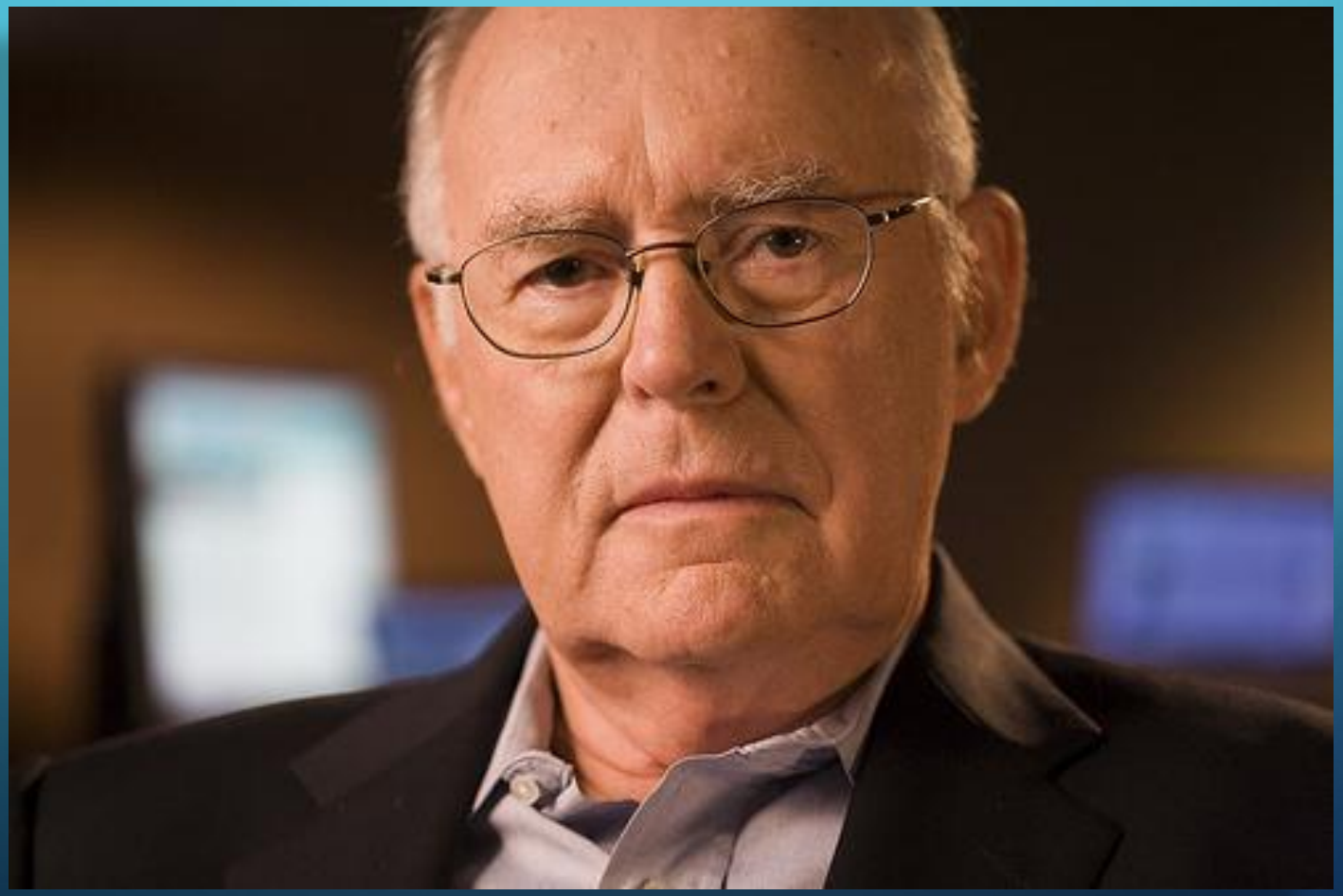
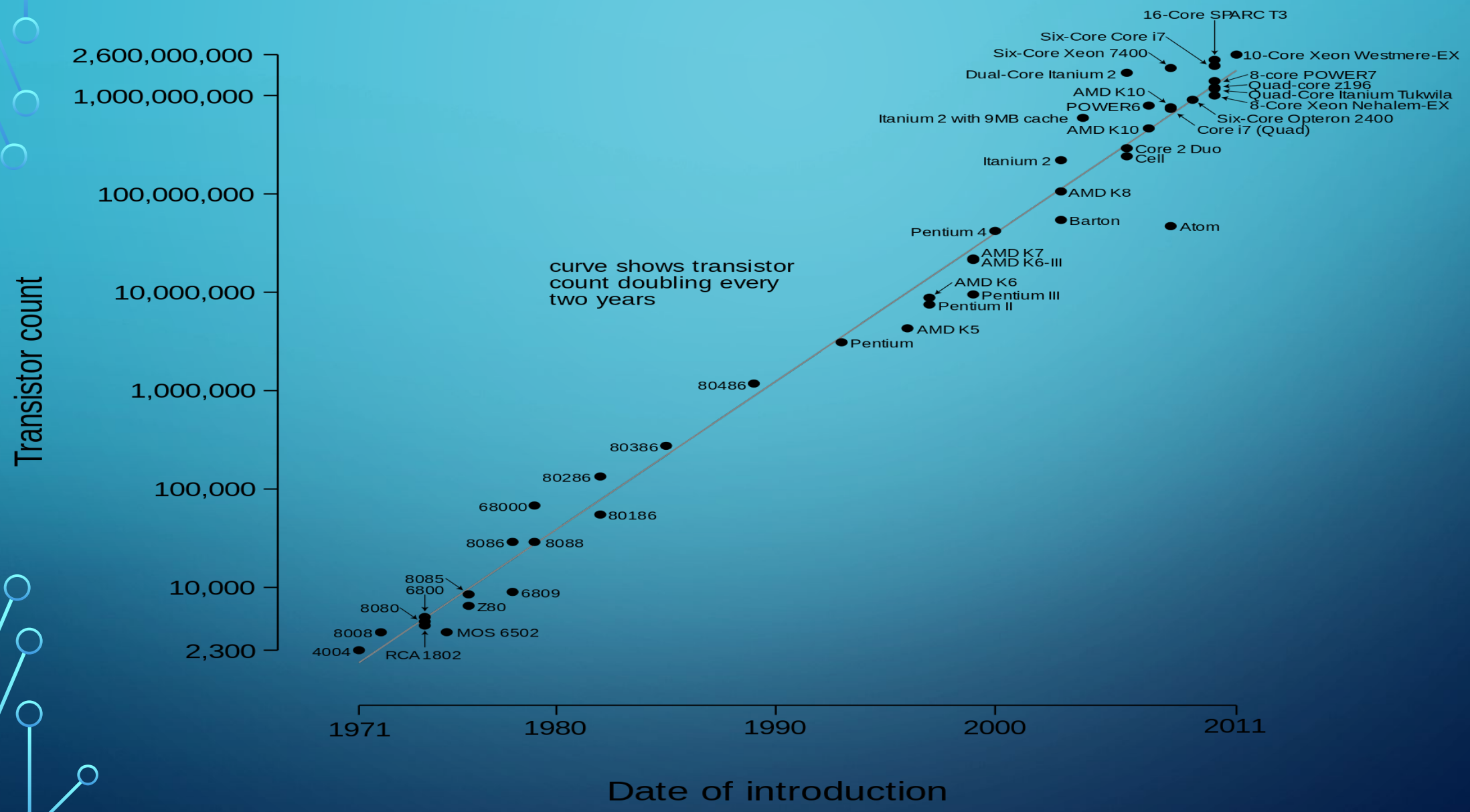
ЗАКОН МУРА

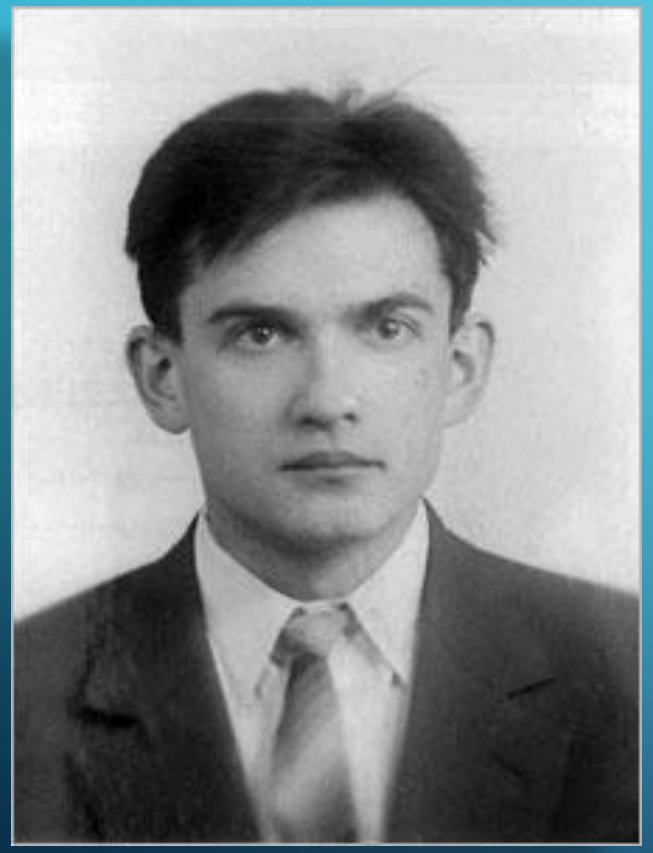


Гордон Мур, основатель корпорации Intel

Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ



Юрий Манин

Ричард Фейнман

Дэвид Дойч

ХРОНОЛОГИЯ

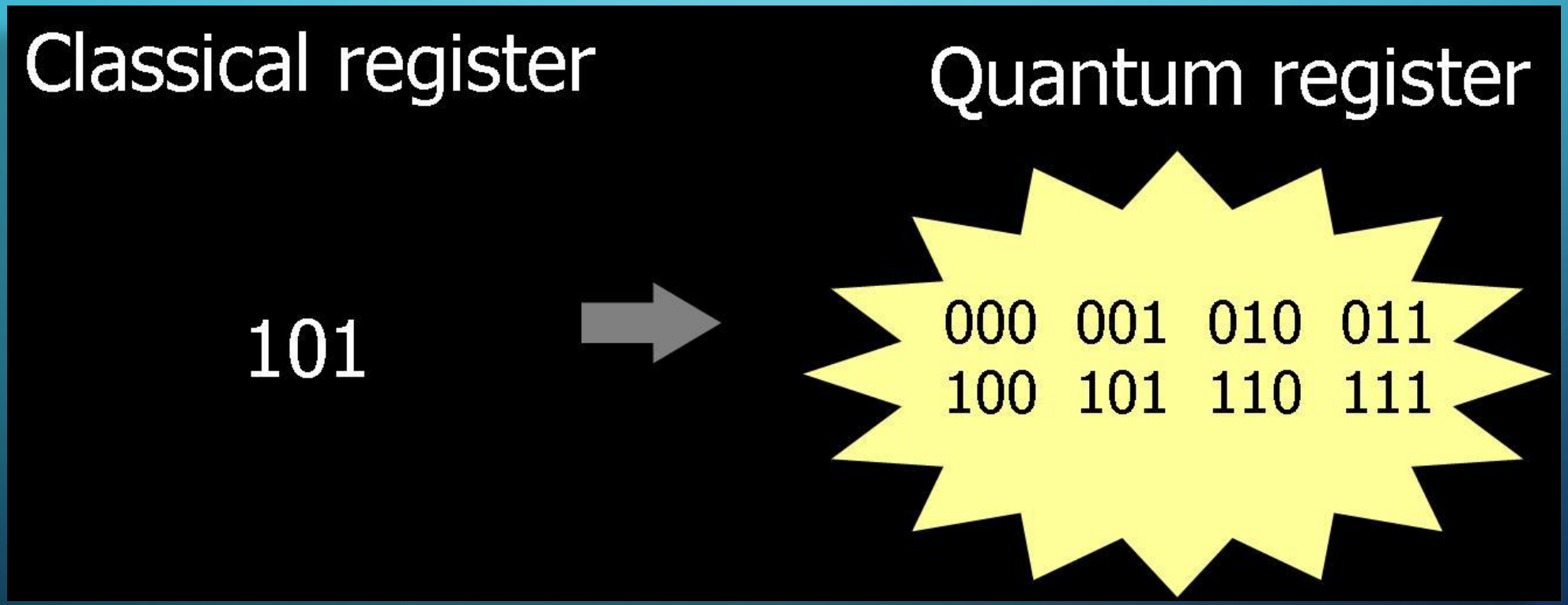
- **1980** – советский математик Ю. Манин высказал в монографии “Вычислимое и невычислимое” идею квантовых вычислений;
- **1982** – американский физик-теоретик Р. Фейнман обосновал целесообразность применения квантовых вычислений;
- **1985** – британский физик-теоретик Д. Дойч предложил конкретную математическую модель квантового компьютера;
- **1994** – американский математик П. Шор предложил квантовый алгоритм факторизации;

- **1998** – исследователям из Массачусетского ТИ удалось впервые распределить один кубит между тремя ядерными спинами. Создан первый прототип квантового компьютера;
- **2001** – демонстрация выполнения алгоритма Шора специалистами IBM и Стэндфордского университета на 7-кубитном квантовом вычислителе;
- **2005** – в институте квантовой оптики и квантовой информации при Инсбрукском университете впервые удалось получить кубайт (8 кубит).

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

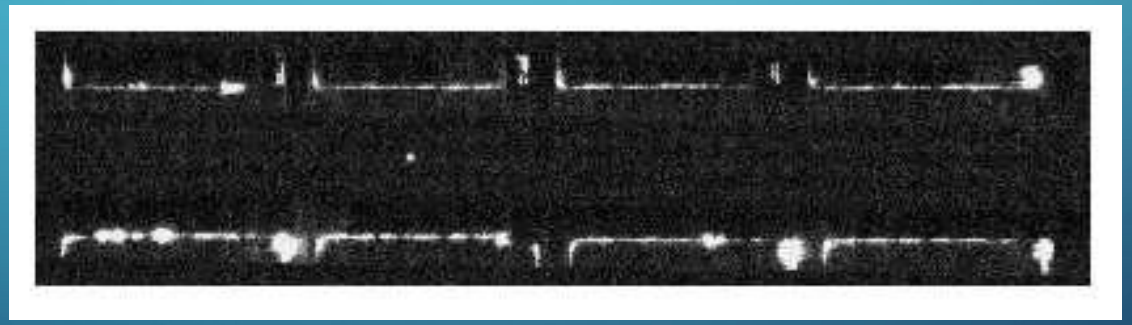
В качестве кубитов могут быть использованы:

- ионы или атомы
- сверхпроводниковые структуры с переходами Джозефсона
- отдельные электроны и ядра
- квантовые точки на сверхпроводниковых структурах
- определённые состояния квантового электромагнитного поля


Classical register
Quantum register
101
000 001 010 011
100 101 110 111

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР НА ИОНАХ В ЛОВУШКАХ

В качестве кубитов используются ионы, удерживаемые в электрическом поле в условиях лазерного охлаждения их до микрокельвиновых температур.



КВАНТОВЫЙ ЯМР-КОМПЬЮТЕР НА ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

В качестве кубитов используются спины ядер атомов, принадлежащих молекулам органических жидкостей. Для индивидуального обращения к кубитам используется ядерный магнитный резонанс.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ КВАНТОВЫЙ ЯМР-КОМПЬЮТЕР С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ОБРАЩЕНИЕМ К КУБИТАМ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Преимущества:

- Учитывая достижения современной нанотехнологии, в этом варианте можно создать систему из многих тысяч кубитов;
- Позволяет решить проблему экспоненциального уменьшения сигнала с ростом числа кубитов.

Ограничения:

- Наличие управляющих затворов, шумовое напряжение на которых является существенным источником декогерентизации.

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР НА КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ОРБИТАЛЬНЫМИ И СПИНОВЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

Преимущества:

- Способны работать при более высоких температурах;
- Имеют значительно более высокие тактовую частоту и величину измеряемого сигнала;
- Современная нанотехнология позволяет создавать квантовые структуры с практически неограниченным числом кубитов.

Ограничения:

- Относительно быстрая декогерентизация квантовых состояний.

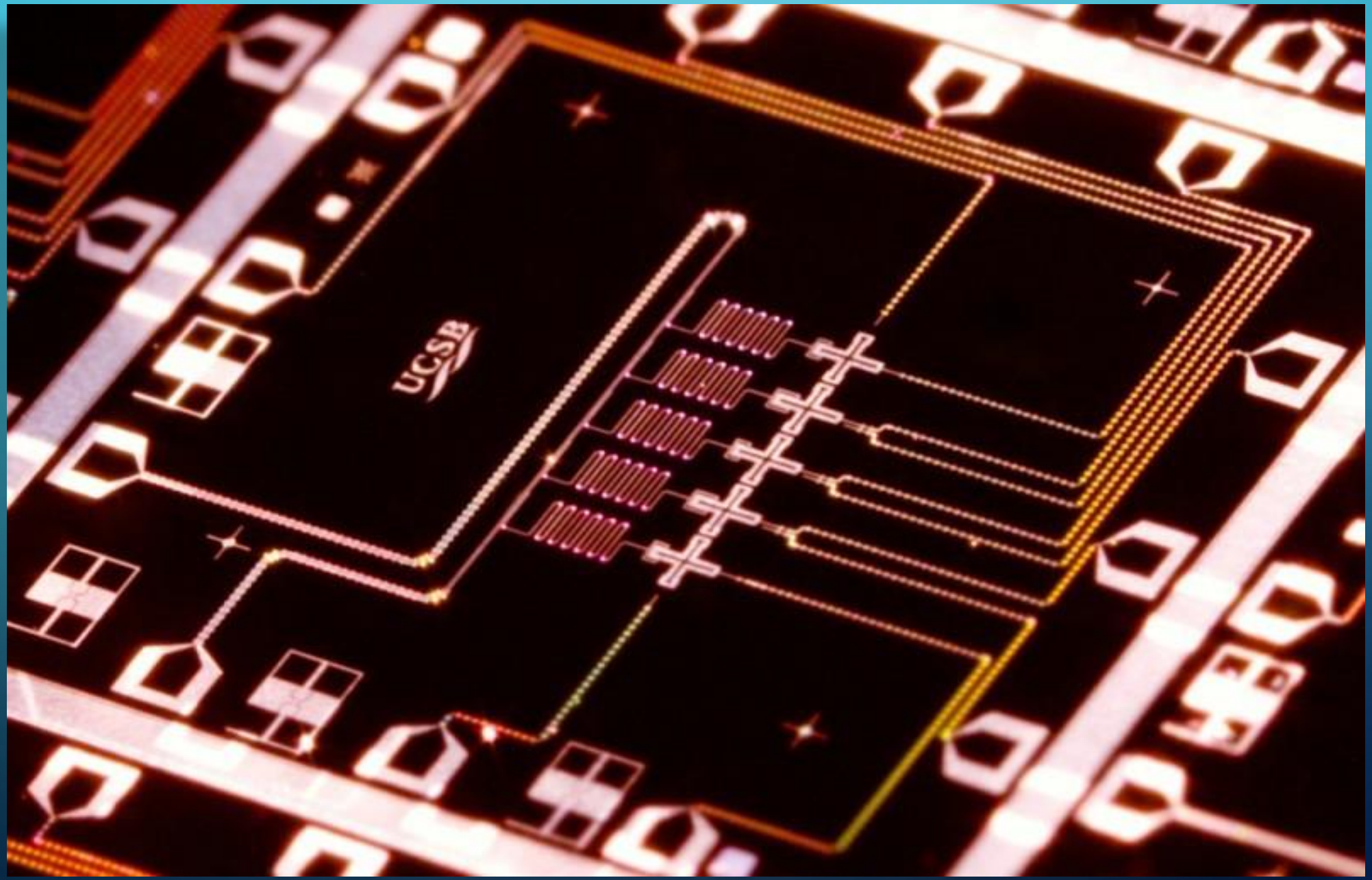
КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР НА ПЕРЕХОДАХ ДЖОЗЕФСОНА

Преимущества:

- Возможность реализации квантового вычислителя на одном кристалле. Для управления кубитами не требуются громоздкие лазерные или ЯМР-установки.

Ограничения:

- Сложная технология производства.


UCSB

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

- Криптография
- Моделирование биологических систем
- Теоретическая физика и математика
- Новые методы связи (квантовая телепортация)