



УНИВЕРСИАДА ПО ИННОВАТИКЕ. Заключительный этап (очный).

КЕЙС «КВАНТОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ВЫЧИСЛЕНИЯ НОВОГО УРОВНЯ»

Существует предположение, что современные технологии, лежащие в основе вычислений и связи в скором времени смогут обеспечить основу для построения мира, в котором все устройства воспринимают происходящее вокруг, взаимодействуют между собой и обладают интеллектом.

Мощности современных вычислений и потребности в них постоянно растут, международные корпорации и крупнейшие образовательные учреждения создают свои суперкомпьютеры, но и их уже недостаточно для противостояния вызовам завтрашнего дня и развития новых технологий.

В рамках исследования компании Inspur и International Data Corporation «Отчет о глобальной вычислительной мощности 2020 года» был проанализирован уровень вычислительных мощностей на основе четырех критериев (вычислительная мощность, эффективность вычислений, уровень распространения интеллектуальных вычислений и уровень развития инфраструктуры с использованием интеллектуальных вычислений) в 10 странах мира – Китае, США, Японии, Германии, Великобритании, Франции, Австралии, Бразилии, России и Южной Африке. В тройку лидеров вошли США (75 баллов), Китай (66 баллов) и Япония (55 баллов). Была выявлена тесная связь вычислительных мощностей с экономическим ростом. По их расчётам, при увеличении вычислительной мощности на 1 процентный пункт цифровая экономика и ВВП увеличатся на 3,3% и 1,8% соответственно [1]. Поэтому развитие вычислительных мощностей более, чем актуально.

Сегодня самым мощным в мире суперкомпьютером, по данным рейтинга TOP500, считается японская машина Фугаку мощностью 442 петафлопс. В России свои суперкомпьютеры уже имеют МГУ им. М.В. Ломоносова, компании «Яндекс» и «Сбер», всего их 5 в списке. Самым мощным отечественным суперкомпьютером считается машина Яндекса «Червоненкинс», занимающая 19-ое место в мире по мощности – 21,53 петафлопса. Но хватит ли этого для решения задач будущего[2]?

Именно из-за постоянно возрастающих требований к вычислительным мощностям появились квантовые компьютеры, способные обрабатывать информацию примерно в 100 трлн раз быстрее обычного компьютера. Такая скорость пригодится для обработки больших данных и моделирования нейросетей. По сравнению с современными суперкомпьютерами это станет намного проще[3].

Что же такое квантовый компьютер? Это класс вычислительных устройств, которые используют для обработки информации квантовые явления, такие как суперпозиция и запутанность. Элементарными информационными единицами при работе квантового компьютера являются кубиты– квантовые «аналоги» классических битов информации. Благодаря явлению квантовой суперпозиции кубиты могут быть и логическим нулем «0», и логической единицей «1»

одновременно (в отличие от классических битов, которые могут быть лишь в одном из этих состояний). За счет такого «квантового параллелизма» в определенных классах математических задач квантовые компьютеры могут продемонстрировать существенное превосходство над классическими технологиями[4].

В этом и заключается параллельность квантовых вычислений с кубитами. Все случается сразу – уже не нужно перебирать все возможные варианты состояний системы, это именно то, чем занимается обычный компьютер, проводящий операции последовательно. Поиск по большим базам данных, составление оптимального маршрута, разработка новых лекарств – лишь несколько примеров задач, решение которых способны ускорить во множество раз квантовые алгоритмы. Это те задачи, где для поиска правильного ответа нужно перебрать огромное количество вариантов. Для описания точного состояния системы теперь не нужны огромные вычислительные мощности и объемы оперативной памяти, ведь для расчета системы из 100 частиц достаточно 100 кубитов, а не триллионов триллионов бит [5].

По всему миру учёные и лаборатории стали заниматься экспериментальными исследованиями кубитов и возможностями создания из них квантового компьютера. Для этого было необходимо найти подходящую физическую систему с двумя квантовыми уровнями, которые можно использовать в качестве базовых состояний кубита – нуля и единицы. Изначально предлагалось использовать для этих целей закрученные в разные стороны фотоны, но первыми экспериментально созданными кубитами стали в 1995 году захваченные в специальные ловушки ионы. За ними последовали многие другие физические реализации: ядра атомов, электроны, фотоны, дефекты в кристаллах, сверхпроводящие цепи – все они отвечали поставленным требованиям. Началась гонка в создании квантовых компьютеров.

Считается, что первый двухкубитный квантовый компьютер появился в 1998 году и работал на так называемом явлении «ядерного магнитного резонанса». Компьютер использовался в Оксфордском университете, в исследовательском центре IBM и Калифорнийским университетом в Беркли вместе с сотрудниками из Стэнфордского университета и Массачусетского технологического института [6].

Сегодня уже доступны в режиме онлайн 16-кубитные квантовые компьютеры, например, платформа IBM Cloud, на которой уже были проведены 300 тыс. квантовых экспериментов [4].

В 2017 году российские и американские ученые из Гарвардского университета, работающие в группе Михаила Лукина, создали квантовый компьютер из 51 кубита, считавшийся самым мощным на тот момент [7]. Квантовые баталии продолжились.

В 2019 году американская компания Google сообщила, что ее инженерам удалось создать самый мощный в мире квантовый компьютер Sycamore, который значительно превосходит по возможностям самые современные суперкомпьютеры – 53 кубита [8]. Однако компания IBM отнеслась к этому скептически.

Несколько позже в октябре 2021 года китайские ученые показали свой квантовый компьютер Jiuzhang 2 мощностью 113 кубитов, а в ноябре этого года компания IBM представила на данный момент самый мощный в мире квантовый компьютер Eagle мощностью 127 кубитов и планирует выпустить в 2022 году процессоры Osprey с 433 кубитами и Condor с 1 121 кубитом, что позволит достигнуть так называемого «квантового преимущества» – точки, в которой квантовые компьютеры смогут превзойти классические компьютеры [9].

Квантовая революция продолжается! Ставятся всё более амбициозные задачи. Мир движется к росту вычислительных мощностей, которые должны стать доступными каждому и изменить наш мир. Смогут ли квантовые компьютеры вытеснить традиционные вычислительные машины?

Источники:

1. Деловой журнал «Инвест-Форсайт», 18 февраля 2021 URL: <https://www.if24.ru/u-kakih-stran-samyie-bolshie-vychislitelnye-moshhnosti/>
2. Официальный сайт проекта Top500 list, ноябрь 2021 URL: <https://www.top500.org/lists/top500/list/2021/11/>
3. Новостной портал о криптовалютах и блокчейне BeInCrypto, «Что такое квантовый компьютер и как машина стала угрозой для криптовалют до 2024 года», 12 декабря 2020 URL: <https://beincrypto.ru/chto-takoe-kvantovyj-kompyuter-i-kak-mashina-stala-ugrozoj-dlya-kriptovalyut/>

4. Проектный офис ФИПС, Патентный ландшафт «Квантовые технологии», 2021 URL: <https://patent-analytics.fips.ru/>
5. Интернет-издание «Теории и практики», «Просто о сложном: что такое квантовый компьютер и зачем он нужен», URL: <https://beincrypto.ru/chto-takoe-kvantovyy-kompyuter-i-kak-mashina-stala-ugrozoj-dlya-kriptovalyut/>
6. Сетевое издание «РБК», «Миллион задач в секунду: как работают квантовые компьютеры», 1 сентября 2021 URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/611256109a79470c8b396fbf>
7. ИД «Коммерсантъ», «51-кубитный квантовый компьютер Михаила Лукина бьет все рекорды», 28 июля 2017 URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3368646>
8. Научно-популярное развлекательное издание N+1, «IBM раскритиковала квантовое превосходство Google», 22 октября 2019 URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3368646>
9. Специализированный российский информационно-аналитический сайт iXBT.com, «Представлен мощнейший квантовый процессор IBM Eagle», 15 ноября 2021 URL: https://www.ixbt.com/news/2021/11/15/predstavlen-moshnejshij-kvantovyyj-processor-ibm-eagle-.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop

Задание:

- 1. Проведите анализ тенденций развития квантовых компьютеров и выделите его перспективы. Обоснуйте ответ.**
- 2. Определите основные сферы применения квантовых компьютеров. Смогут ли они вытеснить традиционные компьютеры?**
- 3. Оцените преимущества и недостатки применения квантовых компьютеров с точки зрения экономического, социального и экологического аспектов. Насколько безопасно их использование?**
- 4. Сделайте обобщённый вывод по актуальности развития и внедрения квантовых компьютеров в жизнедеятельность человека.**

Требования к решению кейса

Решение кейса должно быть представлено в виде двух файлов:

- 1) презентация (формат .pdf или .pptx) с основными положениями решения и выводами (не более 15 слайдов);
- 2) текстовый файл (формат .pdf или .docx) с дополнительной информацией (не более 1 страницы формата А4 12 шрифтом): расчеты, аналитические данные, ссылки на источники информации.

В презентации и текстовом файле должны содержаться разные материалы. Файлы с решением кейса должны быть отправлены в срок до 13 апреля 2022 года 23:59 мск. по следующему электронному адресу: **olympicmsu@mail.ru**. Позднее решения кейса приниматься не будут. Защита презентации пройдет очно и в формате видеоконференции (при необходимости) **14 апреля 2022.**

Основные критерии оценки

При выставлении оценок за решение кейса будут использоваться следующие критерии:

- Качество проведенного анализа и аргументированность сделанных выводов.
- Логика и структура изложения.
- Качество оформления презентации.
- Нестандартность мышления при выработке решения.
- Учет современных экономических особенностей и условий.