Квантовые технологии – одно из наиболее динамически развивающихся направлений. Квантовые технологии открывают новые возможности для целого ряда областей. За счет своих уникальных свойств квантовые системы могут стать основой нового поколения высокопроизводительных вычислительных устройств (квантовых компьютеров), методов защиты информации (с использованием квантовой криптографии), а также высокоточных измерительных устройств (квантовых сенсоров и квантовых метрологических устройств).

Квантовые технологии, т. е. технологии, основанные на управлении индивидуальными квантовыми свойствам частиц, активно развиваются по всему миру. Они разрабатываются в ведущих университетах, исследовательских центрах и компаниях. В Российской Федерации квантовые технологии входят в перечень основных сквозных цифровых технологий. Прогресс основных сфер развития современных квантовых технологий: квантовой обработки информации, квантовой криптографии, а также квантовой метрологии и квантовой сенсорики.

Условно подразделяют квантовые технологии на 5 основных категорий: квантовые компьютеры, квантовая коммуникация, криптография, квантовые симуляторы, квантовая хронометрия и квантовые датчики. В квантовом компьютере информация хранится в виде квантовых битов, или кубитов, которые не просто могут быть в состоянии либо «0», либо «1», как классический бит, но в состоянии суперпозиции «0+1»

Основатели квантовой механики – Макс Планк, Альберт Эйнштейн, Нильс Бор – разработали первоначальные концепции и принципы этой теории. Они показали, что энергия излучения не может быть непрерывной, а имеет дискретный характер, состоящий из квантов. Также они внесли важные вклады в понимание волновой-частицевой дуализма и принципа неопределенности.

Применение в начале пути: Квантовые технологии «первой революции», основанные на управлении коллективными квантовыми явлениями, прочно вошли в нашу повседневность. Они применяются в компьютерах, мобильных телефонах, планшетах, цифровых камерах, системах связи, светодиодных лампах, МРТ–сканнерах, микроскопах и многих других приборах.

В конце XX века ученые научились управлять сложными квантовыми системами на уровне отдельных частиц, например, атомов и фотонов.

Разработка квантового компьютера – чрезвычайно сложная научно-техническая задача. Сложной ее делает необходимость, с одной стороны, увеличивать количество кубит и, с другой стороны, сохранять возможность индивидуального контроля над ними. Именно одновременный рост и

количества кубит, и «качества» работы с ними может дать выигрыш в «квантовом объеме» – мере вычислительной мощности, разработанной компанией IBM для оценки потенциала квантовых компьютеров [9]. Под «качеством» в данном случае подразумевается количество ошибок в результате операции над кубитами. Ошибки в квантовых вычислениях происходят из-за деструктивного воздействия на квантовую систему со стороны окружения. Возможным решением по нивелированию этого воздействия могут быть квантовые коды коррекции ошибок – аналог кодов исправления ошибок для классических компьютеров, которые адаптированы под работу с кубитами. Однако задача разработки практически применимых квантовых кодов коррекции ошибок оказывается чрезвычайно сложной. Для решения задачи квантовые компьютеры могут использовать несколько подходов. Во-первых, это цифровая (гейтовая) модель вычислений. Она наиболее близка, с точки зрения возможных аналогий, к классической модели: существует набор регистров с кубитами, и над ними производятся квантовые аналоги логических операций. Набор квантовых логических операций формирует алгоритм. Для цифровой модели практические любые шумы играют деструктивную роль.

Применение в настоящее время:

1. Искусственный интеллект. Интеллект, демонстрируемый машинами, основан на принципе извлечения уроков из опыта. Чем больше наборов данных вы используете для обучения ИИ, тем более точным он будет. Поскольку точность / сила ИИ зависит от анализа миллионов или даже миллиардов точек данных, он является идеальным кандидатом для квантовых вычислений Для некоторых моделей квантовое машинное обучение будет намного эффективнее классического машинного обучения. Она распространяется на область исследований, исследующую структурные и методологические сходства между конкретными физическими системами и системами обучения, в частности нейронными сетями.

2. Обнаружение лекарств. В настоящее время фармацевтическим компаниям требуются миллиарды долларов и более десяти лет, чтобы открыть новое лекарство и вывести его на рынок. Они проводят сотни миллионов сравнений на классических компьютерах. Однако технологические возможности этих машин весьма ограничены: они могут анализировать только молекулы до определенного размера. Рассмотрим дизайн препарата пенициллин, который содержит 41 атом: для тщательного и точного моделирования энергии основного состояния молекулы пенициллина потребуется цифровая машина с большим количеством транзисторов, чем атомов в наблюдаемой Вселенной. Проблему можно решить с помощью квантовых вычислений. Поскольку квантовое оборудование и алгоритмы станут более доступными, появится

возможность сравнивать гораздо более крупные молекулы. Это может значительно сократить время и затраты на разработку лекарств, давая возможность исследователям быстрее делать новые открытия, которые могут привести к излечению от различных болезней.

3. Финансовое моделирование. Современные рынки - одна из самых сложных систем в мире. За то время, пока вы будете читать это предложение, хедж-фонды, инвестиционные банки и розничные инвесторы по всему миру будут торговать акциями на сумму более 80 миллионов долларов. Для институциональных инвесторов очень важно найти правильное сочетание для плодотворного инвестирования, исходя из ожидаемой доходности и связанных с ней рисков, чтобы выжить на рынке. Это включает в себя анализ тысяч факторов, которые могут повлиять на цены акций. Многие инвестиционные банки запускают моделирование методом Монте-Карло на классических компьютерах для подробного анализа, который требует огромных вычислительных ресурсов и времени. Квантовые компьютеры специально разработаны для такого рода вероятностных вычислений. Прыгнув на квантовую подножку, инвестиционные банки могут не только повысить качество решений, но и сократить время их разработки. Поскольку эти предприятия обрабатывают миллиарды долларов, даже небольшое увеличение ожидаемой прибыли может им дорого обойтись. В конечном итоге квантовые компьютеры помогут финансовым службам: Увеличьте инвестиционную прибыль Уменьшить требования к капиталу Улучшение идентификации и управления рисками и соблюдением требований Открывайте новые инвестиционные возможности.

4. Оптимизация трафика. Квантовые компьютеры позволят смягчить многие проблемы, связанные с увеличением населения и скопления людей на фоне необходимости декарбонизации. Одна из таких проблем - регулирование дорожного движения. Квантовые технологии позволяют избежать пробок и сократить время ожидания. Это означает, что автобусы и такси не будут путешествовать на большие расстояния без пассажиров, и людям не придется долго ждать своих такси. Volkswagen уже продемонстрировал живое использование квантовых вычислений для оптимизации трафика. Его алгоритм квантовой маршрутизации работает на квантовом компьютере D-Wave и рассчитывает самые быстрые маршруты путешествий индивидуально в реальном времени. Такие алгоритмы могут постоянно взаимодействовать с движущимися объектами (велосипеды, автомобили, люди) и дополнять всю систему мобильности города. Они также могут быть реализованы в системе управления воздушным движением для оптимизации маршрутной информации. Volkswagen - не единственная компания, работающая над "квантовой оптимизацией движения". Почти все

производители автомобилей, включая BMW, Toyota и Ford, инвестируют в квантовые исследования.

.