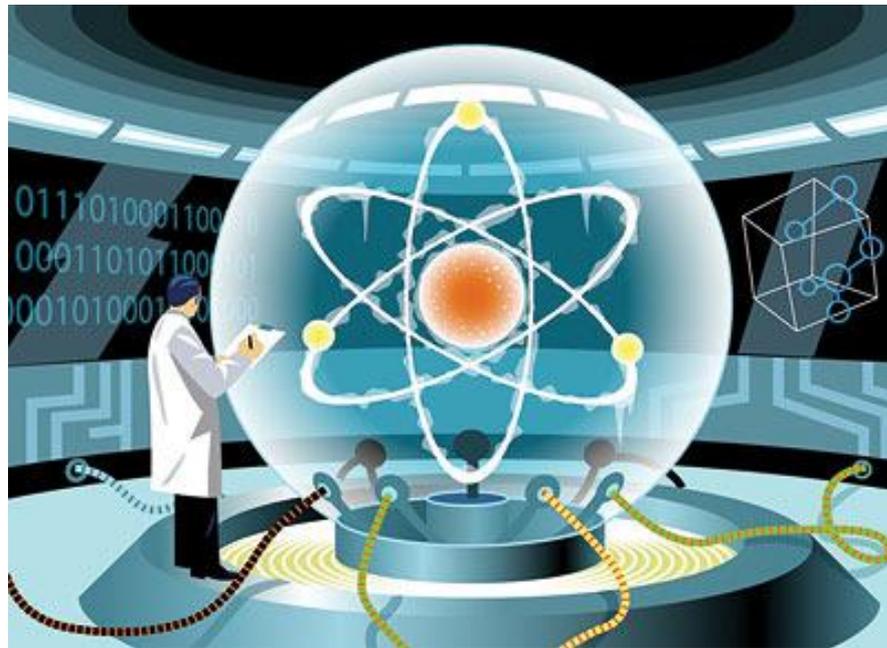


# Технологии нового поколения. Квантовый компьютер.

Кирилл Лахманский



# План.

- Компьютер
- Транзистор
- Информация
- Закон Мура
- Кубит
- Применение кубитов
- О себе
- «Мои» кубиты
- Первые шаги



**Компьютер**

**Квантовый  
Компьютер**

# Компьютер.

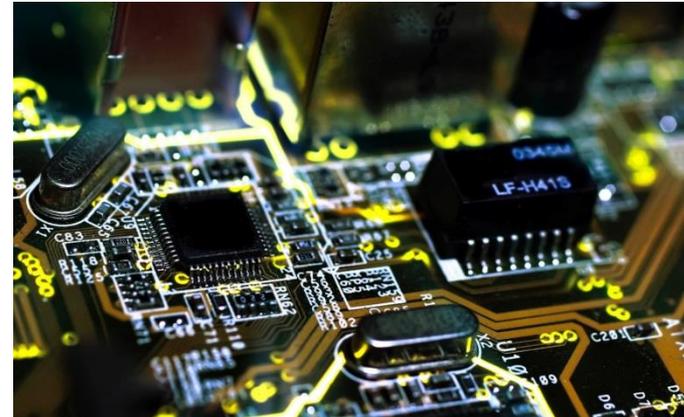


# Компьютер.

Системный блок



Плата



Процессор

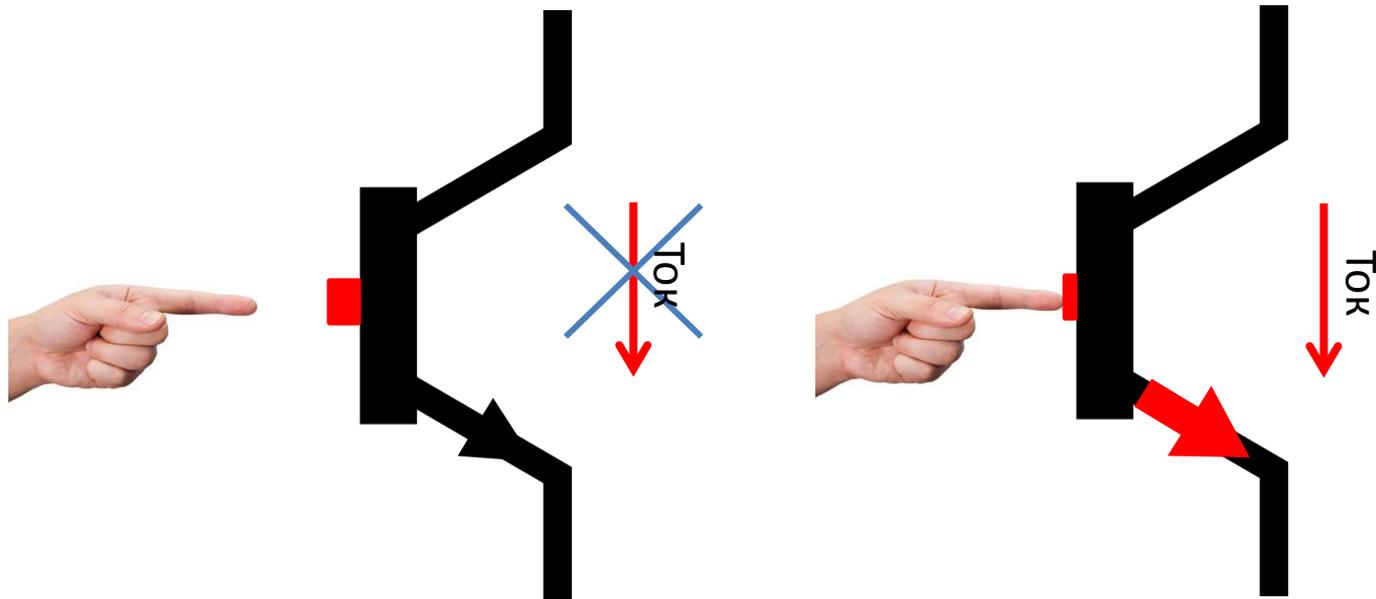


Транзистор



# Транзистор.

Транзистор



Простейший процессор обработки данных (информации)

Информация.



Бит.

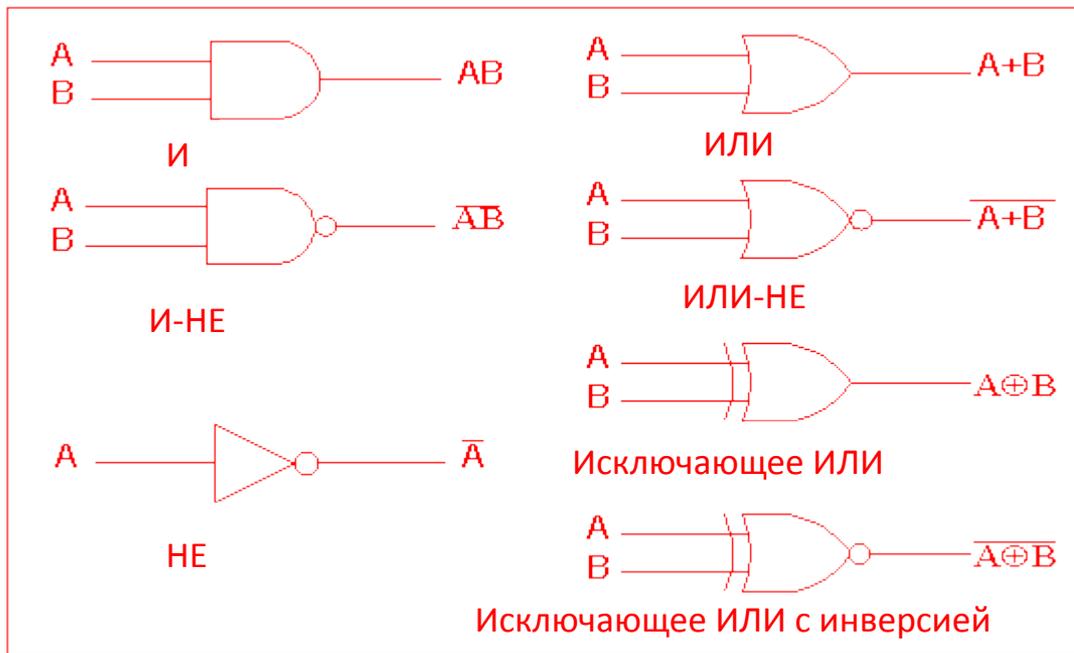
**Бит**- единица измерения информации  
в двоичной системе счисления.



# Информация.

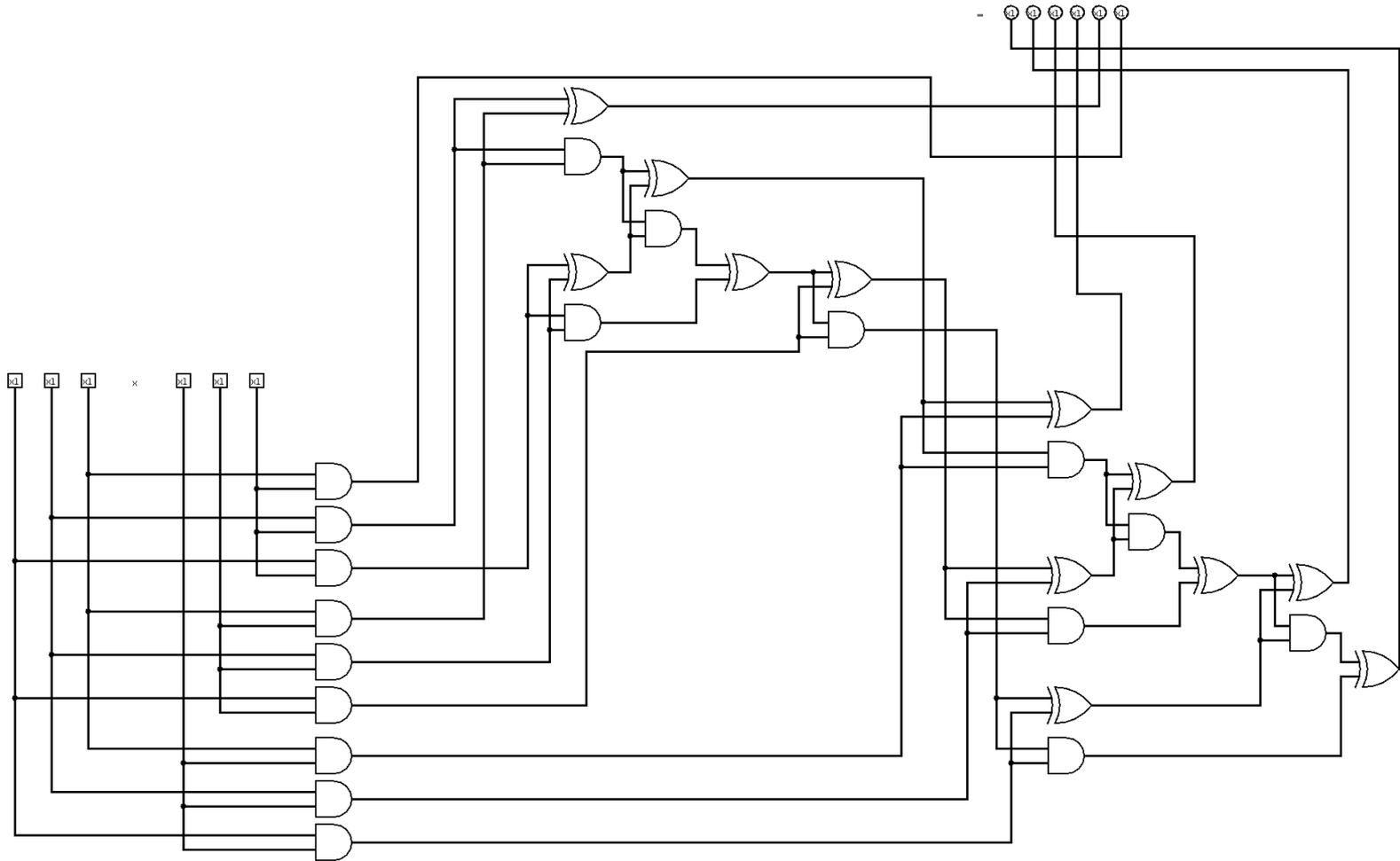
0	1	1	0
1	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0

# Информация. Логические вентели.



A	B	AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

# Информация. Логические вентели.



# Информация. Логические вентели.

$$1+0$$



$$1*1$$



$$0*0$$



# Информация. Логические вентели.



# Информация. Логические вентели.



Нужно больше первоклашек, чтобы ВСЕ посчитать.

# Вопрос.

## Что такое полупроводник?

- А) Полупроводник — это материал, который ночью проводит ток, а днем не проводит ток (не знаю)
- Б)** Полупроводник — это кристаллический материал, который проводит электричество не столь хорошо, как металлы, но и не столь плохо, как большинство изоляторов
- В) Полупроводник — это пластина, на поверхности и/или в объёме которой сформированы электропроводящие цепи электронной схемы.
- Г) Полупроводник — материал, электрическое сопротивление которого при понижении температуры до некоторой величины понижается до нуля Ом.

# Транзистор.

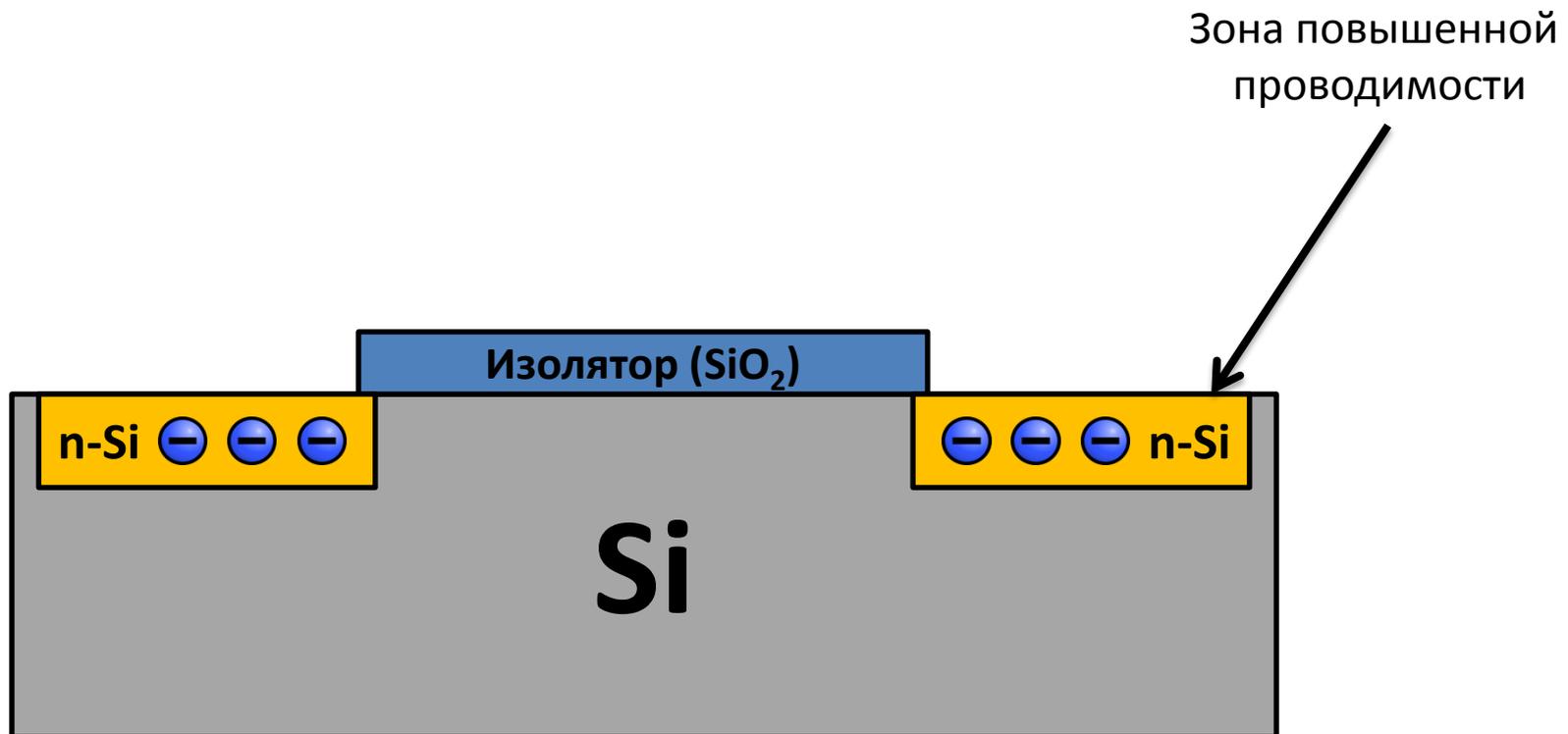


**Si**

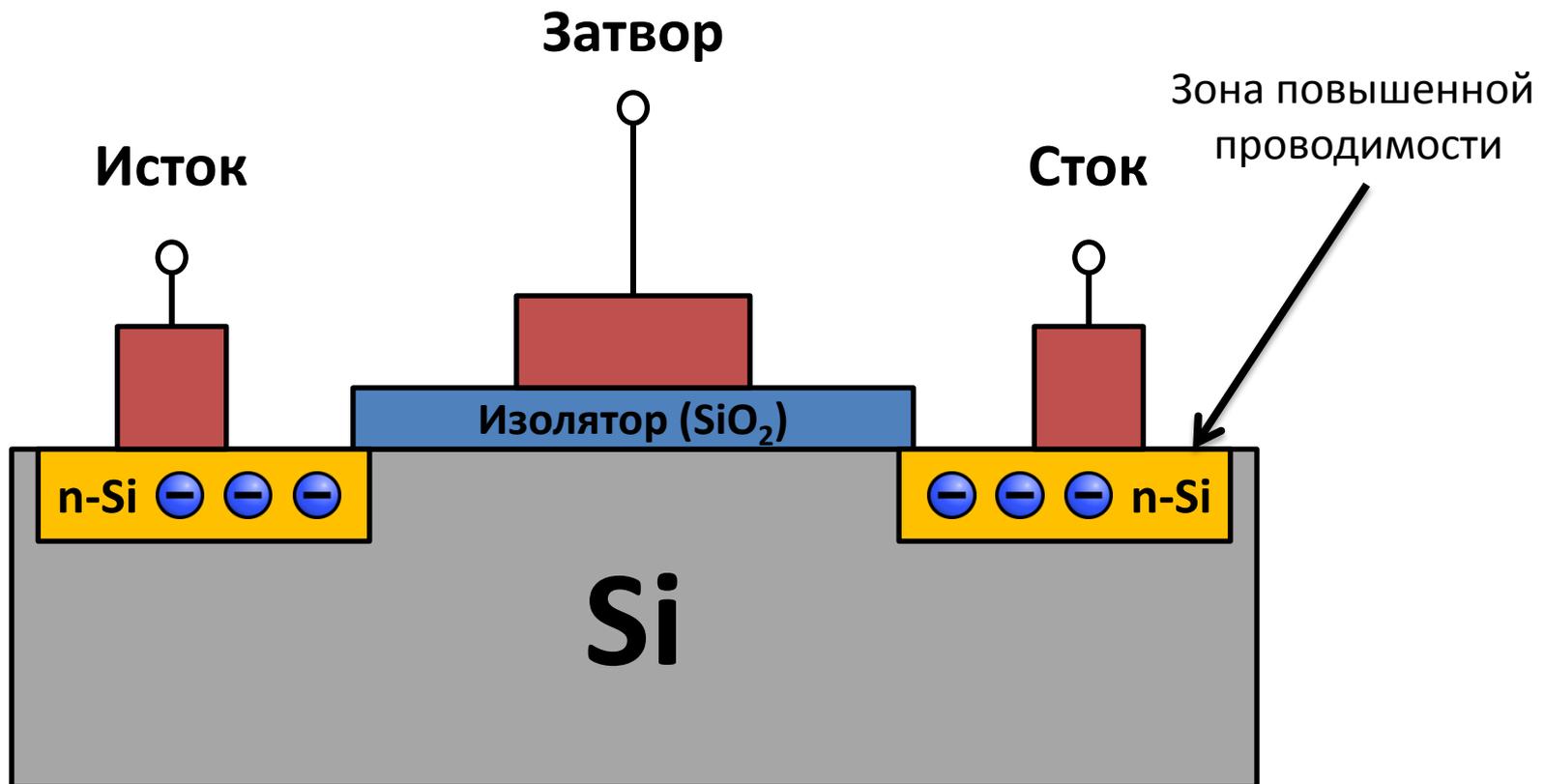
# Транзистор.



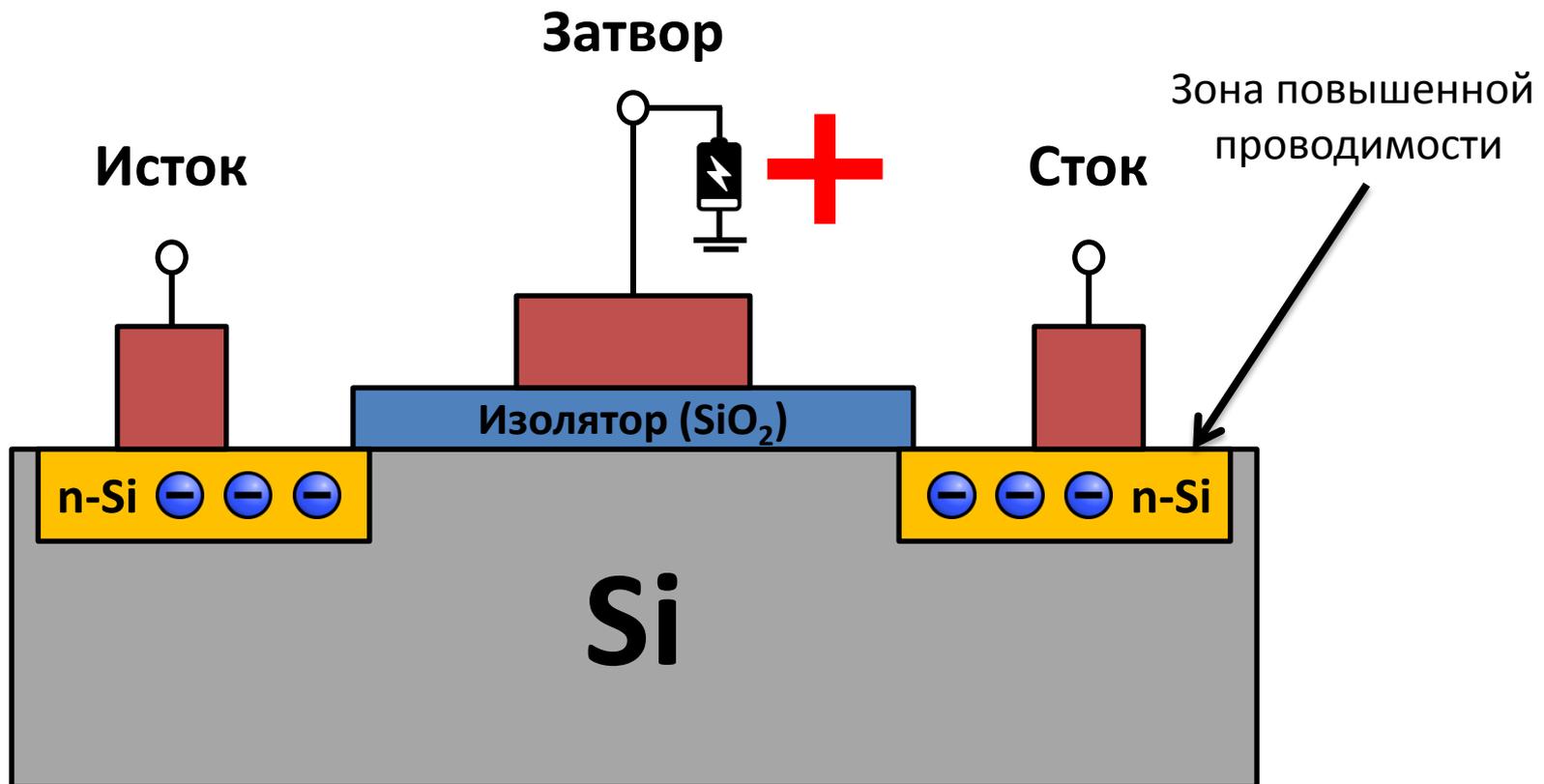
# Транзистор.



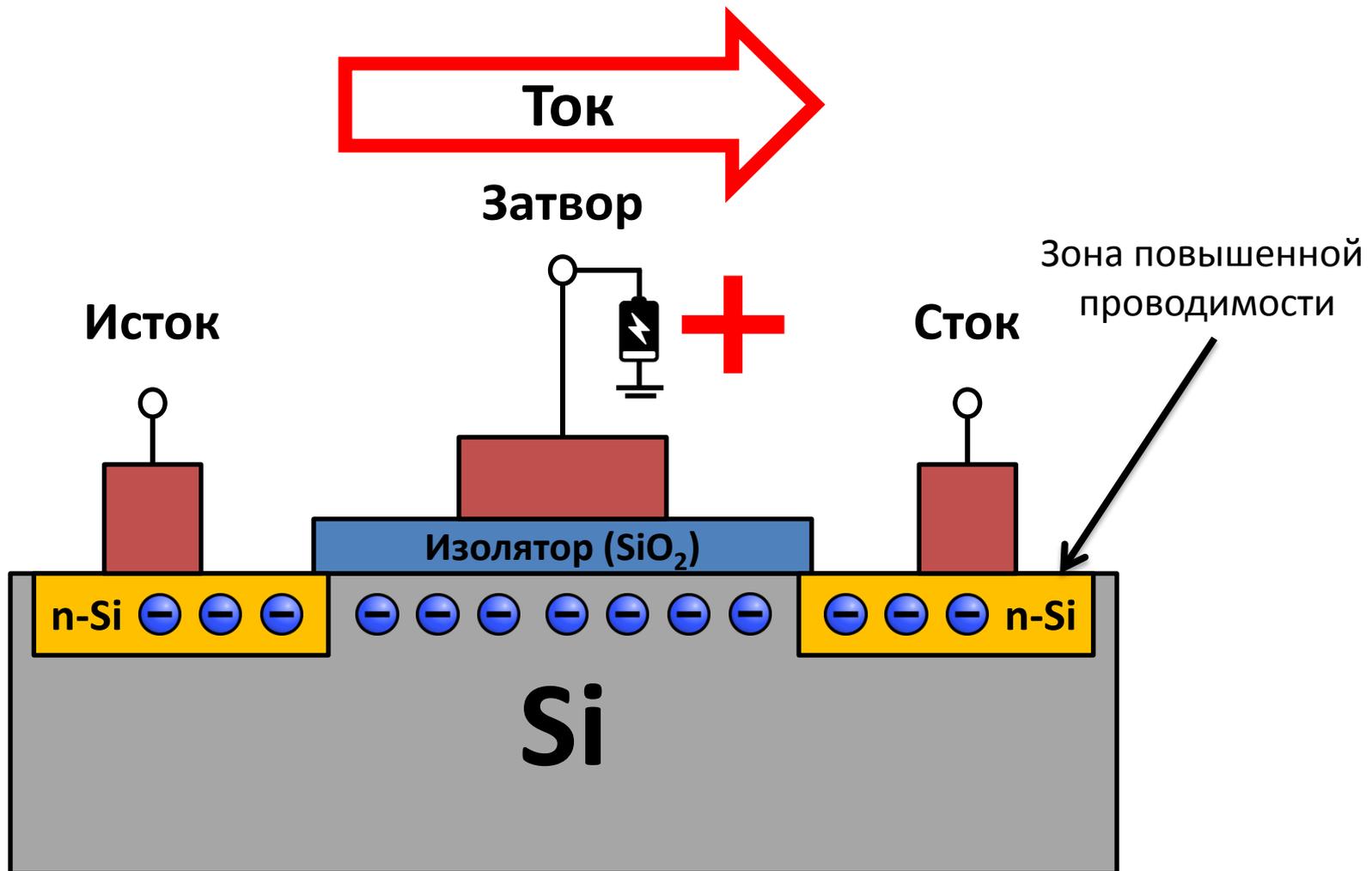
# Транзистор.



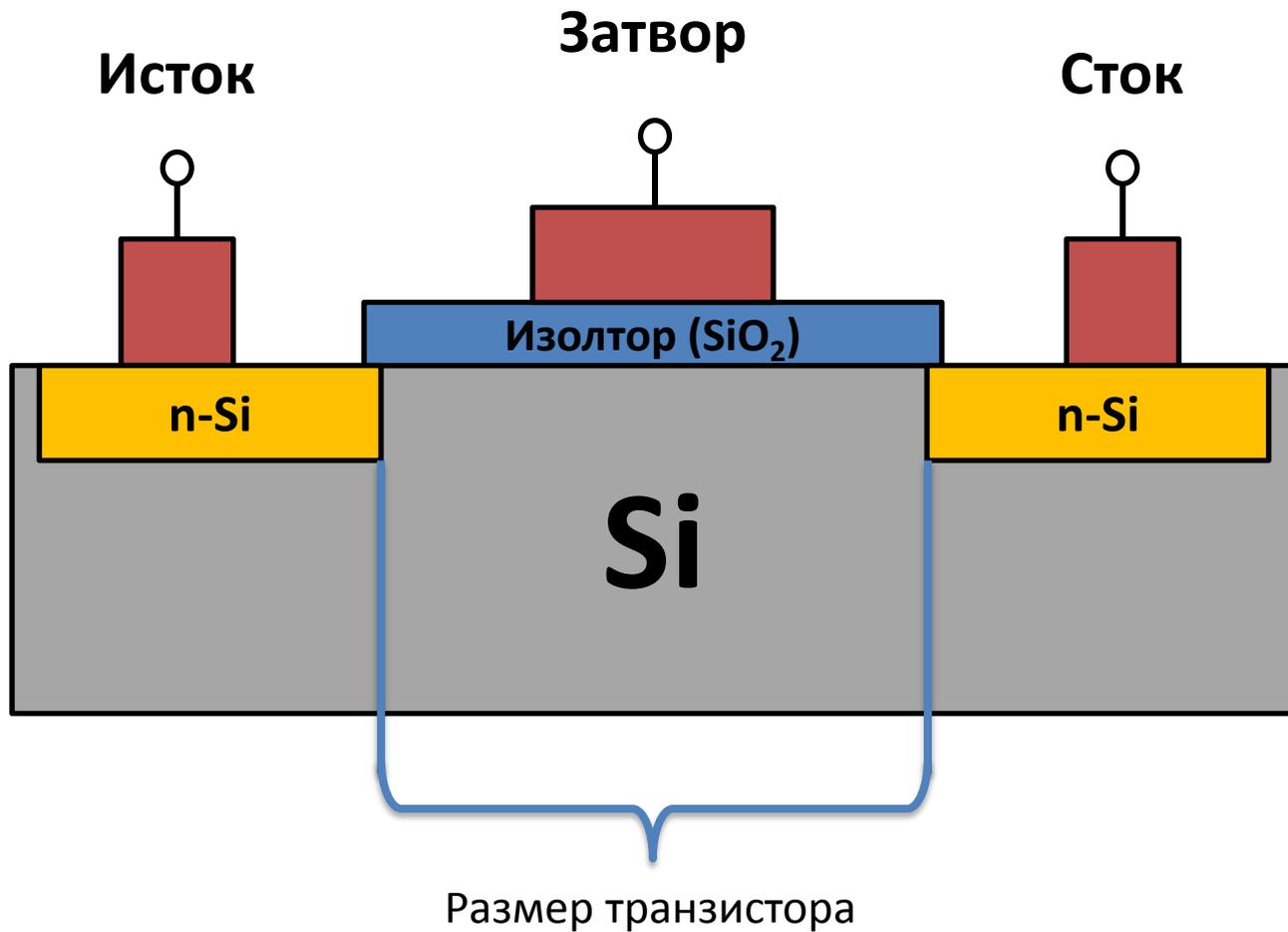
# Транзистор.



# Транзистор.

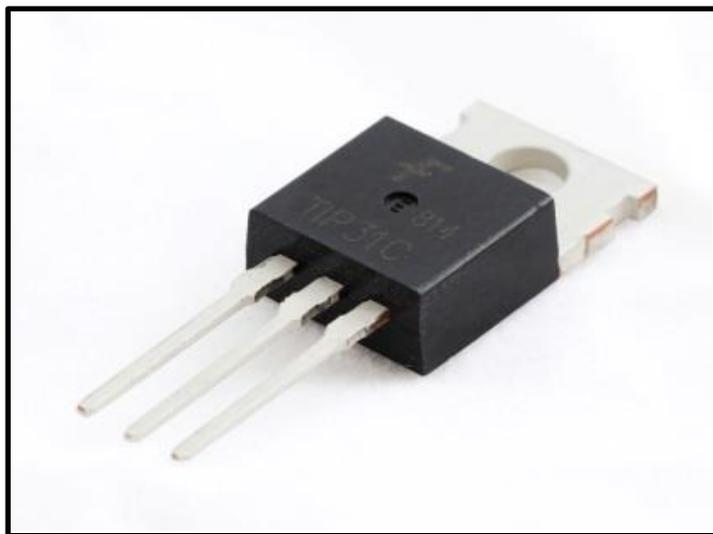


# Транзистор.

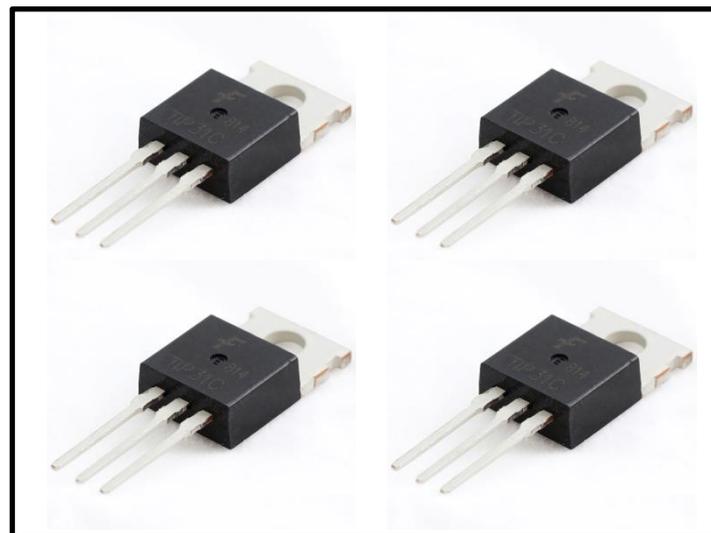


# Транзистор.

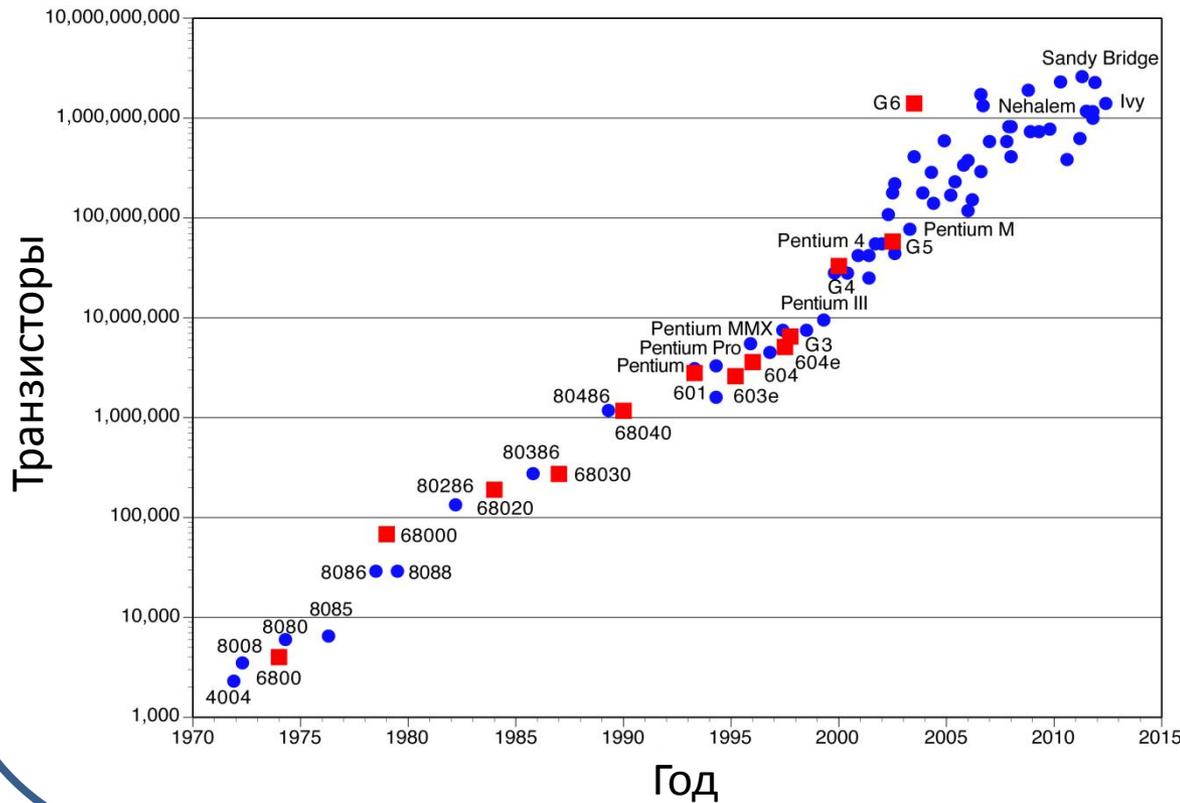
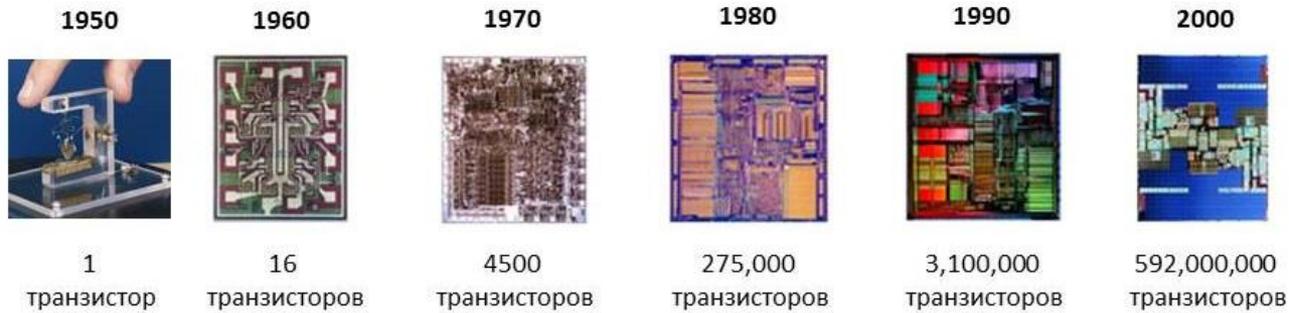
Процессор



Процессор



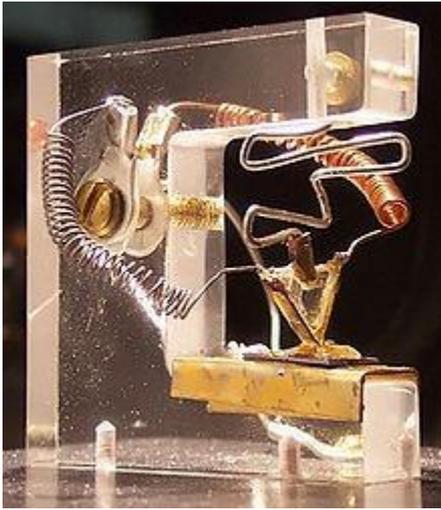
# Закон Мура.



Закон Мура — эмпирическое наблюдение, согласно которому количество транзисторов, размещаемых на процессоре, удваивается каждые 24 месяца.

# Транзистор.

1947 год



~ 1 см

~  $10^{-2}$  метра



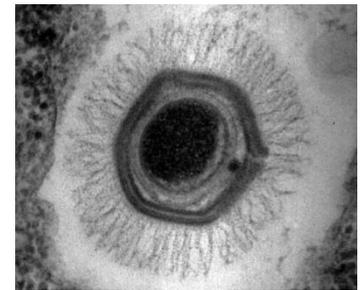
Собака

2014 год



~ 10 нм

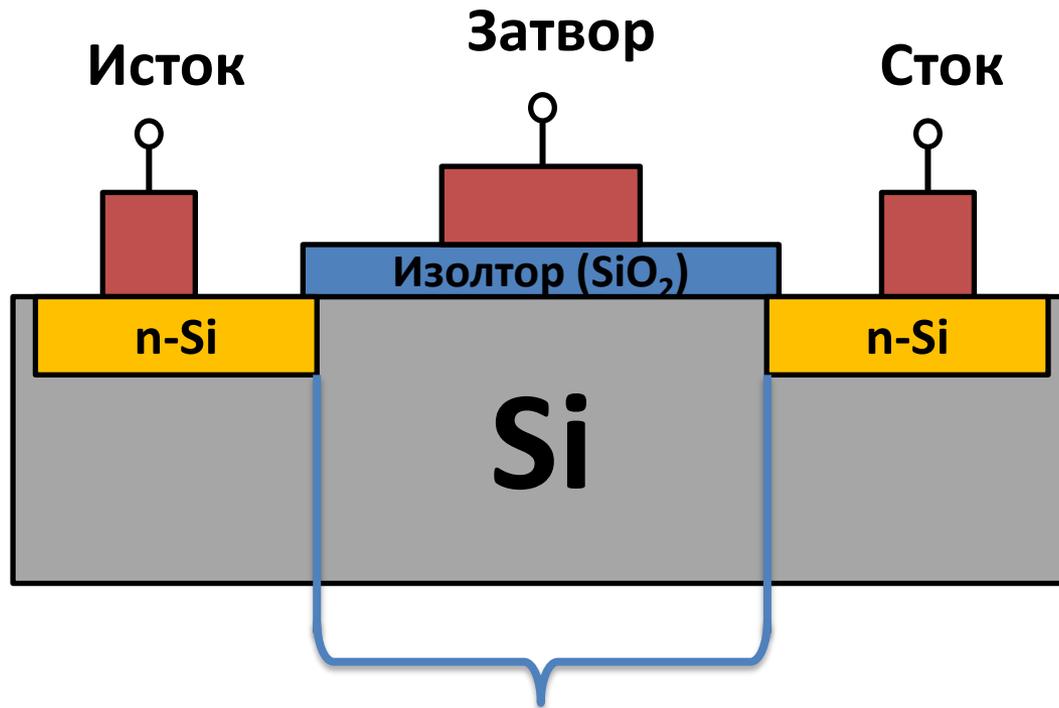
~  $10^{-8}$  метра



Вирус

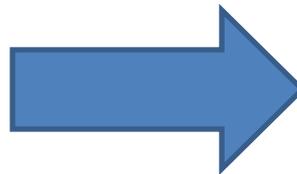
**7 порядков!!!**

# Транзистор



Размер транзистора будет уменьшаться до тех пор пока не достигнет предела.

# Квантовый компьютер.



# Кубит.

0

1

# Кубит.

0



1

# Кубит.

0



Квантовая  
суперпозиция

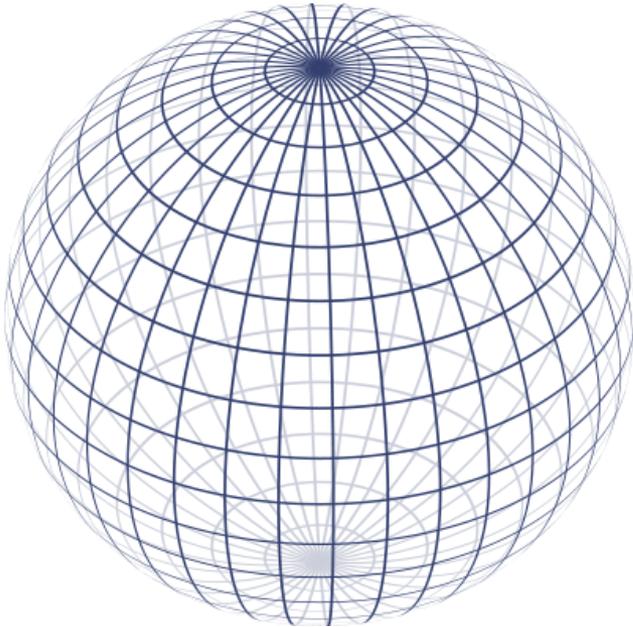


1



# Кубит.

0



1

Кубит – это по сути тот же бит (двухуровневая система), но он содержит в себе больше информации в силу своей квантовой природы.

Кубит можно реализовать на любой двухуровневой квантовой системе.

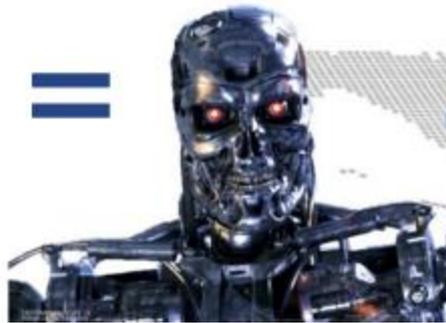
# Кубит. Преимущества.

Почему Google хочет сделать  
КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР?

Google



=

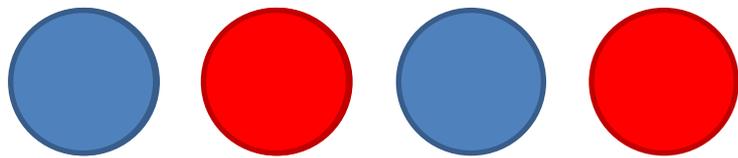


SKYNET

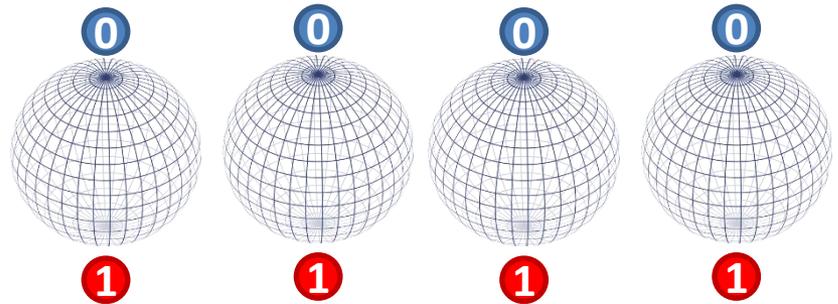
Global Digital Defense Network



# Кубит. Преимущества.



0000	0001	0010	0011
0100	0101	0110	0111
1000	1001	1010	1011
1100	1101	1110	1111



$$2^4=16$$

$2^n$ , n- количество кубитов

# Вопрос.

Угадайте сколько атомов во вселенной?

А) Много (не знаю)

Б)  $10^{1121}$

В)  $6,02 \cdot 10^{23}$

Г)  $10^{81}$

# Кубит. Преимущества.

Наблюдаемая вселенная состоит примерно из  $10^{81}$  атомов



Сколько нужно чтобы  
промоделировать?

$10^{81}$  битов  
Или  
около 1000 кубитов

# Квантовый компьютер.



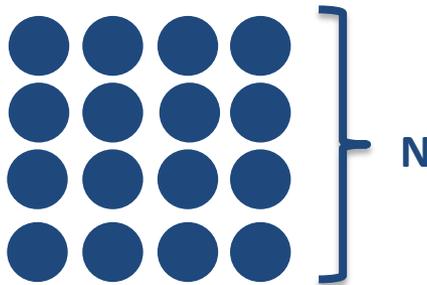
Квантовый компьютер не заменит обычный компьютер.

# Кубит. Применение.

Поиск по большим базам данных

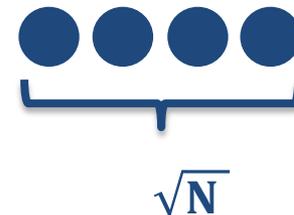


Компьютер



**ВРЕМЯ**

Квантовый компьютер



**\sqrt{ВРЕМЯ}**

# Кубит. Применение.

## Криптография



RSA — криптографический алгоритм с открытым ключом, основывающийся на вычислительной сложности задачи факторизации больших простых чисел.

$$n = p * q \quad p, q - \text{простые числа}$$

$$21 = 7 * 3$$

Квантовый алгоритм Шора

$$4.7900112 * 10^{20} = 999999000001 * 479001599$$



# Вопрос.

Что такое простые числа?

А) 0 и 1 (не знаю)

Б) Простые числа- это элементы последовательности, в которой первые два числа равны либо 1 и 1, либо 0 и 1, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел.

**В)** Простое число- это натуральное (целое положительное) число, имеющее ровно два различных натуральных делителя — единицу и самого себя.

Г) Простое число- это математическая константа, равная отношению длины окружности к длине её диаметра.

# Кубит. Применение.

Моделирование квантовых систем



ДНК



$\approx 1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$  (триллион) атомов = **битов**

$\approx 100$  кубитов

# О себе.

Закончил школу №463

Закончил МФТИ (ГУ)

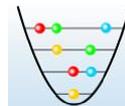


Магистерская работа ИРЭ РАН + КИТ  
(стипендия Президента РФ)

Kotel'nikov Institute of Radio-engineering  
and Electronics of RAS



Инсбрукский университет  
имени Леопольда и Франца  
(группа Р. Блатт)



Quantum Optics and Spectroscopy  
Institut für Experimentalphysik - Universität Innsbruck



# «Мои» кубиты.

Райнер  
Блатт

Ив  
Коломб

Бен  
Эймс

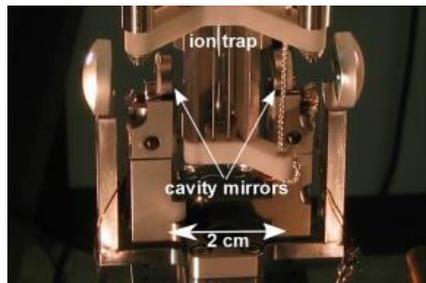
Кирилл

Филип  
Холц



# «Мои» кубиты.

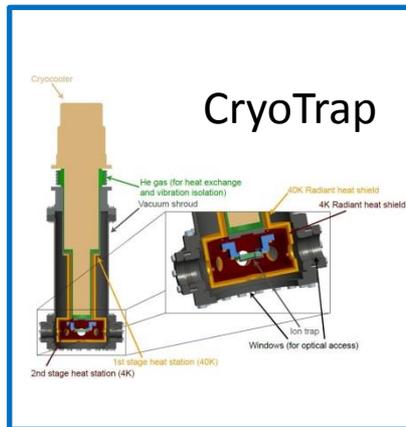
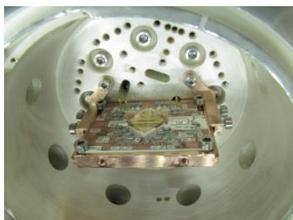
## Cavity QED



## Ultrafast

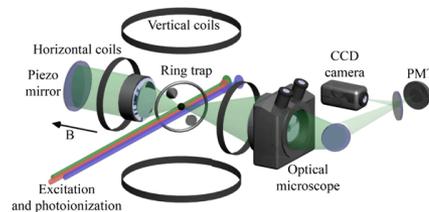


## SQIP

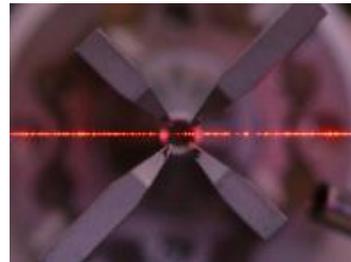


## CryoTrap

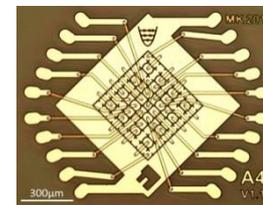
## Barium



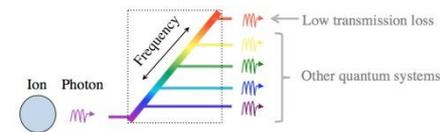
## Nanofiber



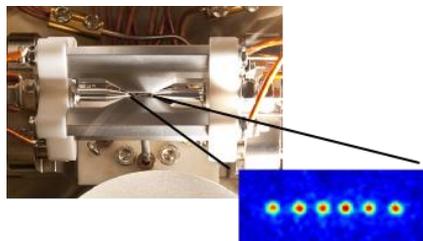
## 2D Arrays



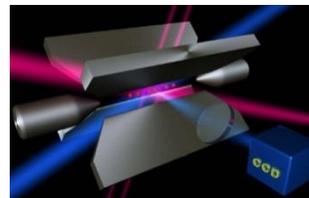
## PhiNet



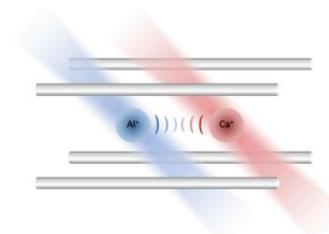
## LinTrap



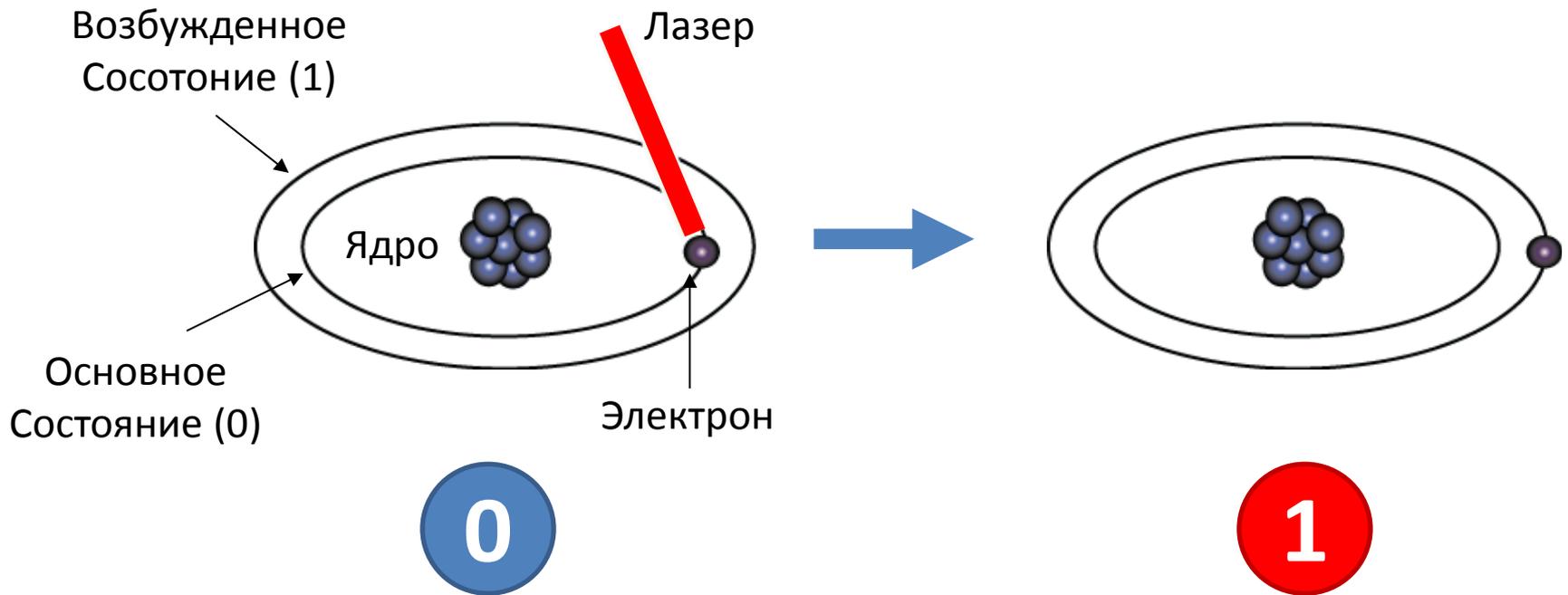
## QuiQS



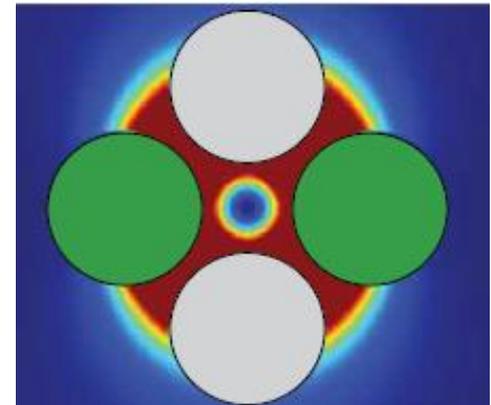
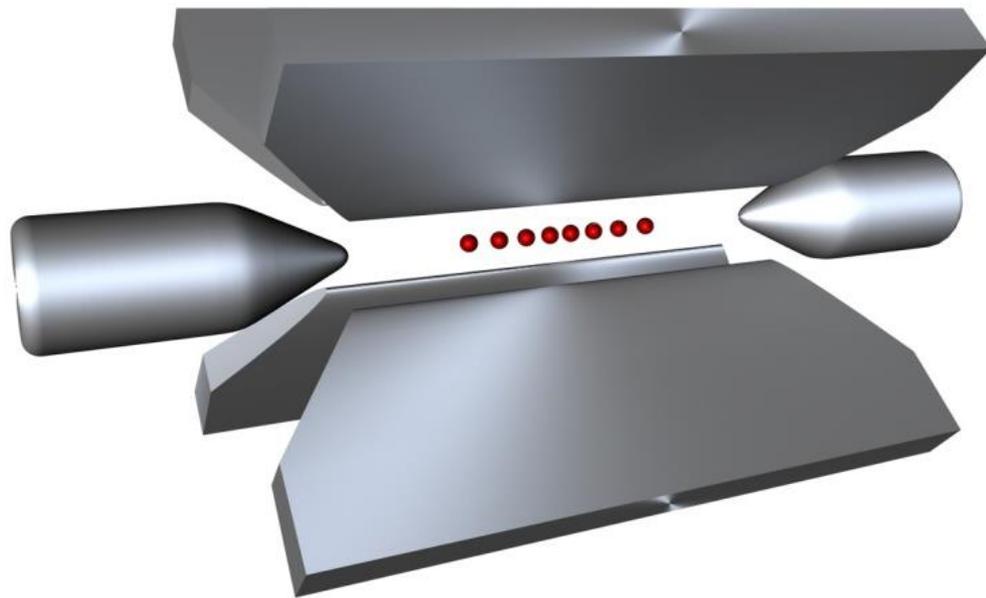
## Precision



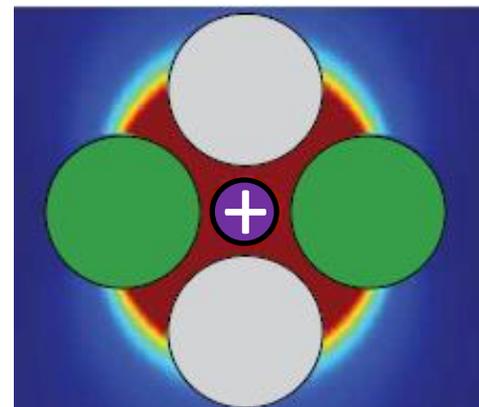
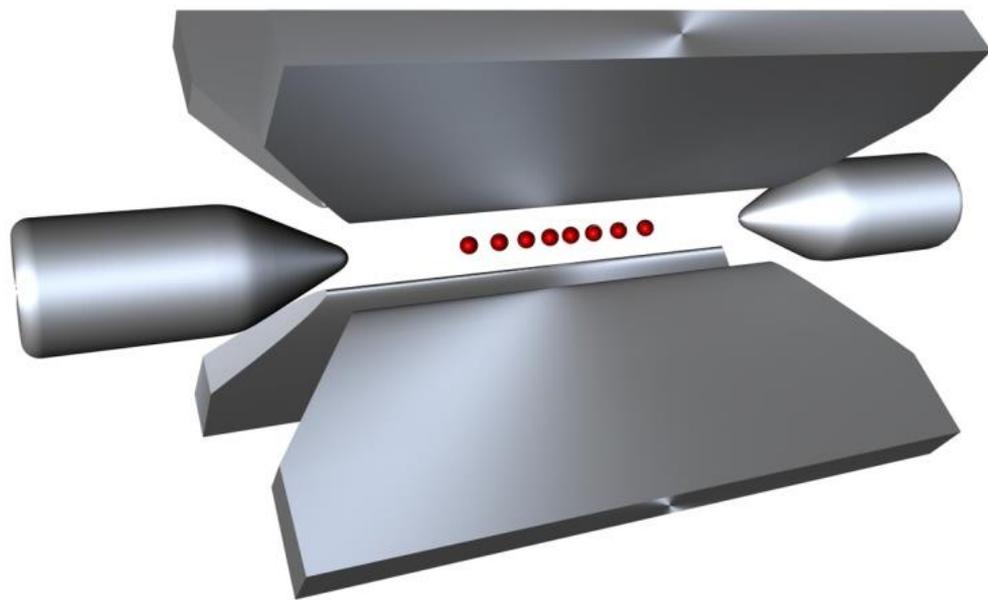
# «Мои» кубиты. Ион.



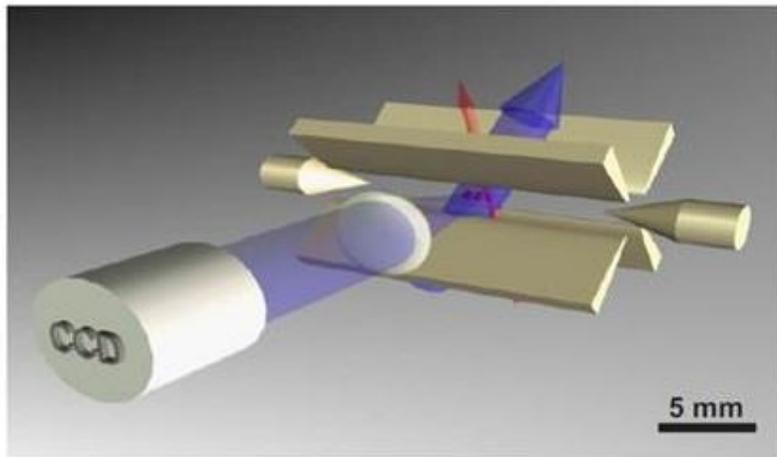
# «Мои» кубиты. Ловушка Паули.



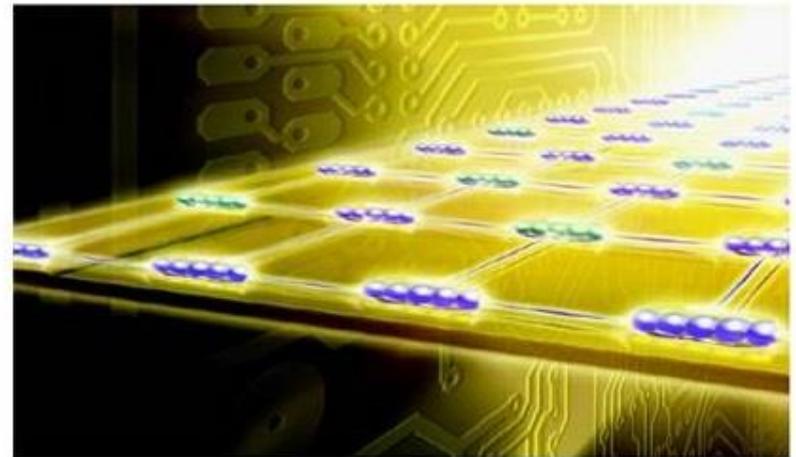
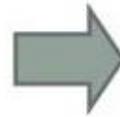
# «Мои» кубиты. Ловушка Паули.



# «Мои» кубиты. Поверхностные ЛОВУШКИ.

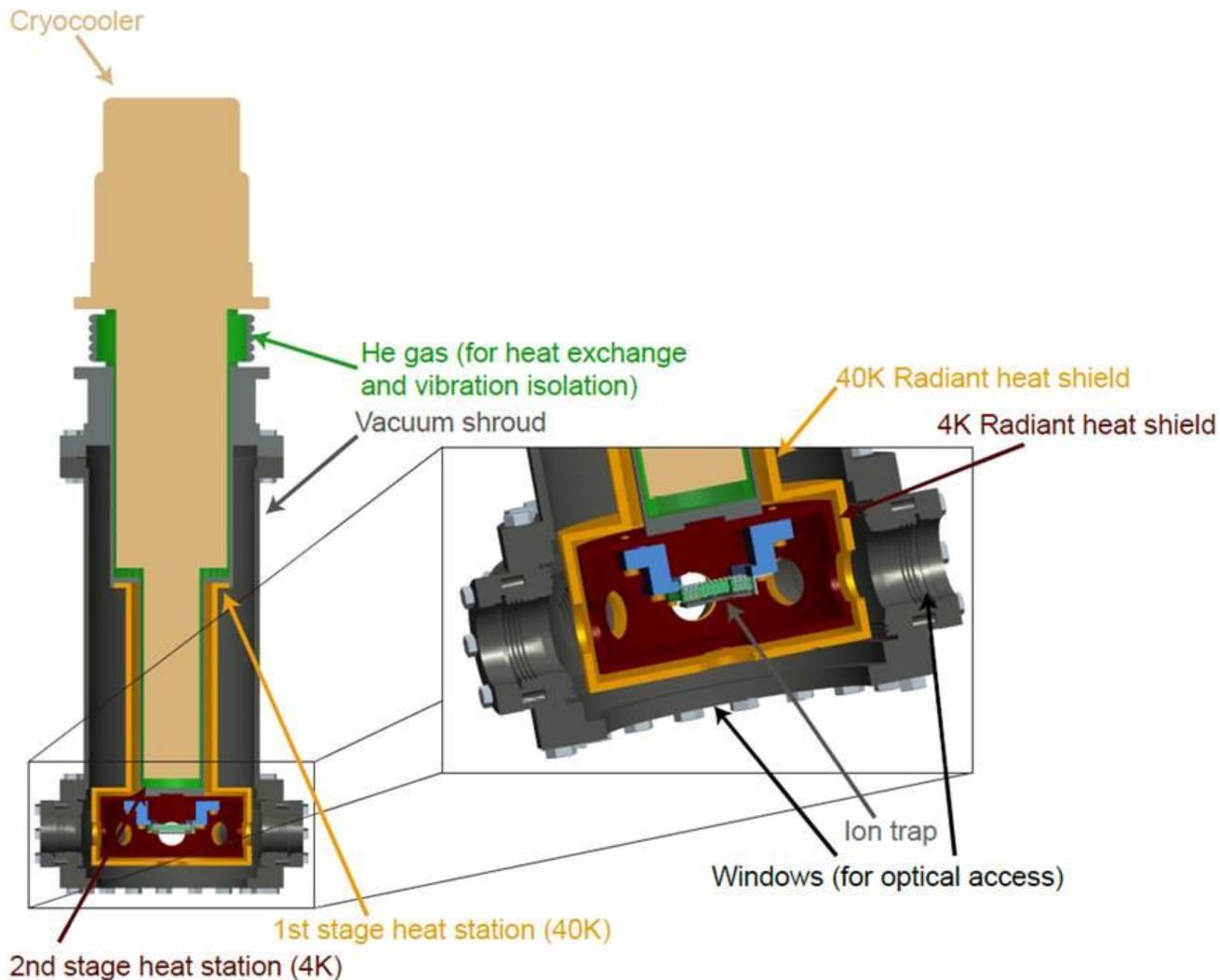


Classical ion trap

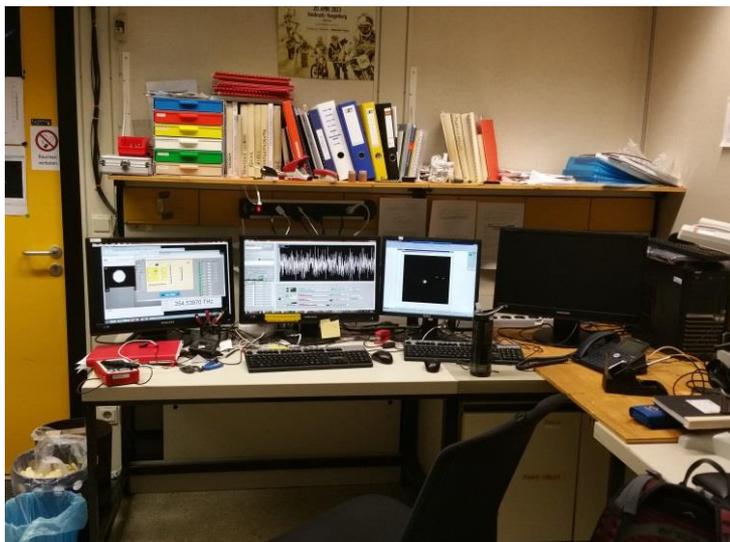
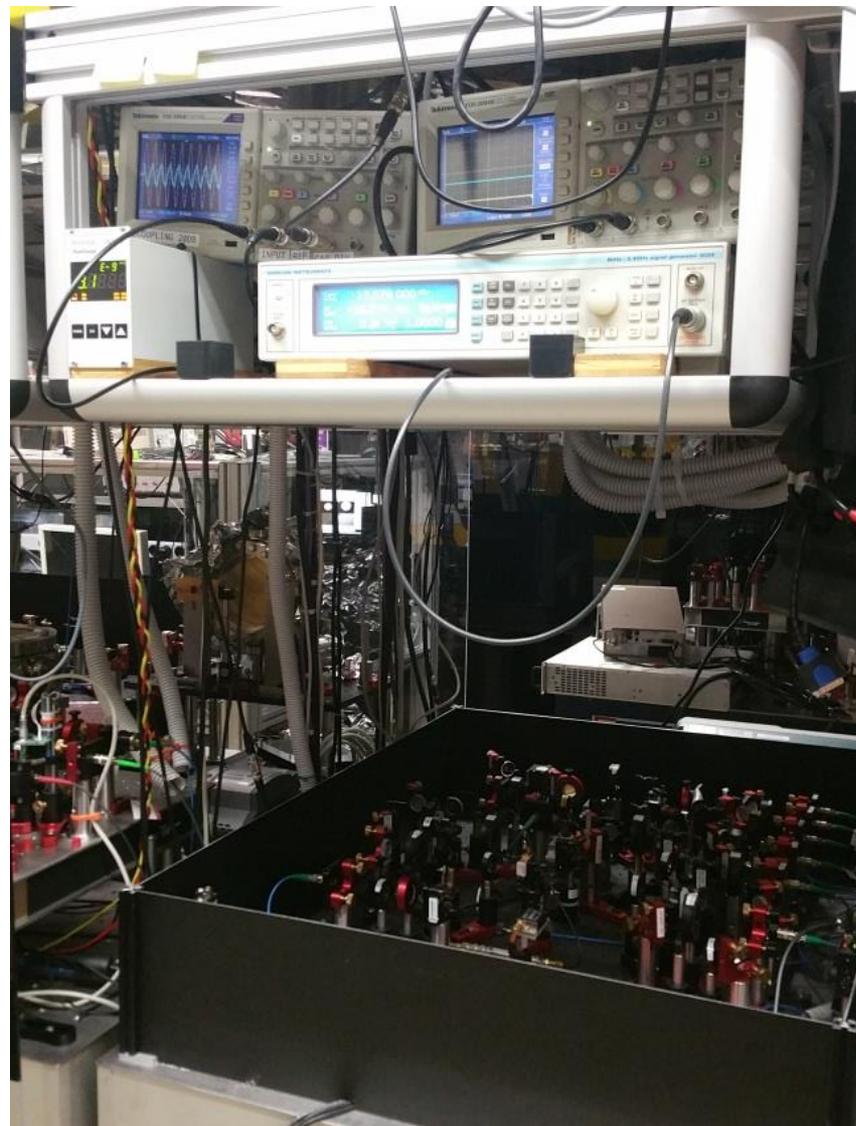
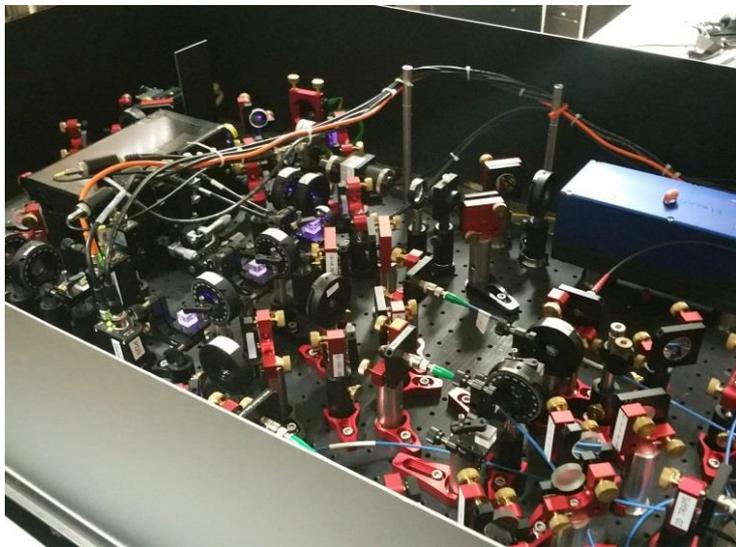


Artist's impression of a trapped-ion quantum computer

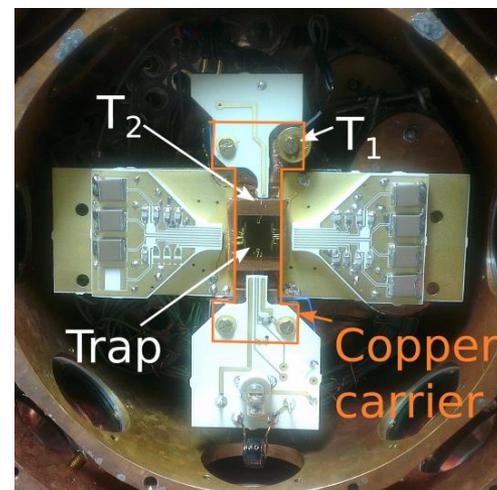
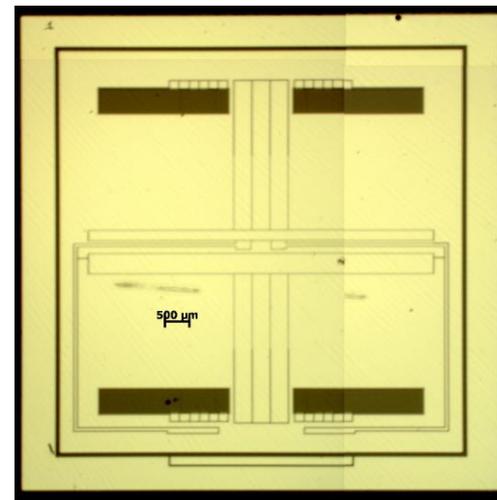
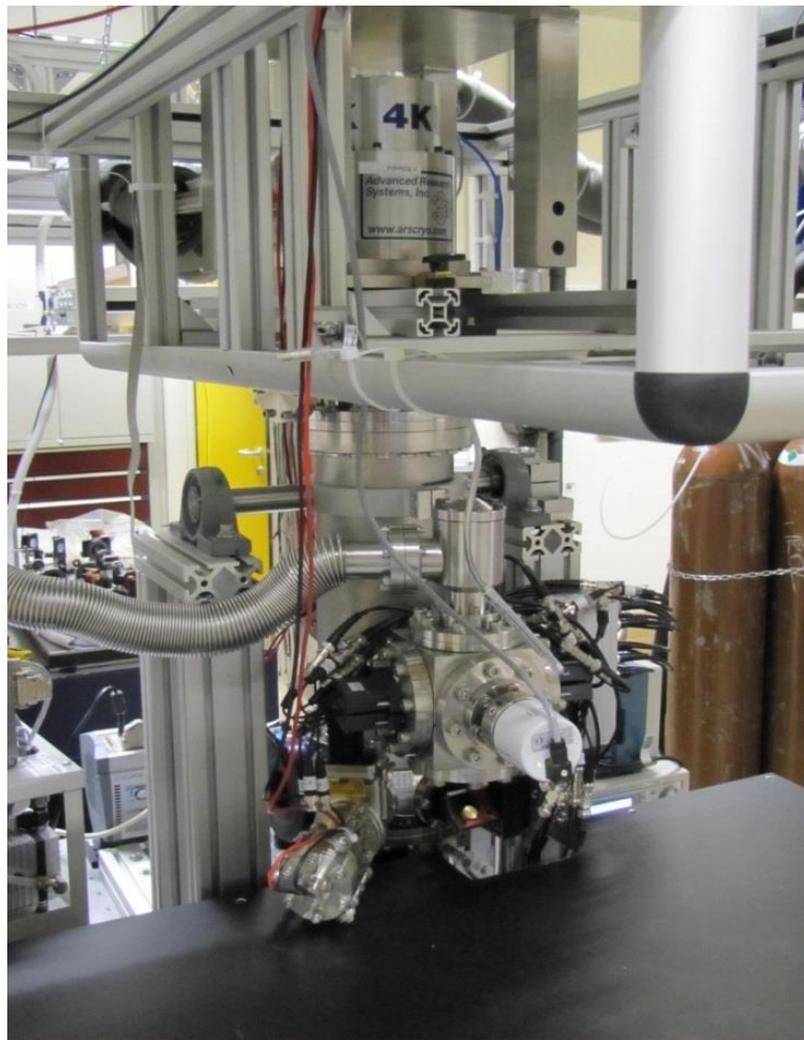
# «Мои» кубиты. Криостат.



# «Мои» кубиты. Лаба.



# «Мои» кубиты. Установка.



# Первые шаги.

- Мотивация
- Понимание выбранного пути  
(карьерная лестница)
- Понимание РЕАЛЬНЫХ перспектив ученого

# Первые шаги.

Школа (как поступить в МФТИ или другой технический ВУЗ):

1) Дополнительные занятия

- ЗФТШ (заочные школы)
- Репетиторы
- Школьные кружки
- Домашняя работа (дополнительно)

2) Олимпиады

- Вступительные
- Соревновательные

3) В 10-11 классах решать задачи из вступительных экзаменов.

# Первые шаги.

Что делать в ВУЗЕ (на примере МФТИ)

1) Первые курсы (3 курса)- залог работающего мозга

- +10 к знаниям
- +100 к умению получать новые знания
- +100500 к морально волевым

2) Бакалаврская/Магистерская

- Выбор научрука!!! (Интересная физика- это хорошо, но хороший научрук даст больше знаний. А они нужнее на старте.)
- Если есть возможность, то не занимайтесь подработкой
- Интересоваться ВСЕМ вокруг.

# Первые шаги.

В аспирантура/PhD

- 1) Выбрать лабу, где будут заниматься наукой
  - Обратить внимание на лист публикаций
  - Обратить внимание на коллектив
  - Узнать план работ по проекту
- 2) Задачи
  - Максимум знаний и навыков
  - Максимум результатов (нужно для карьеры)
  - Максимум связей в научной среде

# Кубит.

