженерии света Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ), научный руководитель ЦКТ МГУ

Сергей Кулик. Большую часть пространства компьютера занимают системы охлаждения.

### *Фотоны или электроны*

Алгоритм для квантовых компьютеров, который разработал в 1994 г. американский математик и профессор Массачусетского технологического института Питер Шор (Peter Shore), позволяет мощному квантовому компьютеру взломать шифрование криптографическим алгоритмом с открытым ключом (RSA). Это шифрование широко используется при передаче данных через Интернет.

Есть четкое предположение, что квантовые компьютеры со временем смогут выполнять множество других вычислений, которые невозможны с помощью обычного компьютера.

До сих пор неясно, какая физическая система будет составлять квантовые биты, которые можно будет использовать квантово-механически в квантовом компьютере. Одни испытывают фотоны, другие – атомы или ионы, третьи – электроны в сверхпроводящем материале. В некоторых случаях используются механические колебания. Исследования и разработки ведутся на всех этих платформах по всему миру.

IBM заявила о выпуске чипа на тысячу кубитов в декабре 2023 г. Журнал Nature назвал его первым в мире. Для Китая рекордом является 504-кубитный квантовый суперкомпьютер. О поставке компании QuantumCTek такого чипа под названием Xiaohong Центр передового опыта в области квантовой информации и квантовой физики Китайской академии наук (CAS) сообщил в апреле 2024 г.

*Источник: cnews.ru, 17.10.2024*

## **Google Research достигла новой вершины в развитии квантовых технологий**

Учёные из Google Research сделали важный шаг в развитии квантовых компьютеров. Группа инженеров, физиков и специалистов по квантовым технологиям обнаружила, что снижение шума позволяет разработанному компанией квантовому чипу Sycamore превзойти классические компьютеры, работающие на основе случайной выборки цепей (RCS). Открытие было опубликовано в журнале Nature.

Исследователи разработали алгоритмы, которые могут работать как на традиционном суперкомпьютере, так и на квантовом компьютере, чтобы проверить их возможности друг против друга (рис. 2). Одним из таких

алгоритмов является RCS, который по сути лишь генерирует ряд случайных чисел. Однако это оказалось достаточно сложной задачей для классических компьютеров, и исследователи хотели проверить, сможет ли квантовый компьютер справиться с ней лучше.

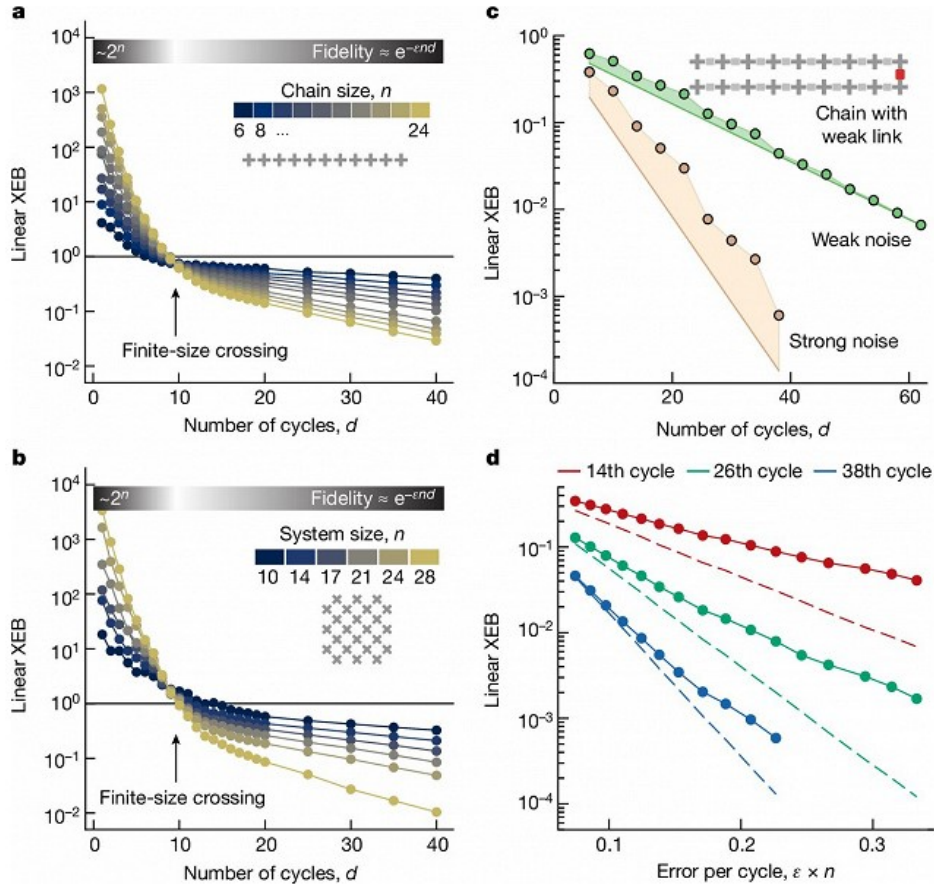


Рис. 2. Фазовые переходы в линейной кросс-энтропии

Одной из самых больших проблем, с которой столкнулись исследователи, являются ошибки, вызванные шумом окружающей среды. Это привело к большому количеству исследований методов исправления ошибок и методов предотвращения их возникновения в первую очередь. Такие исследования привели к выводам, которые предполагают, что фоновый шум в окружающей среде может вызывать ошибки – такой шум является естественным по своей природе, он может возникать из-за изменений температуры, магнитных полей или даже космической радиации.

Чтобы решить эту проблему, исследователи из Google работали над снижением фонового шума, часть из которых включала помещение чипа в камеру, близкую к абсолютному нулю, во время работы. Авторы эксперимента обнаружили, что даже небольшое снижение шума, с 99,4% безошибочного уровня до 99,7%, приводило к кардинальным изменениям в возможностях. Это позволило квантовому чипу достичь «квантового преимущества» при работе



RCS, что говорит о том, что учёные все ближе подходят к мечте о настоящему полезном квантовом компьютере.

*Источник: ixbt.com, 13.10.2024*

### **Найдено решение одной из главных проблем квантовых вычислений**

Исправление квантовых ошибок – одна из самых главных задач создания практических квантовых компьютеров. Речь идет о «неисправностях» в фундаментальных компонентах вычислений – кубитах. Без решения этой задачи квантовые устройства не смогут превзойти в производительности традиционные компьютеры.

Метод, разработанный корейскими учеными, работает как с дискретными, так и с непрерывными переменными. Ранее ошибки корректировались с помощью только одного из этих двух типов логических кубитов.

Новая архитектура соединяет в себе все преимущества дискретных и непрерывных переменных, обеспечивая более эффективные квантовые вычисления и коррекцию ошибок. В частности, в оптических вычислениях гибридный подход позволяет снизить в четыре раза потерю фотонов и повысить эффективность использования ресурсов более чем в 13 раз.

Разработчики отмечают, что технология может быть применима и к сверхпроводникам, и к системам ионных ловушек. Это открывает новое направление в развитии квантовых вычислений. Ожидается, что гибридный подход сыграет решающую роль в разработке и коммерциализации крупномасштабных квантовых компьютеров, сообщает The SciTechDaily.

*Источник: roboticsworld.ru, 17.10.2024*

### **НАТО планирует развивать коммуникационные сети в Арктике, пишут СМИ**

НАТО планирует использовать спутниковые коммуникационные сети в Арктике якобы на фоне угрозы со стороны России, сообщает издание Politico.

«Альянс НАТО 16 октября дал старт планам по разработке военных спутниковых коммуникационных сетей для Арктики, нацеленные на то, чтобы усилить оборону против... России на севере», – пишет издание.

Отмечается, что блок из 13 стран на полях встречи глав Минобороны альянса договорился о продвижении инициативы под названием Northlink,

в рамках которой будут использоваться уже существующие коммерческие спутники.

Помощник президента России, председатель Морской коллегии Николай Патрушев в начале сентября заявил, что Вашингтон с союзниками нагнетают обстановку по периметру границ России, постоянно проверяя ее обороноспособность. По словам Патрушева, Вашингтон взял курс на милитаризацию Арктики и воспрепятствование российской хозяйственной деятельности в северных широтах.

*Источник: ria.ru, 17.10.2024*

### **IQM выбрана для поставки двух передовых квантовых компьютеров для системы Euro-Q-Eха**

Объединенное предприятие EuroHPC (EuroHPC JU) заключило договор о покупке с IQM Quantum Computers (IQM), ведущим мировым разработчиком, производителем и поставщиком сверхпроводящих квантовых компьютеров.

В соответствии с соглашением IQM поставит две передовые квантовые системы Radiance с 54 кубитами и 150 кубитами во второй половине 2025 года и к концу 2026 года соответственно.

Эти две разные системы, отличающиеся высококачественными кубитами и лучшими в отрасли показателями точности, будут играть ключевую роль в выполнении квантовых алгоритмов в различных областях применения.

Системы будут интегрированы в инфраструктуру высокопроизводительных вычислений в Лейбницском центре суперкомпьютеров (LRZ) Баварской академии наук и гуманитарных наук в Германии, и к ним будут иметь доступ ученые, исследователи и конечные пользователи из промышленности по всей Европе, что позволит им использовать полностью гибридные рабочие процессы HPC-QC, разработанные в рамках Munich Quantum Software Stack (MQSS).

LRZ является одним из шести европейских центров, которые в настоящее время эксплуатируют и развивают гибридные суперкомпьютеры, ускоренные квантовыми технологиями для EuroHPC JU.

Начиная с весны 2025 года эта система будет доступна для европейского исследовательского сообщества в качестве первого шага – стратегическая возможность, которая способствовала выбору LRZ EuroHPC JU.

Такая ранняя доступность поможет преодолеть этапы разработки и установки систем Euro-Q-Eха и их компонентов, гарантируя, что исследователи смогут получить доступ к квантовым технологиям как можно скорее.

EuroHPC JU и ее национальные соинвесторы стремятся позиционировать Европу как пионера в разработке квантовых аппаратных и программных средств, готовых к рынку.

Летом 2024 года LRZ и IQM запустили первый в Германии гибридный HPC-квантовый компьютер, оснащенный 20-кубитным процессором.

Это сотрудничество откроет новые возможности для инноваций в области квантовых вычислений.

«Контракт на приобретение европейской квантовой системы Euro-Q-Eха в Лейбницском центре суперкомпьютеров в Гархинге обеспечивает Свободному государству Баварии ведущую позицию в Европе. Благодаря сотрудничеству с новаторской квантовой компанией IQM мы помогаем создавать европейскую инфраструктуру. Здесь, в Баварии, мы будем тестировать и развивать практические приложения квантовых вычислений. Крайне важно, чтобы мы участвовали в одном из самых перспективных технологий будущего. 54 кубита не звучит много, но это ворота в совершенно новую вселенную. В будущем исследователи смогут найти ответы на вопросы, которые раньше были неразрешимы. Я поздравляю LRZ и IQM с их успехом в Лиге чемпионов квантовых вычислений», – сказал Маркус Блюме, государственный министр Баварии по науке и искусству.

«С момента нашего основания мы доказали не только свои технические возможности, но и продемонстрировали многочисленные преимущества интеграции квантовых вычислений с ресурсами HPC», – сказал доктор Ян Гетц, со-генеральный директор IQM Quantum Computers.

«Совместные усилия по всей Европе по интеграции квантовых вычислений в центры HPC впечатляют и полностью соответствуют нашей технологической стратегии. Поскольку мы продолжаем удовлетворять растущие потребности наших клиентов по всему миру, мы рады развернуть наши передовые системы в LRZ, способствуя научным открытиям, стимулируя НИОКР и создавая новые возможности для промышленного инновационного развития в Германии и по всей Европе.»

«Мы очень гордимся тем, что можем заложить основу для европейской квантовой экосистемы с Euro-Q-Eха. В LRZ квантовые вычисления становятся доступными для пользователей, чтобы получать новые знания в научных исследованиях. Сотрудничество в Европе и с нашим партнером IQM делает этот шаг возможным и позволяет нам продолжать работать на переднем крае глобального развития квантовых вычислений», – сказал профессор доктор Дитер Кранцльмюллер, председатель правления Лейбницского центра суперкомпьютеров.

**\*\***Это событие демонстрирует стремительное развитие квантовых вычислений, а также подчеркивает важность сотрудничества между ведущими исследовательскими центрами и частными компаниями.

Euro-Q-Eха станет мощным инструментом для научных исследований, позволяя ученым решать сложные задачи в различных областях, таких как медицина, материаловедение, энергетика и искусственный интеллект.

Интеграция квантовых вычислений в традиционные НРС-системы открывает совершенно новые горизонты для научных открытий и технологического прогресса.

*Источник: pcreview.kz, 17.10.2024*

### **Найден способ уменьшить размер компонентов квантовых компьютеров в 1000 раз**

Сотрудники Наньянского технологического университета в Сингапуре нашли способ упростить квантовые вычисления в 1000 раз, сделав их более «компактными». Решение полагается на использование новых компонентов, способных уместиться в современные чипы.

Современные квантовые компьютеры используют в своей основе частицы света (фотоны). Один из способов создания этих фотонов – направленная работа лазера на кристаллы толщиной в один миллиметр вместе с работой оптического оборудования. Такой подход позволяет фотонам становиться связанными, но данный метод нельзя применить для интеграции в компьютерные чипы.

Новая технология позволяет организовать работу связанных пар фотонов с использованием тонких компонентов толщиной всего 1,2 микрометра. Для реализации этой задачи авторы использовали кристаллический материал дихлорида оксида ниобия. Два тонких слоя этого компонента укладываются друг на друга, в то время как кристаллические зёрна расположены перпендикулярно.

Такая толщина даёт фотонам возможность проходить меньшее расстояние внутри кристаллического материала и работать синхронно. Данный подход позволит уменьшить размер оборудования, используемого для квантовых приложений. Сегодня в большинстве случаев для их работы требуются крупные и громоздкие оптические системы, которые нуждаются в тщательной настройке.

*Источник: 4pda.to, 20.10.2024*

## **Разработан новый метод для решения квантовых многочастичных задач**

Учёные разработали новый метод для решения квантовых многочастичных задач, который может открыть новые возможности в таких областях, как химия и материаловедение, и даже подтолкнуть развитие квантовых компьютеров.

Квантовые многочастичные задачи представляют собой попытки предсказать поведение большого числа взаимодействующих квантовых частиц. Решение этих проблем может дать ценную информацию о свойствах материалов и поведении сложных систем. Однако по мере увеличения количества частиц в системе моделирование их поведения становится всё более сложным, особенно когда речь идет о поиске основного состояния или состояния с самой низкой энергией системы.

В течение многих лет учёные использовали различные методы, такие как квантовое моделирование Монте-Карло и тензорные сети, чтобы приблизиться к решениям этих проблем. Однако каждый метод имеет свои сильные и слабые стороны, и трудно понять, какой из них лучше всего подходит для конкретной проблемы. Кроме того, не существовало универсального способа сравнения точности этих методов.

Новаторский метод, разработанный командой учёных под руководством Джузеппе Карлео из Швейцарского федерального технологического института в Лозанне (EPFL), представляет собой новый бенчмарк под названием V-score для решения этой проблемы.

V-score предлагает последовательный способ сравнения того, насколько хорошо различные квантовые методы выполняют одну и ту же задачу. Этот метод может использоваться для выявления наиболее сложных для решения квантовых систем, где текущие вычислительные методы терпят неудачу, и где будущие методы, такие как квантовые вычисления, могут дать преимущество.

V-score рассчитывается с использованием двух ключевых элементов информации: энергии квантовой системы и того, насколько эта энергия колеблется. В идеале, чем ниже энергия и чем меньше флуктуации, тем точнее решение. V-score объединяет эти два фактора в одно число, что упрощает ранжирование различных методов на основе того, насколько они близки к точному решению.

Для создания V-score команда собрала самый обширный набор данных квантовых многочастичных задач на сегодняшний день. Авторы провели моделирование на ряде квантовых систем, от простых цепочек частиц до сложных, фрустрированных систем, которые известны своей сложностью. Тест не только показал, какие методы лучше всего подходят для конкретных задач,

но и выделил области, в которых квантовые вычисления могут оказать наибольшее влияние.

Проверяя V-оценку, учёные обнаружили, что некоторые квантовые системы гораздо проще решить, чем другие. Например, одномерные системы, такие как цепочки частиц, можно относительно легко решить с помощью существующих методов, таких как тензорные сети. Но более сложные, многомерные системы, такие как фрустрированные квантовые решётки, имеют значительно более высокие V-оценки, что говорит о том, что эти проблемы гораздо сложнее решить с помощью современных классических методов вычислений.

Исследователи также обнаружили, что методы, основанные на нейронных сетях и квантовых схемах показали себя достаточно хорошо даже по сравнению с устоявшимися технологиями. Это означает, что по мере совершенствования технологии квантовых вычислений может удастся решить некоторые из самых сложных квантовых задач.

*Источник: ixbt.com, 20.10.2024*

## **Илон Маск хочет в разы ускорить спутниковый интернет**

PCMag: Starlink запустит 30 тыс. спутников для создания гигабитного интернета.

Компания SpaceX, принадлежащая Илону Маску, планирует значительно улучшить скорость подключения своего спутникового интернета Starlink, обеспечивая пользователям гигабитные скорости. Для реализации этого проекта необходимо расширить диапазон радиоспектра и развернуть на орбите группировку из 30 тысяч аппаратов. Соответствующая заявка, как пишет PCMag, уже подана в американскую Федеральную комиссию по связи (FCC).

SpaceX запросила разрешение на использование более низких орбит для спутников второго поколения и на развёртывание до 29 988 аппаратов. Эти изменения, по мнению компании, позволят системе второго поколения обеспечить гигабитные скорости, широкополосную связь с низкой задержкой и повсеместное мобильное покрытие для всех американцев и миллиардов людей по всему миру, которые до сих пор не имеют доступа к качественному широкополосному подключению.

Для сокращения задержки до менее 20 мс SpaceX стремится получить разрешение на вывод спутников на орбиту высотой от 340 до 365 км. Дополнительные частоты для космических аппаратов и наземных станций помогут повысить скорость связи на входящем и восходящем каналах, что позволит SpaceX опережать растущий спрос со стороны потребителей, предприятий и государственных заказчиков.

SpaceX уверяет, что аппараты второго поколения, работающие в расширенном радиодиапазоне, не будут создавать помех другим сетям. Однако не все согласны с этим утверждением.

*Источник: gazeta.ru, 20.10.2024*

### **Технология алмазной склейки может улучшить квантовую и традиционную электронику**

Синтетический алмаз прочен, инертен, тверд, теплопроводен и химически хорош – элитный материал как для квантовой, так и для обычной электроники. Но есть одна проблема. Алмаз любит только алмаз.

Он гомоэпитаксиальный, то есть растет только на других алмазах, и интеграция алмаза в квантовые или обычные компьютеры, квантовые датчики, мобильные телефоны или другие устройства означала бы пожертвование всем потенциалом алмаза или использование больших, дорогих кусков драгоценного материала.

«Алмаз стоит особняком с точки зрения свойств материала, как для электроники – с его широкой запрещенной зоной, наилучшей теплопроводностью и исключительной диэлектрической прочностью, – так и для квантовых технологий – он содержит азотные вакансионные центры, которые являются золотым стандартом для квантового зондирования при комнатной температуре», – сказал Алекс Хай из Чикагского университета. «Но как платформа он на самом деле довольно ужасен».

Недавно опубликованная в журнале Nature Communications статья, подготовленная Высшей лабораторией РМЕ Чикагского университета и Аргоннской национальной лабораторией, решила главную проблему, с которой сталкивались исследователи, работающие с алмазами, создав новый способ непосредственного соединения алмазов с материалами, которые легко интегрируются как с квантовой, так и с традиционной электроникой.

«Мы проводим обработку поверхности алмаза и подложки-носителя, которая делает их очень привлекательными друг для друга. А гарантируя идеальную шероховатость поверхности, мы соединяем две очень плоские

поверхности», – сказал соавтор исследования Синхан Го из Чикагского университета. «Процесс отжига усиливает связь и делает ее действительно прочной. Вот почему наш алмаз может выдерживать различные процессы нанопроизводства. Это отличает наш процесс от простого размещения алмаза поверх другого материала».

Используя эту технологию, команда напрямую связала алмаз с такими материалами, как кремний, плавленый кварц, сапфир, термический оксид и ниобат лития, без промежуточного вещества, выступающего в качестве «клея».

Вместо массивных алмазов толщиной в несколько сотен микрометров, которые обычно используются для изучения квантовых кубитов, команда связала кристаллические мембраны толщиной всего 100 нанометров, сохранив при этом спиновую когерентность, подходящую для современных квантовых приложений.

В отличие от ювелиров, квантовые исследователи предпочитают слегка дефектный алмаз. Точно проектируя дефекты в кристаллической решетке, исследователи создают прочные кубиты, идеально подходящие для квантовых вычислений, квантового зондирования и других приложений.

«Алмаз – широкозонный материал. Он инертен. По сути, он ведет себя очень хорошо и обладает прекрасными термическими и электронными свойствами», – сказал соавтор статьи Ф. Джозеф Хереманс, который имеет двойную должность в Чикагском институте физики и Аргонне. «Его исходные физические свойства имеют много особенностей, которые полезны для множества различных областей. До сих пор его было очень сложно интегрировать с разнородными материалами».

Однако, поскольку тонкие алмазные мембраны ранее было трудно интегрировать непосредственно в устройства, для этого требовались более крупные, но все еще микроскопические, куски материала. Соавтор статьи Эвери Линдер, студент четвертого курса инженерного факультета Чикагского университета, сравнил создание чувствительных квантовых устройств из этих алмазов с попыткой сделать один сэндвич с сыром на гриле из целого куска чеддера.

Соавтор статьи, доцент Чикагского университета Питер Маурер, работает в области квантового биосенсорного зондирования, используя революционные квантовые методы для получения более качественных и точных измерений работы фундаментальных биологических процессов в микро- и наномасштабах.

«Хотя мы преодолели множество проблем, связанных с сопряжением целых биологических мишеней с квантовыми датчиками на основе алмаза, их интеграция в реальные измерительные устройства, такие как коммерческий микроскоп или диагностическое устройство, без потери эффективности считывания данных, остается нерешенной задачей», – сказал Маурер. «Эта



новая работа по склеиванию алмазных мембран, которую провела лаборатория Алекса, позволила обойти многие из этих проблем и приблизила нас на важный шаг к практическому применению».

В алмазах каждый атом углерода делит электроны с четырьмя другими атомами углерода. Эти связи обмена электронами, называемые ковалентными связями, создают твердую, прочную внутреннюю структуру драгоценного камня.

*Источник: planet-today.ru, 21.10.2024*