



## НАУЧНЫЙ СЕМИНАР ИНСТИТУТА СПЕКТРОСКОПИИ РАН

### Заменят ли квантовые компьютеры классические и есть ли альтернатива параллельным вычислениям?



#### **Виктор Николаевич Задков**

*Д.ф.-м.н., профессор,  
директор институт спектроскопии РАН*

Современные технологии нанoeлектроники позволяют массово производить чипы с разрешением порядка нескольких нанометров, а в лабораториях — с атомным разрешением. При таких темпах элементарные логические вентили, из которых состоят эти микросхемы, скоро будут состоять из сотен или даже десятков атомов (в пределе — из отдельных атомов), так что эти устройства больше не будут подчиняться законам классической физики, и их квантовая природа начнет играть существенную роль.

Такие устройства квантовой логики можно использовать для создания квантового компьютера. В докладе освещены основные направления развития современной области квантовых симуляторов и компьютеров, кратко рассмотрено состояние дел в разработке прототипов. Даны ответы на вопросы о том каковы преимущества квантовых компьютеров перед классическими и заменят ли квантовые компьютеры классические.

В заключение, предлагается альтернативная парадигма создания цифровой элементной базы и технологий для производства с ее использованием чипов на базе т.н. сверхпроводниковой быстрой одноквантовой логики (RSFQ) — когда роль бита классической информации играет флукс электронов, проскакивающий через узкую щель сверхпроводящего металлического колечка. Работоспособность цифровых чипов, построенных по такой технологии, была продемонстрирована еще в 1983-1985 гг. когда в СССР по предложению Лихарева и Кошельца был запущен первый в СССР мегагрант для реализации этого проекта. Он был успешно выполнен и были продемонстрированы и реализованы в чипах все основные принципы работы RSFQ-логики и устройств на ее основе. Уже в 2010 гг. RSFQ чипы имели тактовую частоту вплоть до 1 ТГц, а потребление энергии составляло лишь доли рJ. Сами устройства нашли широкое применение в мире. В то же время был разработан проект персонального терафлопного суперкомпьютера на основе RSFQ-чипов стоимостью в 100 тыс. долларов США и потребляемой мощностью в 1 kW! При этом технологии производства таких чипов не требуют нанометрового разрешения, а сам компьютер — отдельной электростанции для его функционирования и огромного комплекса охлаждения для утилизации рассеянной энергии.

Такие технологии вполне могли бы стать основой современных суперкомпьютеров, отличных по своей парадигме, элементной базе и программному обеспечению от тех, что активно продвигаются сейчас по всему миру. Их потенциал выше и по скорости работы, и по потреблению на несколько порядков. При этом, сами компьютеры остаются линейными (т.е. не используют параллелизм). Последнее особенно важно, поскольку большинство задач для численных расчетов не могут быть распараллелены.

**Доклад состоится 7 ноября 2024 г. в 11:00 (по московскому времени)  
в конференц-зале ИСАН**