**Росатом в российском квантовом проекте.
«Квантовая дорожная карта»: результаты и перспективы**

Росатом обладает большим опытом реализации масштабных проектов, имеющих ключевое значение для устойчивого развития страны и обеспечения её безопасности. Атомный проект – один из наиболее амбициозных вызовов XX века, на который отечественная атомная отрасль дала успешный ответ. Данные компетенции востребованы в направлении новых бизнесов Росатома, в рамках которых развиваются ветро- и термоэнергетика, ядерная медицина, новые материалы, цифровые технологии и другие сферы.

С 2020 года в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и в соответствии с соглашением, заключенным с Правительством Российской Федерации, Госкорпорация «Росатом» в качестве координатора реализует дорожную карту высокотехнологичной области «Квантовые вычисления».

В частности, Росатом определен ответственным за результат «Разработаны прототипы квантовых процессоров в соответствии с мероприятиями дорожной карты «Квантовые вычисления». Общий объём финансирования, предусмотренный на реализацию результата в 2020-2024 гг., составляет 24 143,94 млн рублей. Из них 12 897,77 млн рублей – средства федерального бюджета, а 11 246,17 млн рублей – внебюджетные средства Корпорации.

Принимая во внимание, что квантовые вычисления на текущей стадии технологического развития представляют наукоемкое направление, требующее централизованных исследований и разработок, основными статьями расхода являются закупка высокотехнологичного лабораторного
и производственного оборудования, финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также формирование экосистемы.

**Результаты первых лет реализации «квантовой» дорожной карты.** Основным достижением является то, что для работы над проектом удалось собрать в единый коллектив более 300 ученых из более чем 15 ведущих российских вузов и научно-исследовательских центров. К работе над проектом привлечены наиболее авторитетные в мировом масштабе ученые в области квантовых вычислений, средний индекс Хирша (цитируемости) >50.

С момента старта реализации Дорожной карты в 2020 году к настоящему моменту удалось создать новые квантовые процессоры на четырех самых приоритетных платформах, продемонстрировать выполнение однокубитных и двухкубитных операций, одновременно решая задачи по наращиванию точности операций (это сложный момент, поскольку при увеличении числа работающих кубитов достоверность операций, то есть качество управления кубитами, снижается). Кроме наращивания числа кубитов и точности операций нами уже разрабатываются способы масштабирования квантовых вычислителей для создания значительно более мощных систем уже в ближайшие годы.

По некоторым тематикам исследований получены результаты, близкие к мировому уровню. В отдельных направлениях уверенно входим в число лидеров. Например, Россия вошла в тройку стран, показавших работу квантовых процессоров на основе кудитов. Это новый подход к масштабированию квантовых вычислителей, при котором увеличение квантового объема (количества кубитов) ионных квантовых процессоров возможно без увеличения числа ионов.

Корпорация ведет исследования по перспективным технологическим платформам (магноны, поляритоны, гетероструктуры).

Учитывая, что в мировой науке до сих пор не определена лидирующая платформа квантовых вычислений, российские команды ведут параллельные исследования по развитию нескольких платформ, что соответствует мировой технологической практике. В будущем либо определится платформа-лидер, либо разные вычислительные задачи потребуют различных технических решений. Поэтому опора в «квантовой» дорожной карте сразу на несколько технологических кластеров создает равные конкурентоспособные условия, и в различных сценариях Россия будет обладать достаточным базисом для успешной работы.

В рамках работы по дорожной карте удалось добиться результатов в сегменте разработки специализированного квантового ПО: соответствующие отечественные технологии уже сейчас приближаются к мировому уровню.

С целью практического применения разработок с крупными российскими индустриальными компаниями, банками и корпорациями запускаются совместные проекты по поиску вариантов решения отраслевых задач с помощью квантовых алгоритмов.

Кроме исследований и разработок в части программно-аппаратных комплексов, Росатом выполняет комплекс задач по формированию новой комплексной индустрии квантовых вычислений в стране, целостной самодостаточной экосистемы. Для этого реализуется комплекс мероприятий по развитию кадрового потенциала и созданию образовательных программ. Образовательные мероприятия, проводимые в рамках дорожной карты, охватили аудиторию более 5 млн человек - это школьники и студенты, которые в будущем пополнят ряды наших ученых, а также педагоги.

Ведется работа по проведению информационно-просветительской кампании для привлечения экспертов, созданию стартапов, взаимодействию с технологическими и финансовыми партнерами, вовлечение которых в развитие российской программы квантовых вычислений станет значимым фактором существенного ускорения темпов развития технологии.

**Планы дальнейшего развития «квантовой» дорожной карты**

Задачи, которые Россия решает в текущей дорожной карте (до 2024 года) – создание научных заделов и разработка «железа» и ПО – это только первый шаг на пути к индустрии квантовых технологий. Мы набрали необходимый темп и понимаем, что делать дальше.

В дорожной карте до 2030 года акцент будет сделан на формировании комплексного подхода к развитию технологий – создание производственной базы, разработка рыночных продуктов и, что самое важное, развитие научных и инженерных кадров. Будут запущены специализированные образовательные программы для школьников и интегрированы в систему дополнительного профессионального образования. В планах - создание Квантового университета. Основная задача – дать молодому поколению возможность реализовывать свои таланты и сделать профессию ученого и инженера самой популярной в стране.

Отдельным направлением станет импортозамещение высокотехнологичного оборудования. Росатом уже запустил ряд проектов по разработке специализированной электронно-компонентной базы и планирует заняться более сложными установками в широкой кооперации с рынком.