

# Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков

Дополнение к части IV. Квантовые вычисления

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается дополнение к четвертой части [1] обзора систем высокопроизводительных вычислений (ВВП) или *High-Performance Computing (HPC)*: к одиннадцати разделам добавляется следующий (здесь и далее продолжается нумерация разделов и иллюстраций, принятая в [1]): Прогноз мирового рынка квантовых вычислений.

По всей видимости, это первый основанный на систематических рыночных исследованиях прогноз мирового рынка *Quantum Computing* – квантовых вычислений (КВ).

Прогноз подготовлен в сотрудничестве с двумя организациями:

- американской аналитической компанией **Hyperion Research** (<https://hyperionresearch.com>); её штаб-квартира находится в гор. Сент-Пол (шт. Миннесота, США);
- консорциумом по квантовому экономическому развитию – *Quantum Economic Development Consortium (QED-C)*, офис которого расположен в гор. Арлингтон (шт. Вирджиния, США); сайт консорциума – <https://quantumconsortium.org>.

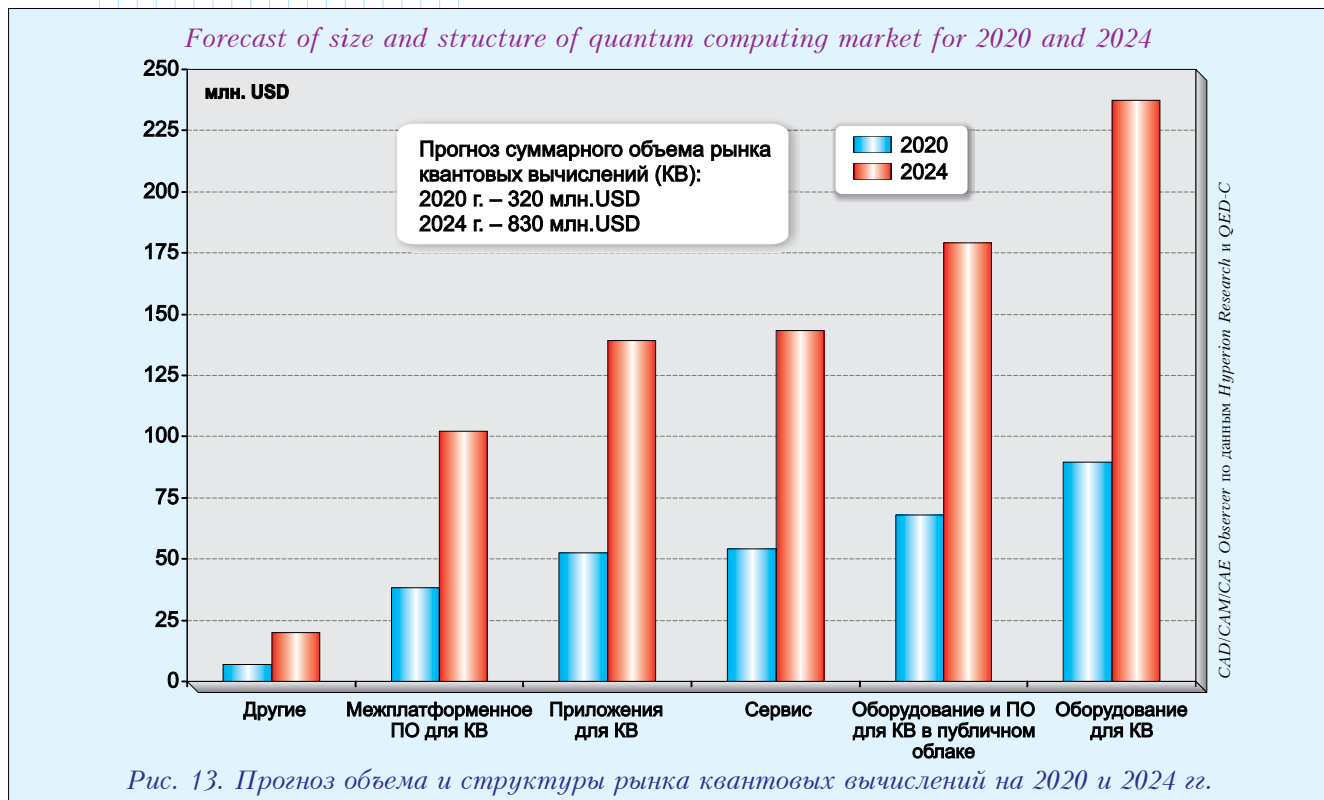
Целью Консорциума является создание и обеспечение роста КВ-индустрии в США. Консорциум был создан

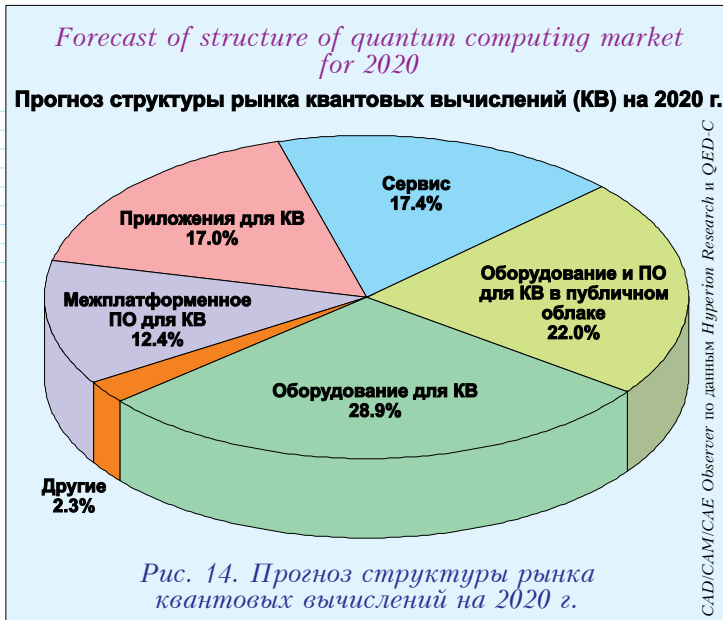
при поддержке Национального института стандартов и технологий США (*National Institute of Standards and Technology, NIST*) для реализации федеральной стратегии развития квантовой информатики (*Federal strategy for advancing quantum information science*), на базе принятого в декабре 2018 года Сенатом США закона под названием *National Quantum Initiative Act*.

## 12. Прогноз мирового рынка квантовых вычислений

Прогноз базируется на данных опроса, в котором участвовали 135 исследователей, разработчиков и поставщиков КВ-технологий из научно-образовательной сферы, коммерческих и государственных организаций США. Были также опрошены 115 пользователей, уже применяющих КВ-технологии или планирующих применять их в будущем, которые базируются в Северной Америке, Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе. Анализировались ожидаемые результаты, планы и бюджеты для обеспечения уже достигнутых и планируемых объемов квантовых вычислений.

По оценкам аналитиков из *QED-C* и *Hyperion Research* (рис. 13), объем мирового рынка КВ в 2020 году





достигнет 320 млн. долларов. В период с 2020 по 2024 гг. среднегодовые темпы роста мирового рынка КВ составят +27%. Таким образом, ожидается, что к 2024 году объем рынка достигнет величины 830 млн. долларов.

Структура рынка КВ, как её видят QED-C и Hyperion Research, выглядит так (рис. 13, 14):

- оборудование для КВ (*Hardware*);
- оборудование и программное обеспечение для КВ в публичном облаке (*Hardware/Software Cloud Access*);
- сервис (*Professional Support and Services*);
- программные приложения для КВ (*Software Applications*);
- межплатформенное связующее ПО для КВ (*Software (Middleware)*).

Как видно из представленных диаграмм, чуть более половины (50.9%) доходов составляет выручка от продажи оборудования для квантовых вычислений, а также оборудования и ПО для квантовых вычислений в публичном облаке. Далее по ранжиру следует доход от обеспечения профессиональной поддержки и сервисов в сфере КВ (17.4%), выручка от программных приложений для КВ (17%) и от межплатформенного ПО (12.4%).

Драйверами развития квантовых вычислений будут выступать три основных направления:

- оптимизация (*Optimization*);
- моделирование физических процессов (*Physical Simulation*);
- машинное обучение (*Machine Learning*).

Рыночные доли каждого из этих направлений почти равны.

Тройка лидирующих секторов, использующих сегодня квантовые вычисления, включает в себя:

- собственно отрасль квантовых вычислений;
- правительственные лаборатории;
- оборонную промышленность.

Далее за ними следуют коммерческие пользователи, работающие в фармацевтической, химической, биотехнологической и финансовой отраслях.

В ближайшие годы наиболее широкое применение найдут квантовые компьютеры, использующие технологию шумового кванта промежуточного масштаба (*Noisy Intermediate Scale Quantum, NISQ*). Далее следуют вычислительные системы на базе квантовой нормализации или так называемого квантового отжига (*Quantum Annealer*) и цифровые симуляторы (*Digital Simulator*). Рыночная доля универсальных систем вычислений на базе квантовых логических вентилей (*Quantum Logic Gate*) с исправлением ошибок составит только 12%.

Как считает **Bob Sorensen**, аналитик компании *Hyperion Research* по квантовым вычислениям, ключевым фактором коммерческого успеха отрасли КВ является способность вендоров сформулировать упрощенные требования к интеграции КВ-технологий с *HPC*-системами и корпоративной ИТ-инфраструктурой, имеющей гораздо более развитую сеть пользователей.

## Резюме

Чтобы составить более полное представление о находящемся в стадии становления рынке квантовых вычислений, мы будем отслеживать достижения в этой сфере, обращая внимание на следующие источники информации:

- пресс-релизы компаний, уже создавших прототипы квантовых компьютеров (см. список на сайте [en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_quantum\\_processors](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_quantum_processors) – *IBM, Google, Intel, D-Wave*). Отметим, что компания *IBM* недавно опубликовала свою дорожную карту по достижению рубежа в один миллион кубитов ([www.ibm.com/blogs/research/2020/09/ibm-quantum-roadmap](https://www.ibm.com/blogs/research/2020/09/ibm-quantum-roadmap));
- сообщения об освоении инвестиций в технологии квантовых вычислений в Европейском Союзе и Великобритании, а также в Китае;
- сообщения о выполнении задач, сформулированных в документе “Дорожная карта “сквозной” цифровой технологии “Квантовые технологии”, который был разработан Государственной корпорацией по атомной энергии “Росатом” и утвержден в начале августа 2020 года Правительственной комиссией РФ по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности. 📄

### Об авторе:

**Павлов Сергей Иванович** – *Dr. Phys.*, ведущий научный сотрудник Института численного моделирования Латвийского университета ([Sergejs.Pavlovs@lu.lv](mailto:Sergejs.Pavlovs@lu.lv)), автор аналитического *PLM*-журнала “*CAD/CAM/CAE Observer*” ([sergey@cadcamcae.lv](mailto:sergey@cadcamcae.lv)).

### Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. *HPC*-серверы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №6, с. 66–76.