

***ЗАКОНЫ ФИЗИКИ
МИКРОМИРА И
СОВРЕМЕННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ***

***Парфенов К.В.,
физический факультет МГУ***

Самое интересное в квантовой теории – то, что можно с огромной точностью рассчитать характеристики процессов, которые ты не в состоянии себя вообразить.

Ричард Фейнман

МАСШТАБЫ ЭНЕРГИЙ И РАССТОЯНИЙ В МИКРОМИРЕ

Характерные
величины

энергия

1 эВ (электронвольт):

Это энергия, которую
приобретает электрон, пройдя
между точками с разностью
потенциалов в 1 В.

расстояние

1 нм (нанометр):

$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$
(миллиардная доля метра)

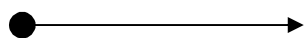
$$h \approx 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

МИР
КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

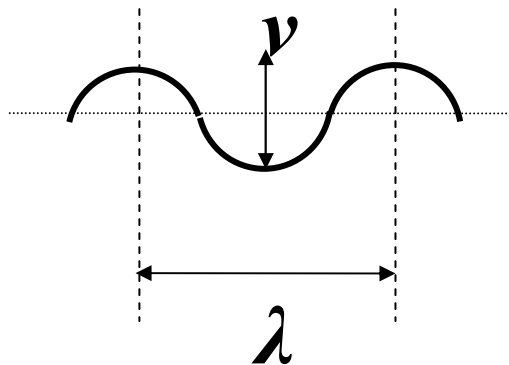
МИР
КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

частицы

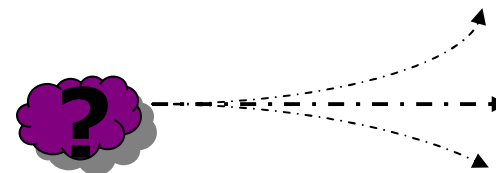
$$\vec{p} = m \cdot \vec{V}, E$$



волны



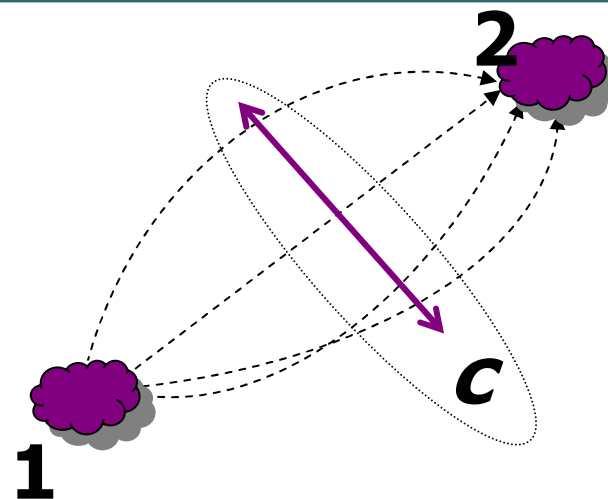
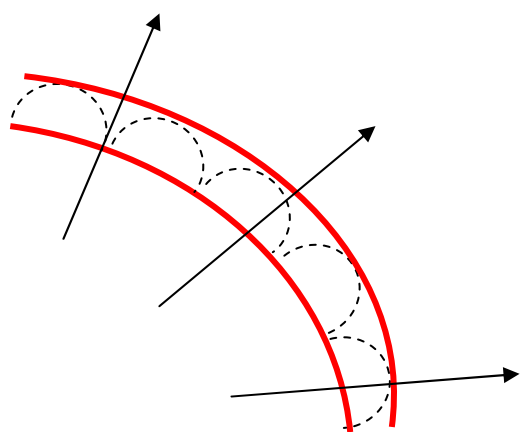
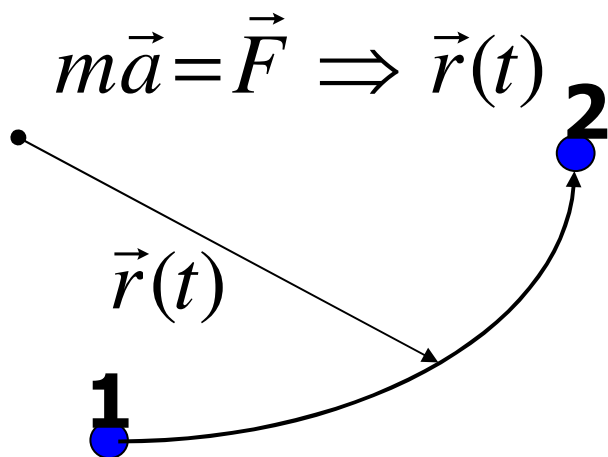
«микрообъекты»



$$|\vec{p}| = \frac{h}{\lambda}, E = h\nu$$

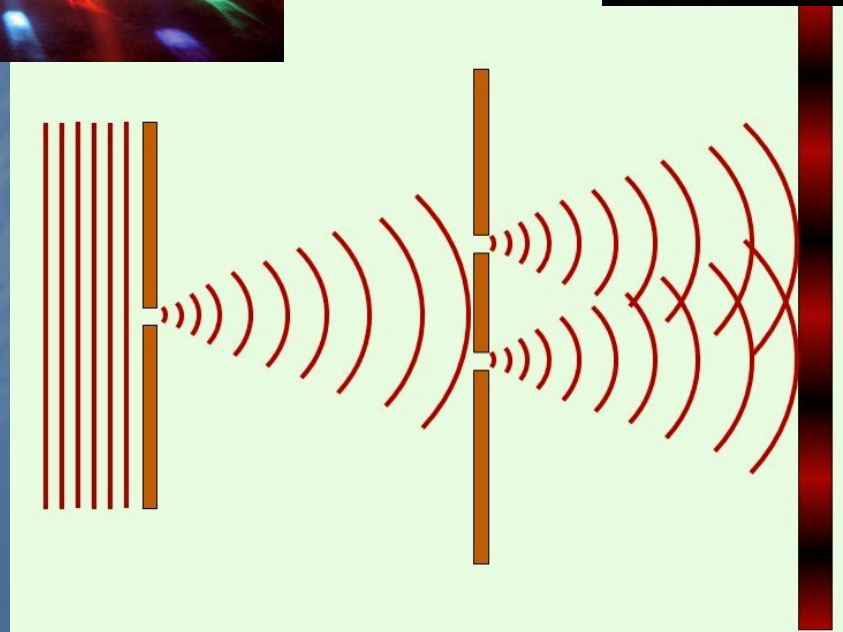
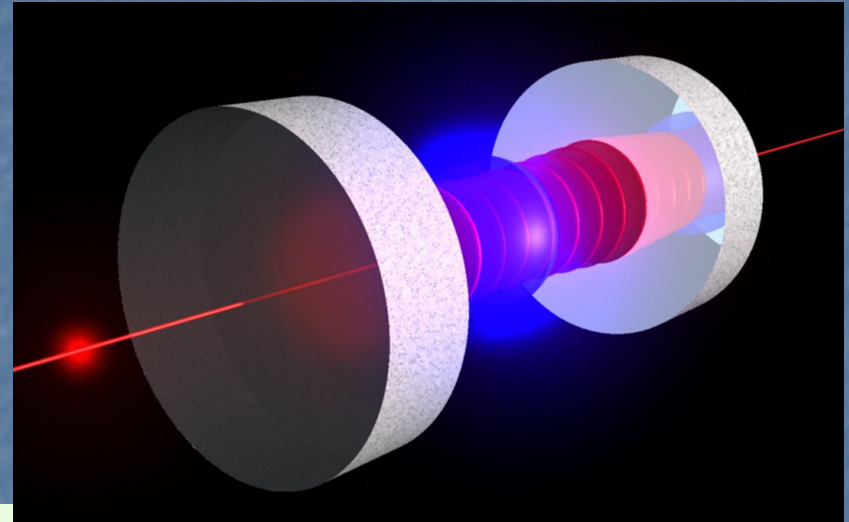
МИР
КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

МИР
КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ



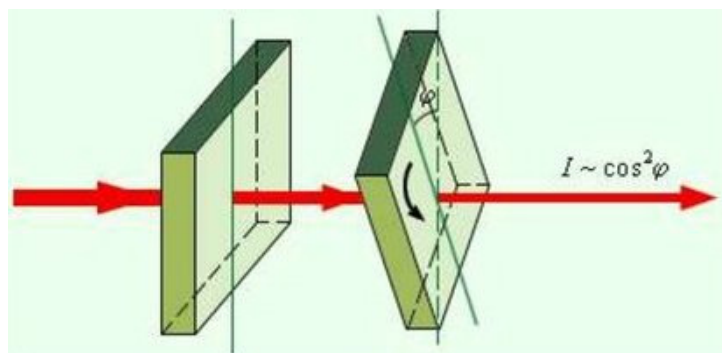
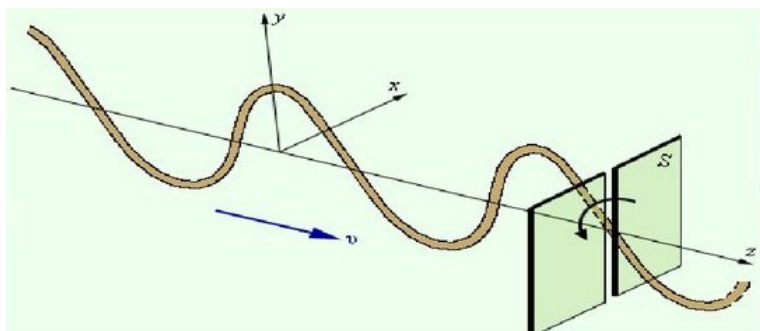
$$W(1 \rightarrow 2) = \sum_c W(1 \rightarrow c \rightarrow 2)$$

СВЕТ: ОТ ЛУЧЕЙ ДО КВАНТОВ



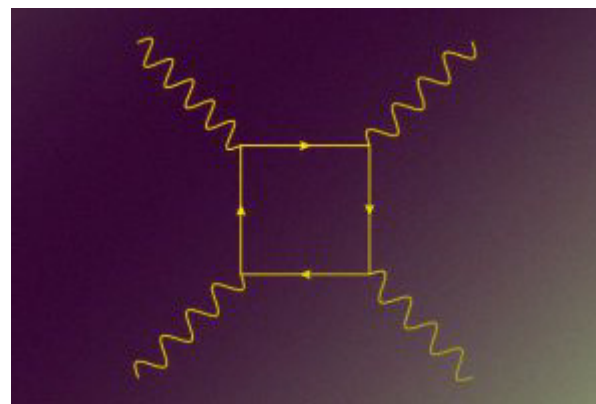
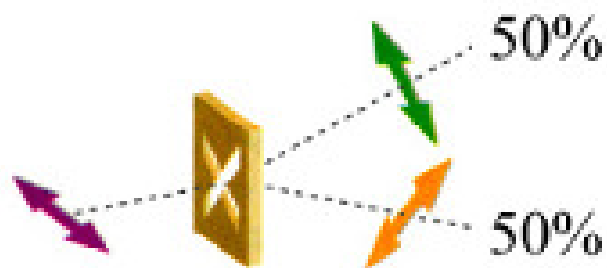
**МИР
КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

поляризация волны



**МИР
КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ**

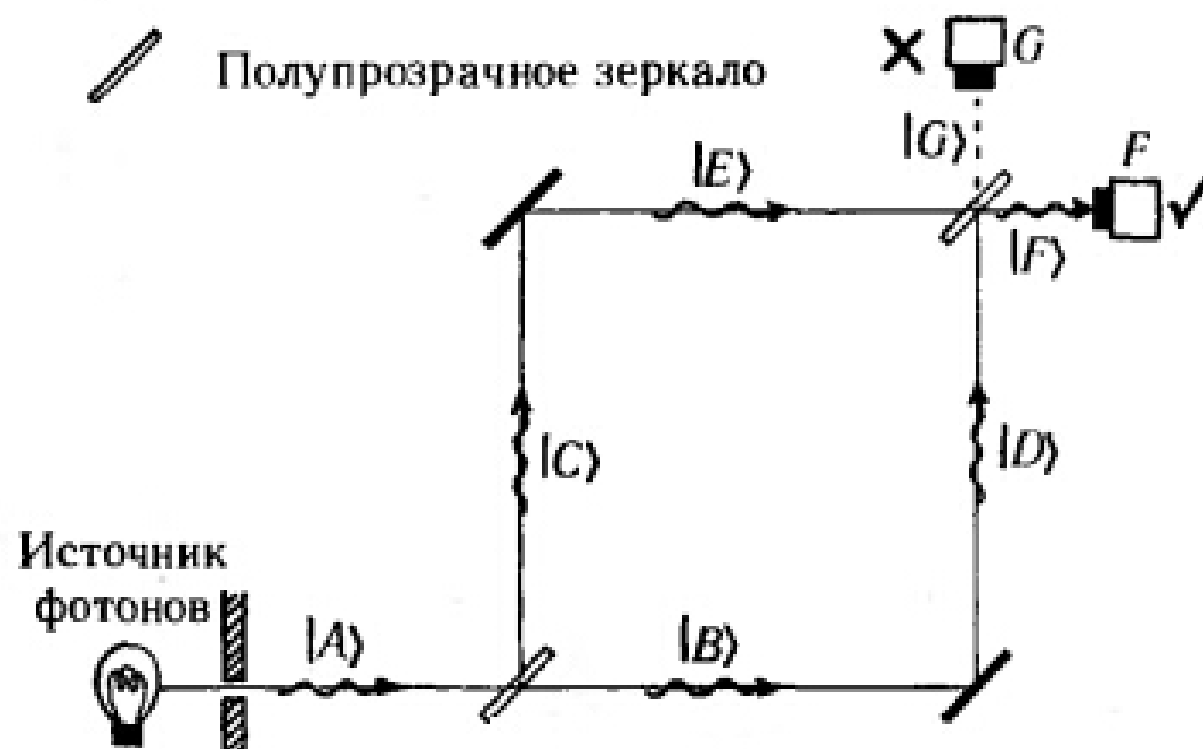
поляризация фотона



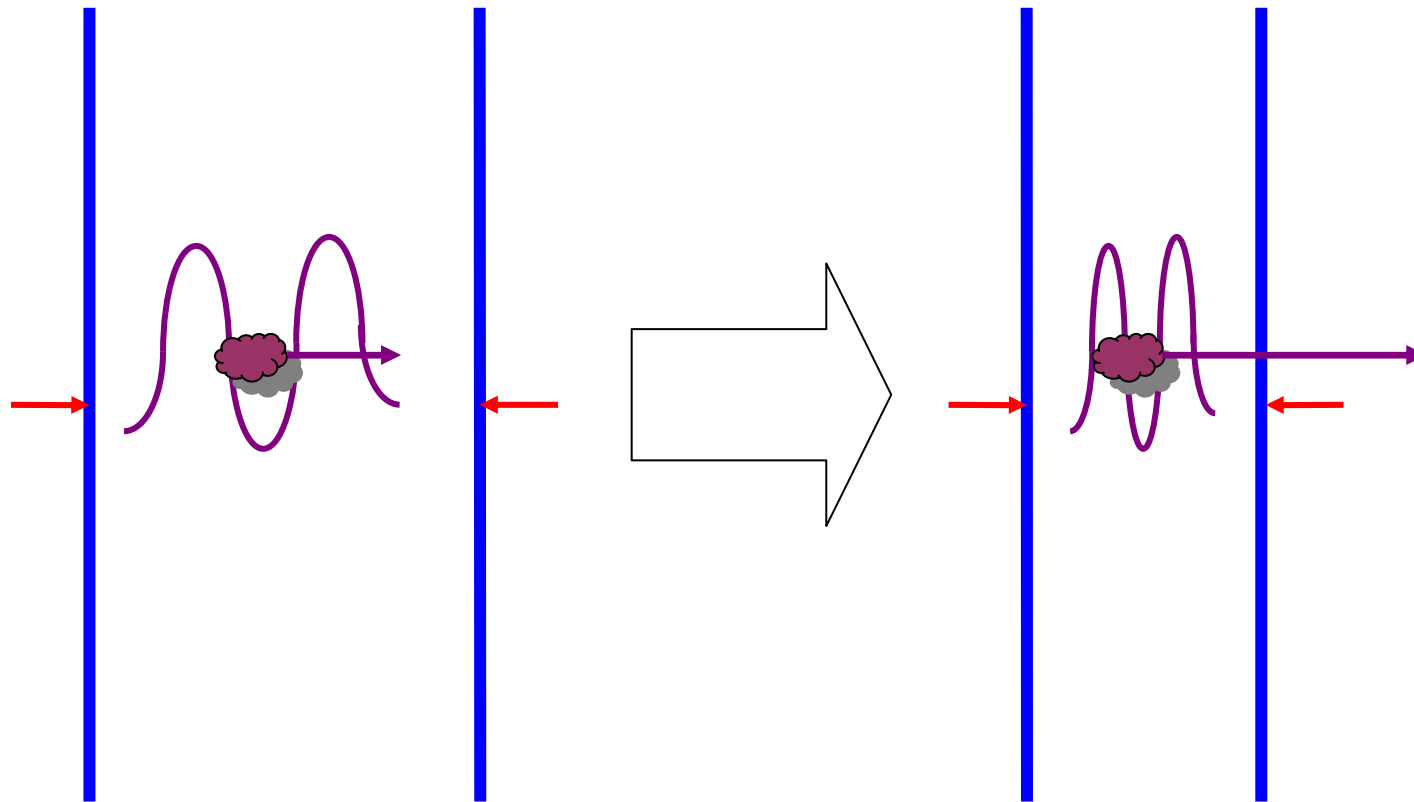
«Бомба Пенроуза»

 Непрозрачное зеркало

 Полупрозрачное зеркало



ПОПЫТКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТЫ МИКРООБЪЕКТА: «СЖАТИЕ ВОЛНЫ»



неопределенности

значений

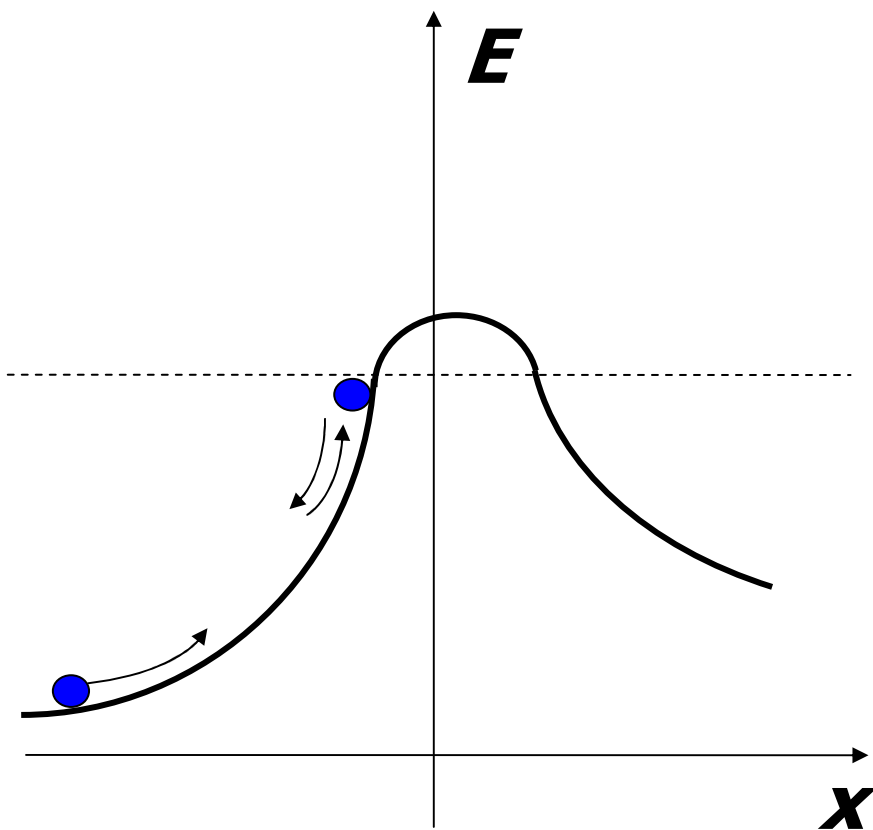
координаты и импульса

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar / 4\pi$$

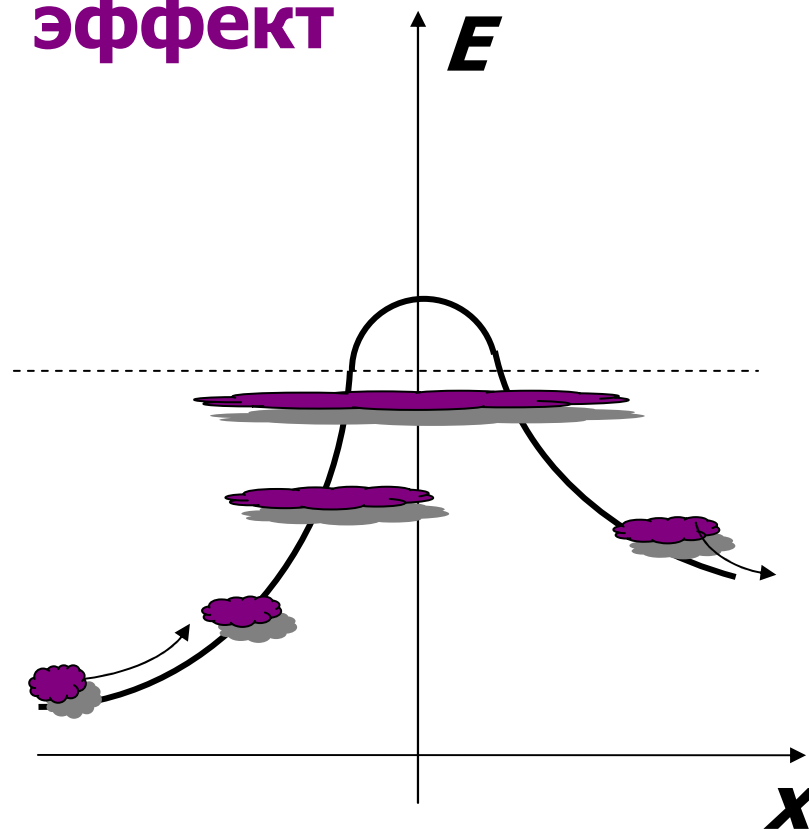
МИР
КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

МИР
КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

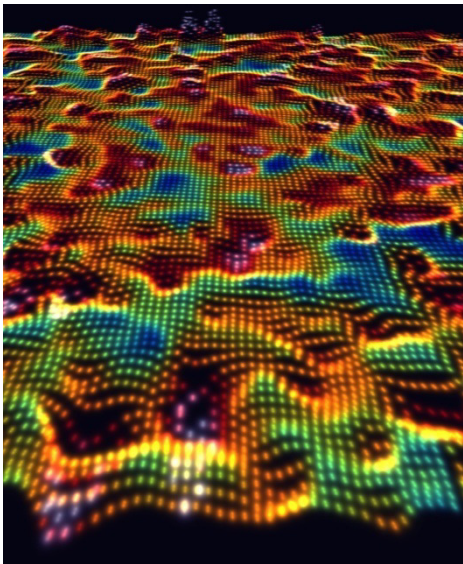
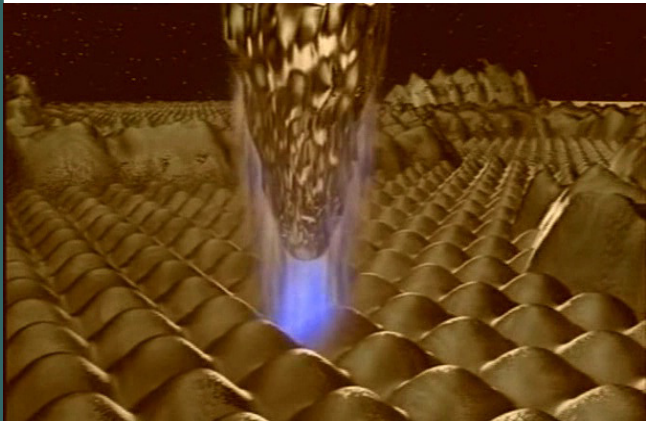
отражение

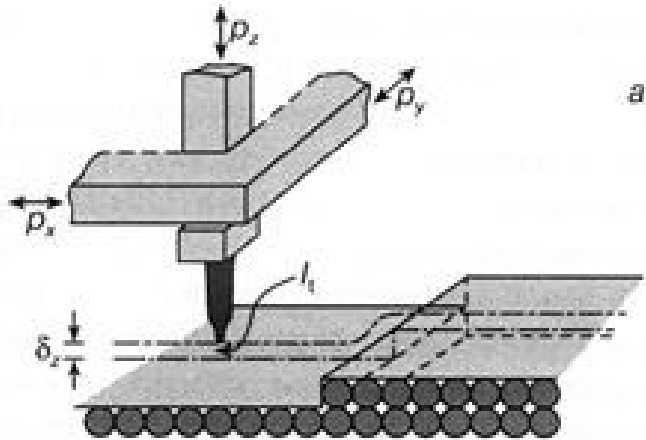


туннельный эффект



Туннельный микроскоп

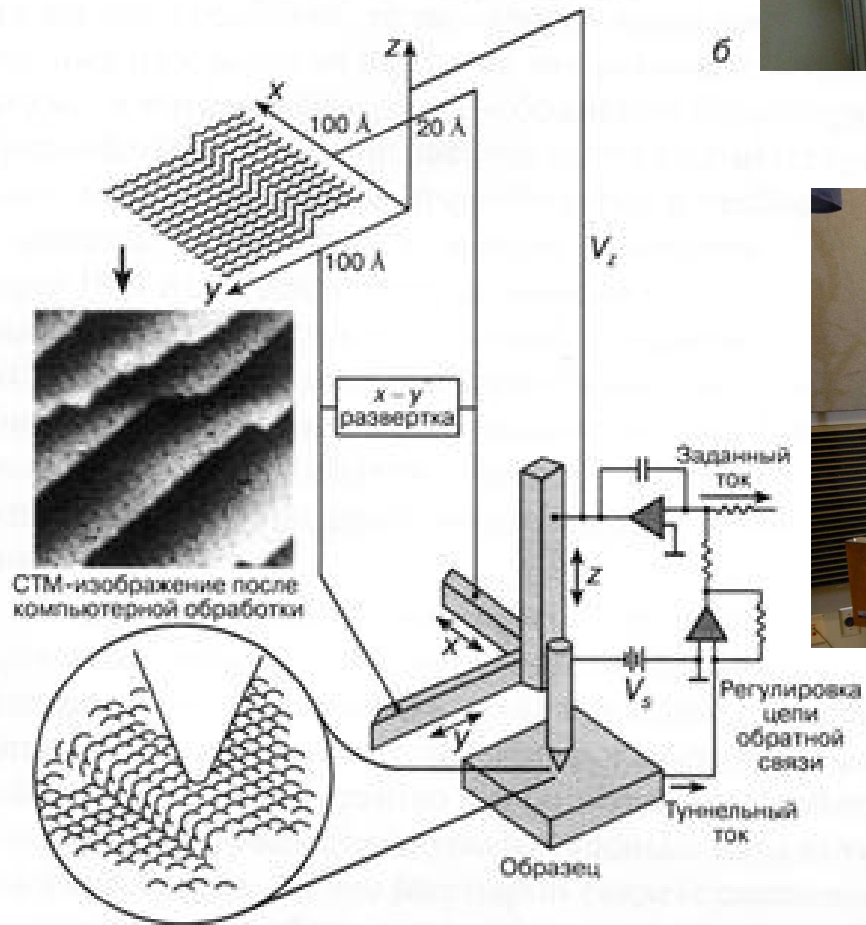




а



б

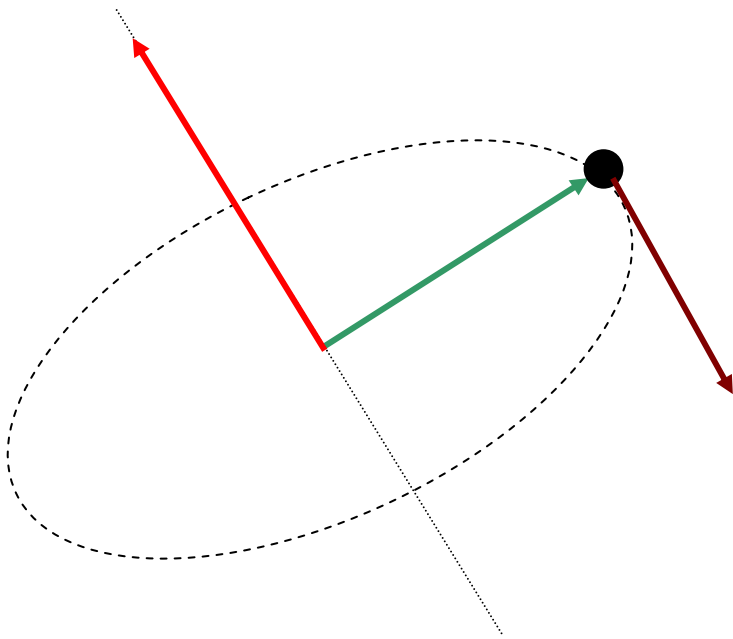


«СПИН» \equiv

«собственный» момент количества движения квантовой частицы

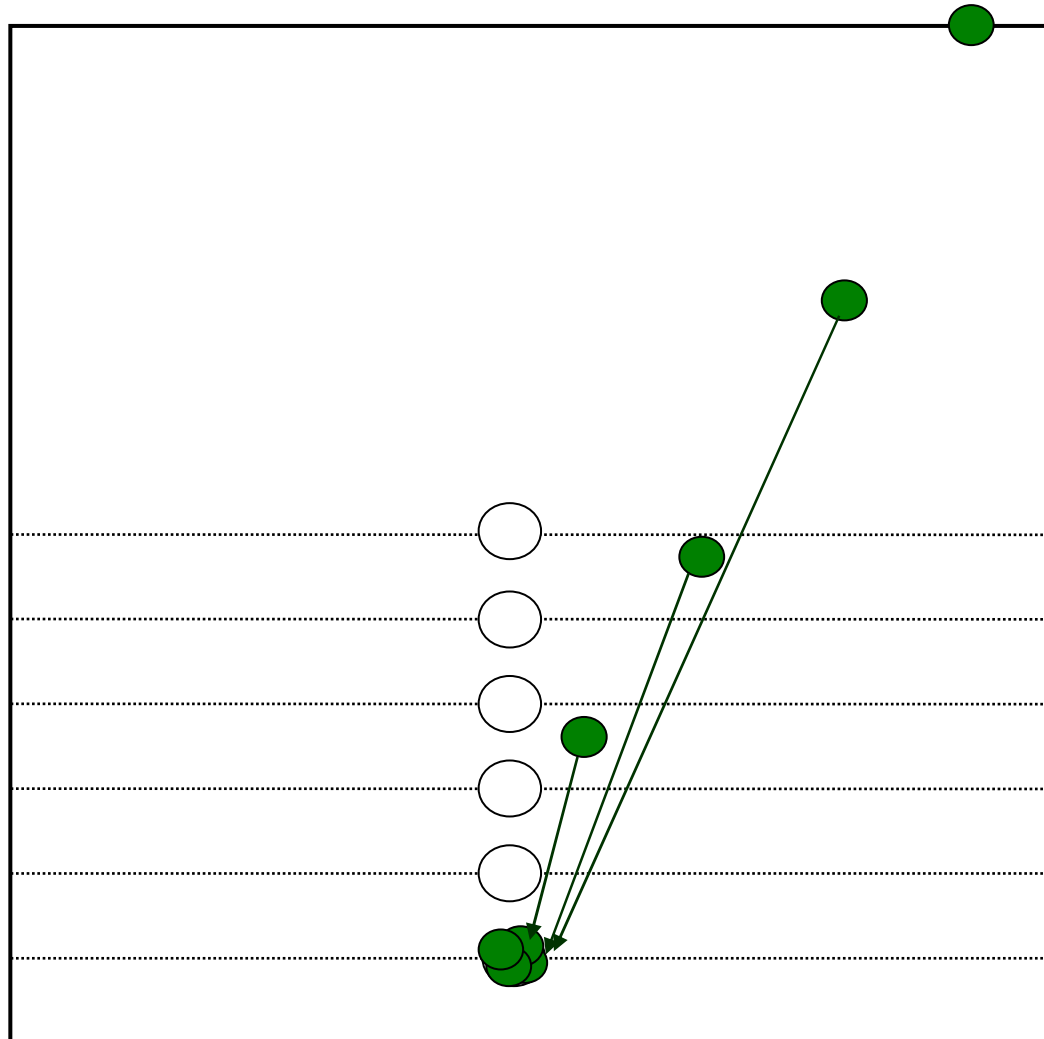
$$\vec{L} = [\vec{r} \times \vec{p}]$$

$$\vec{S}$$

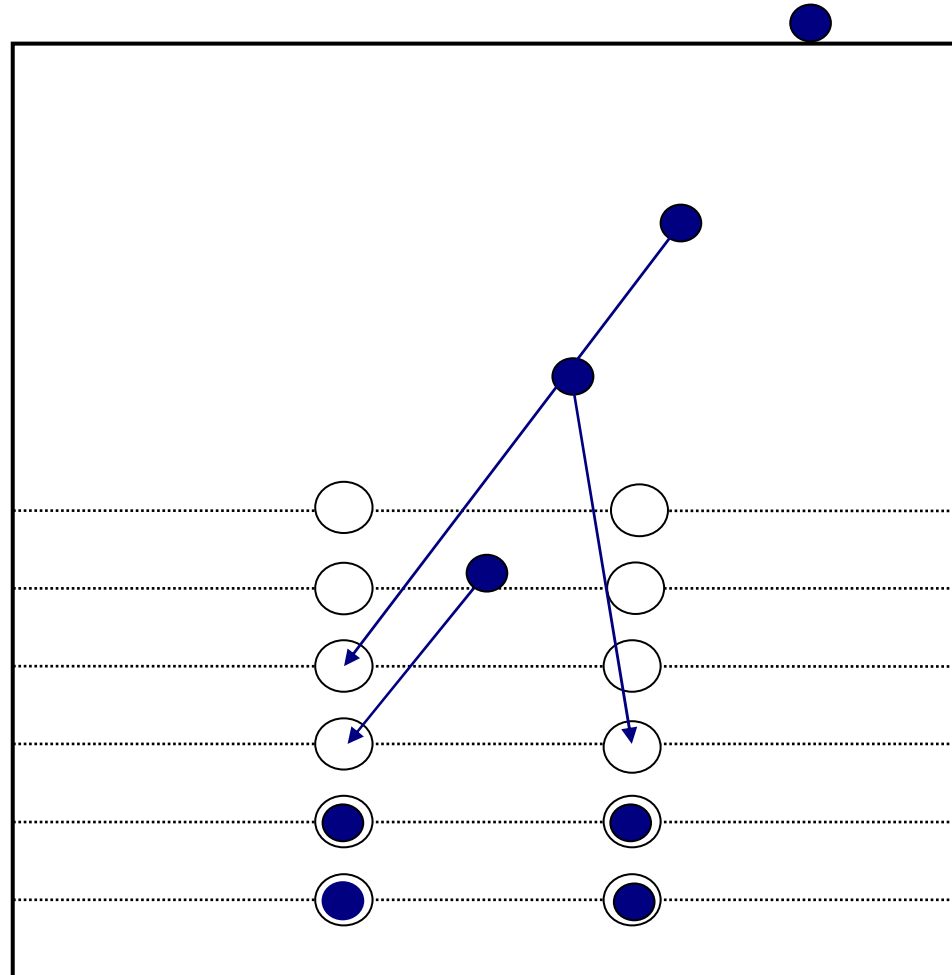


$$|\vec{S}| = 0, \frac{h}{4\pi}, \frac{h}{2\pi}, \frac{3h}{4\pi}, \dots$$

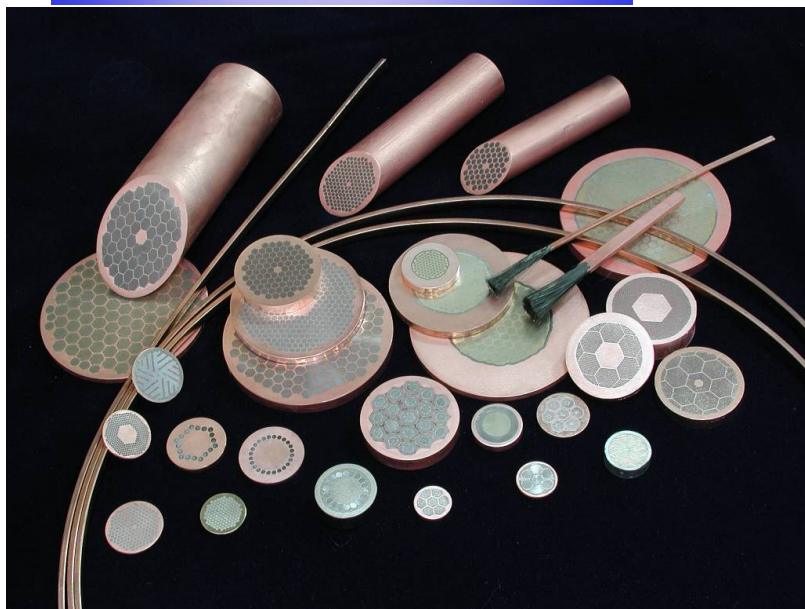
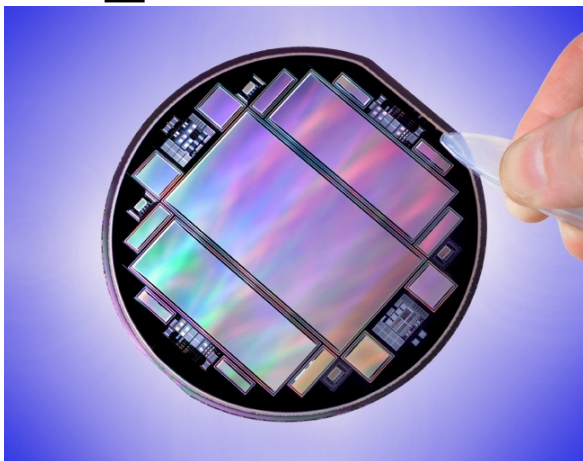
$S=0,1,2 \dots$ - **бозоны**:
«любят компанию»



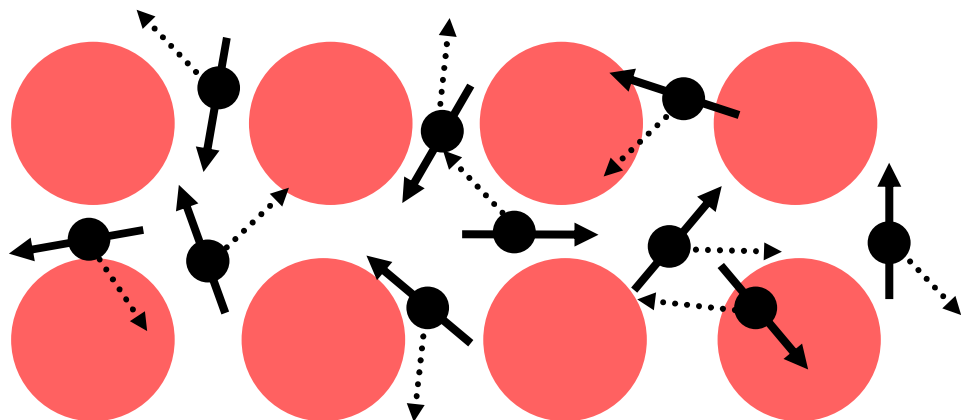
$S = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots$ - **фермионы:**
«ИНДИВИДУАЛИСТЫ»



Сверхпроводимость

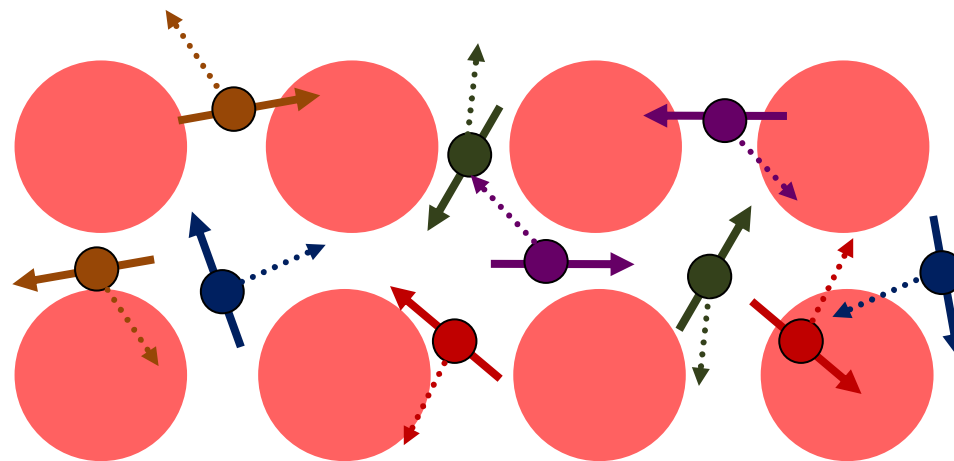


переход в сверхпроводящее
состояние

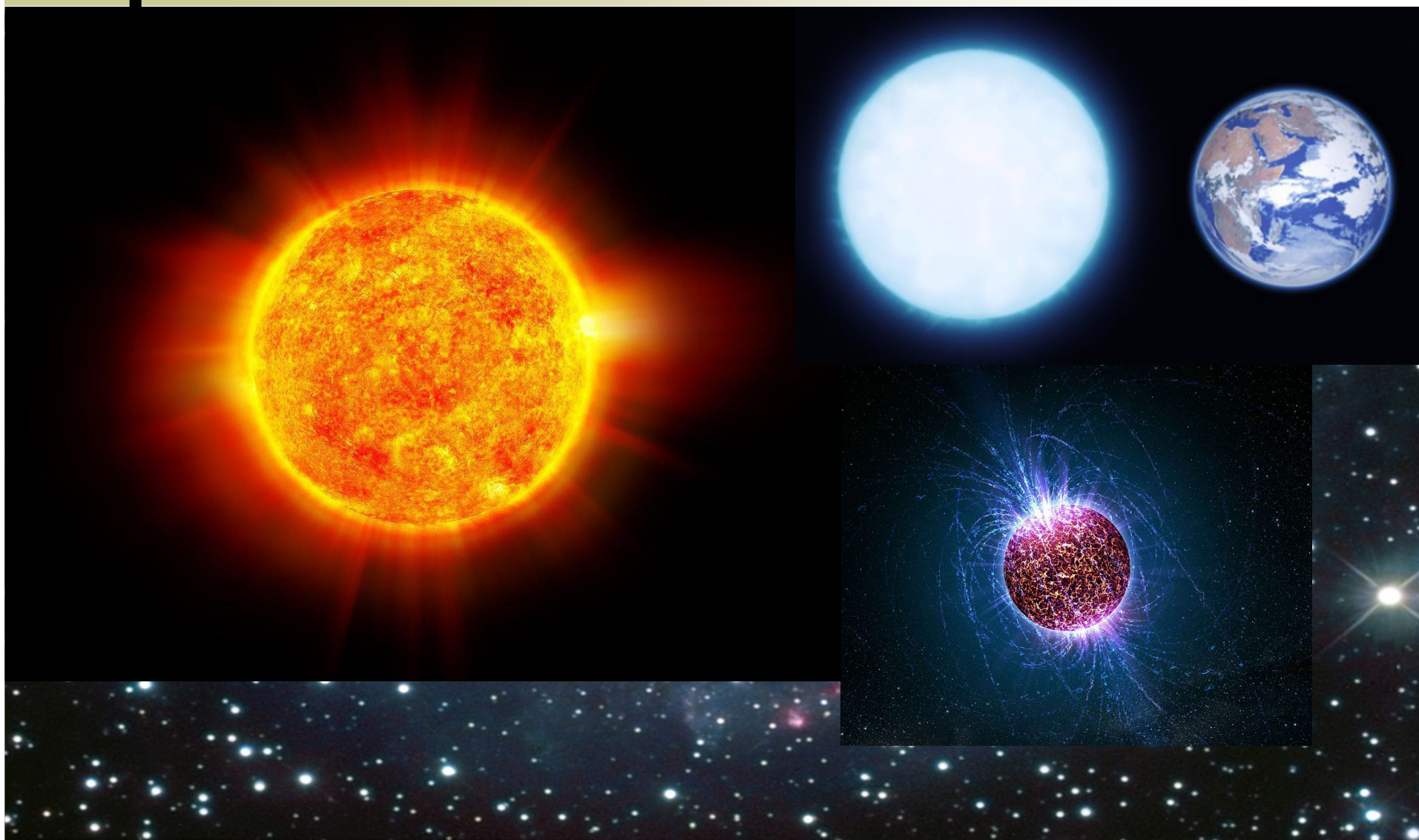


$$T < T_{KP}$$

$$T > T_{KP}$$



Солнце, белые карлики и нейтронные звезды



БИТЫ И КУБИТЫ

Бит

0



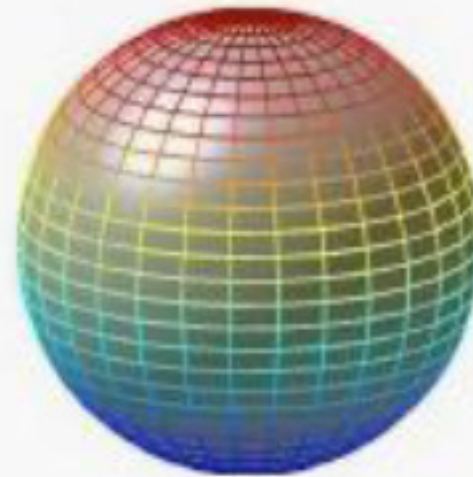
1



Значение: 0 или 1

Кубит

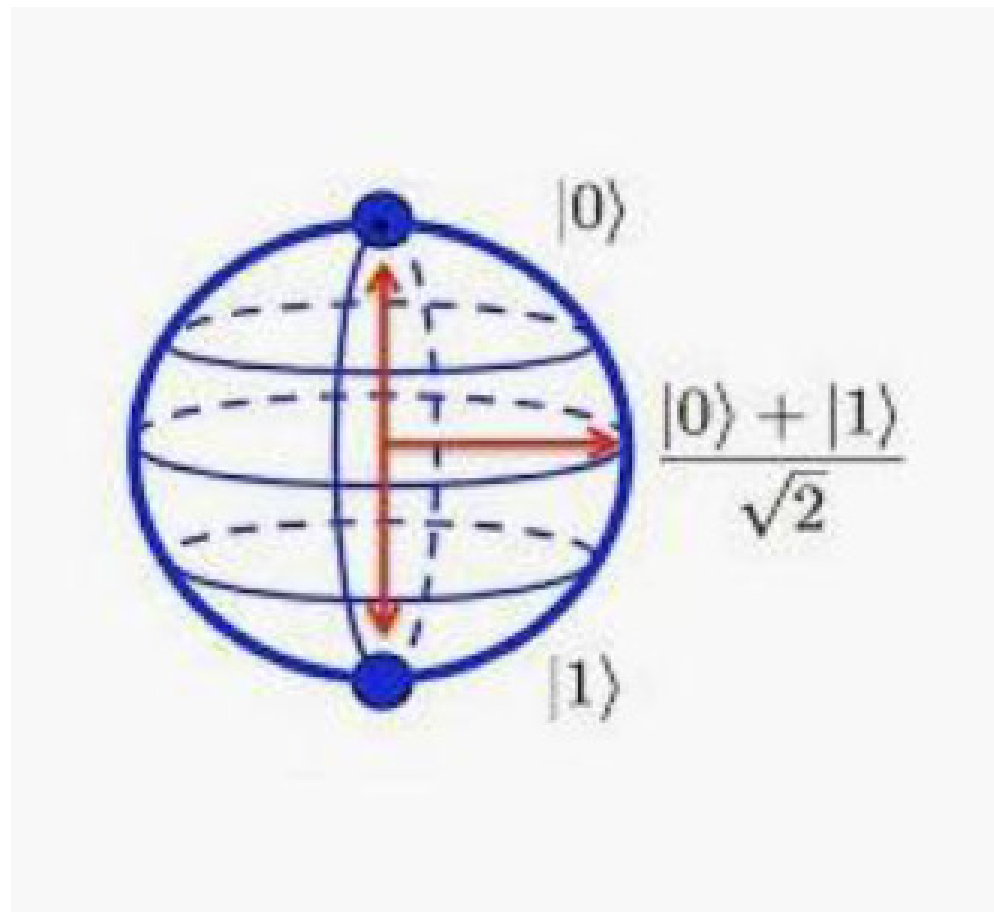
0



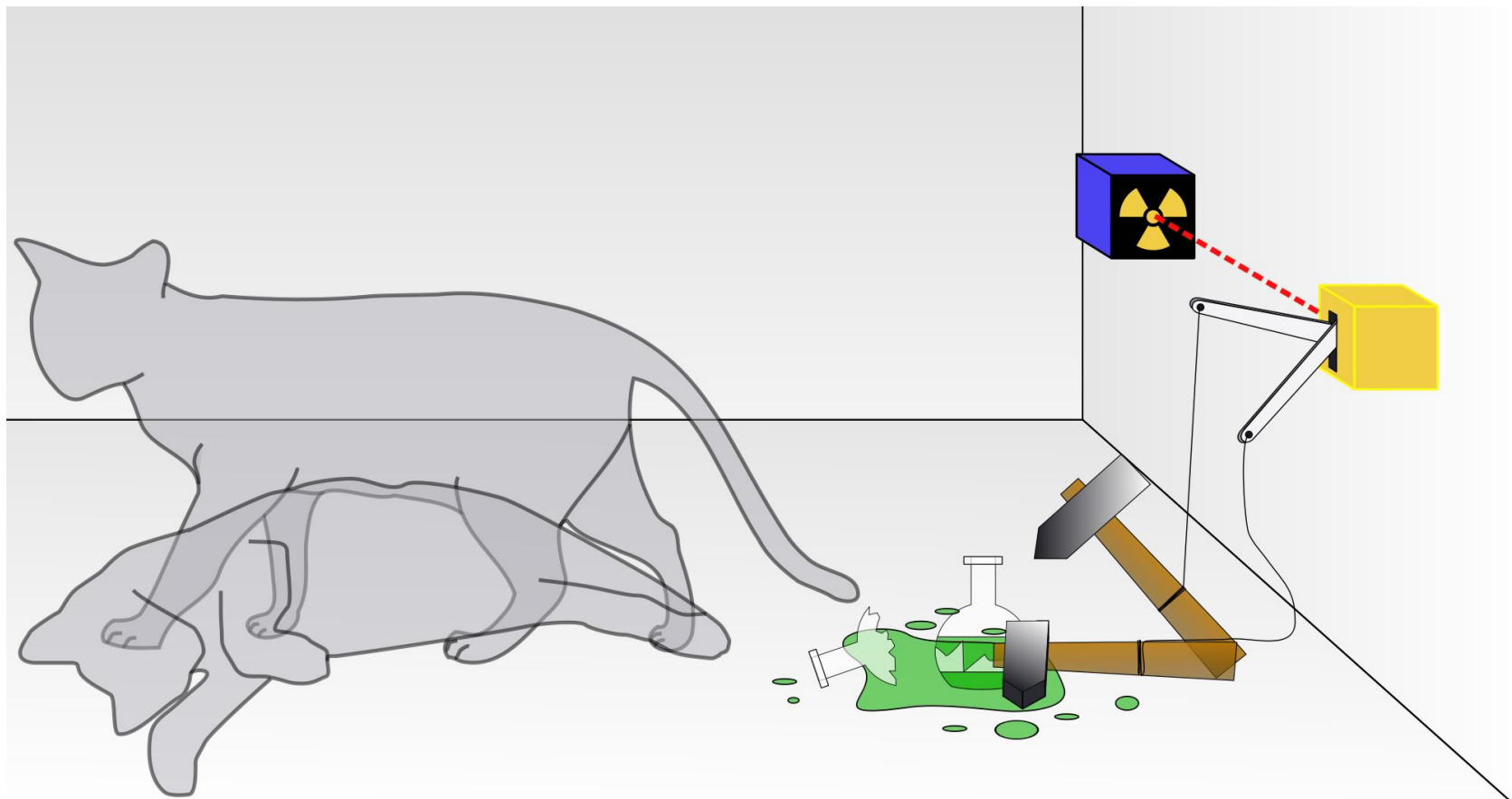
1

$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$

КВАНТОВАЯ СУПЕРПОЗИЦИЯ



«... И о Вашем коте, герр Шредингер: у нас есть хорошая новость и плохая новость.»

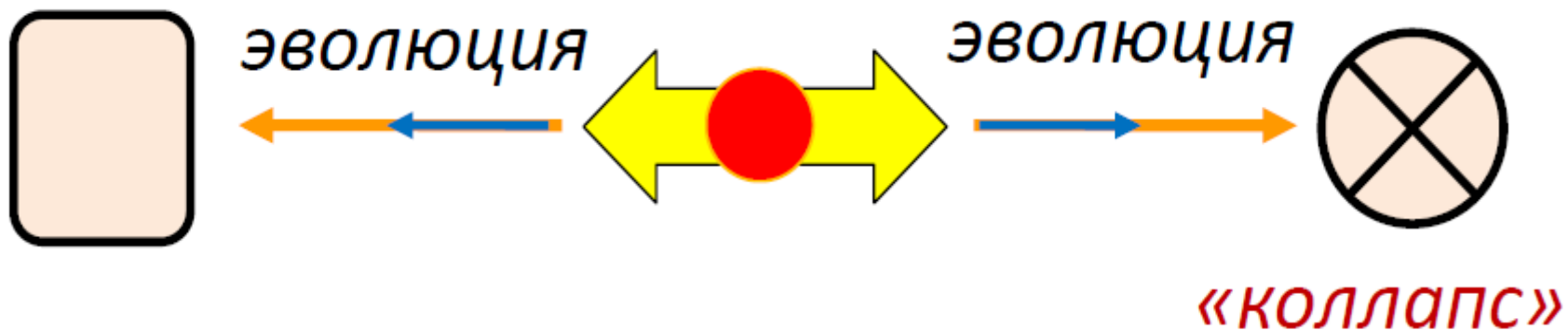


КВАНТОВАЯ ЗАПУТАННОСТЬ

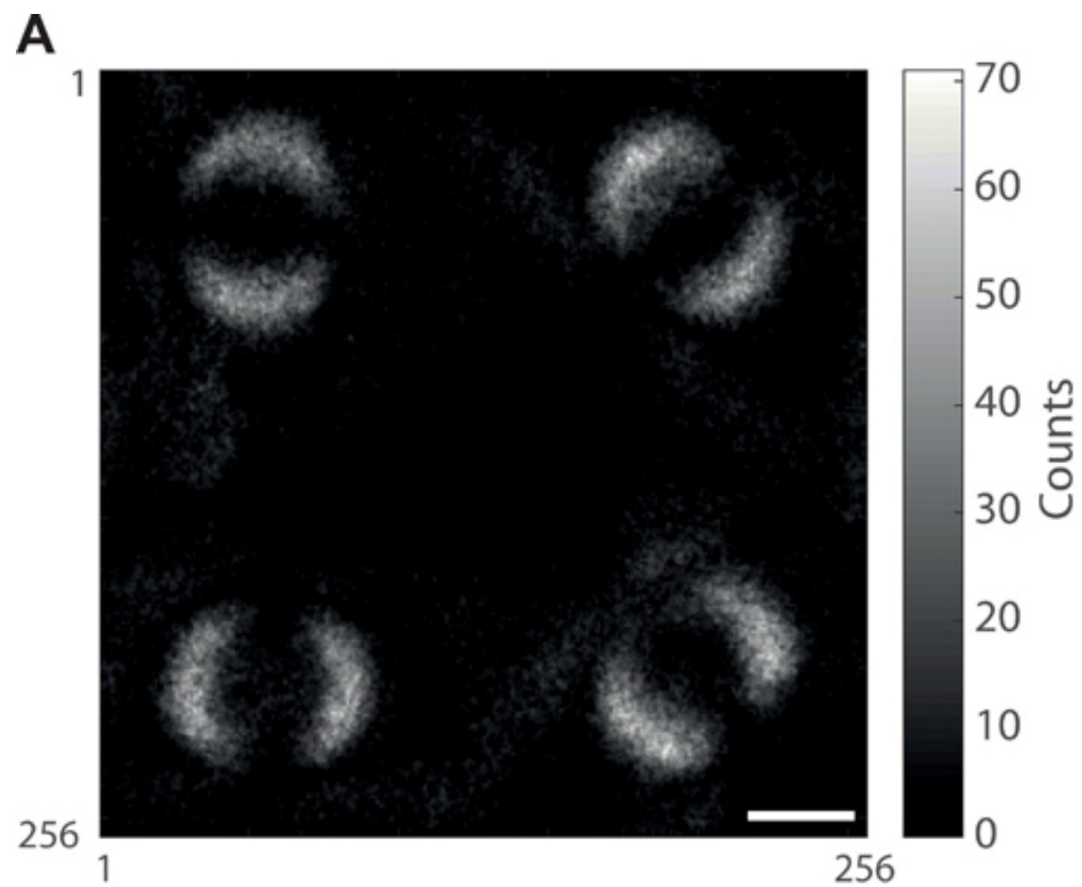
$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = 0$$

$$\vec{S}_1 + \vec{S}_2 = 0$$

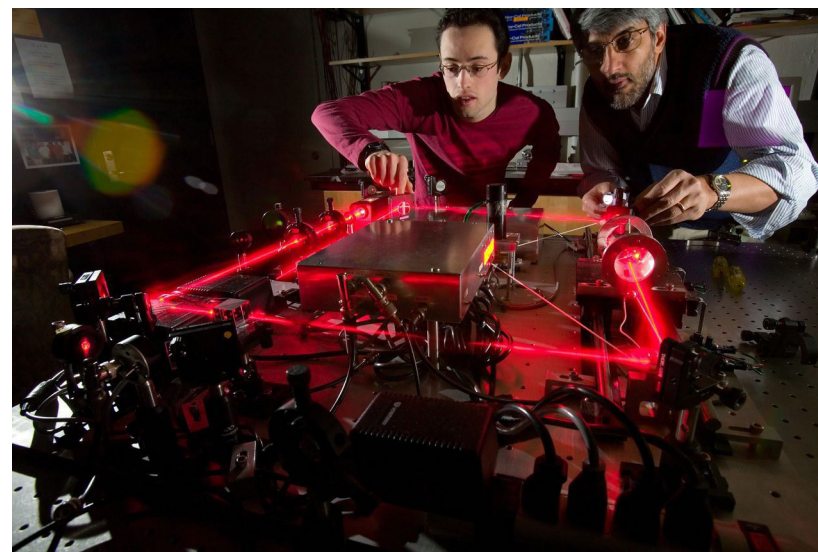
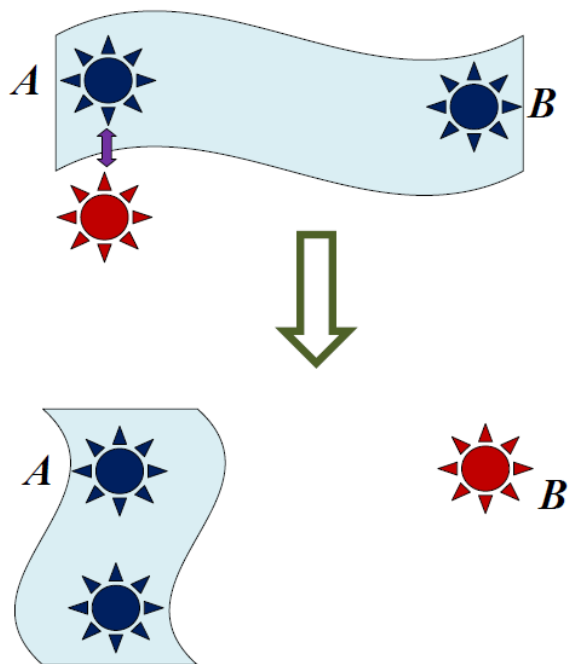
измерение



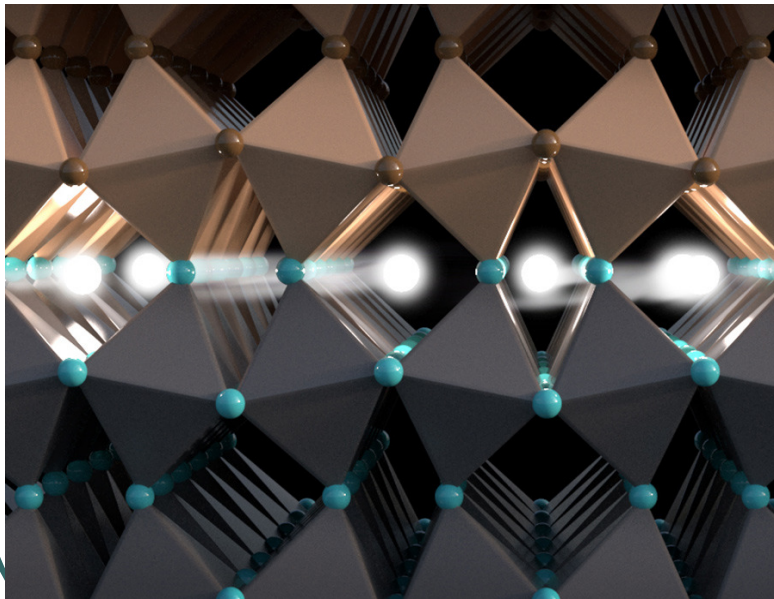
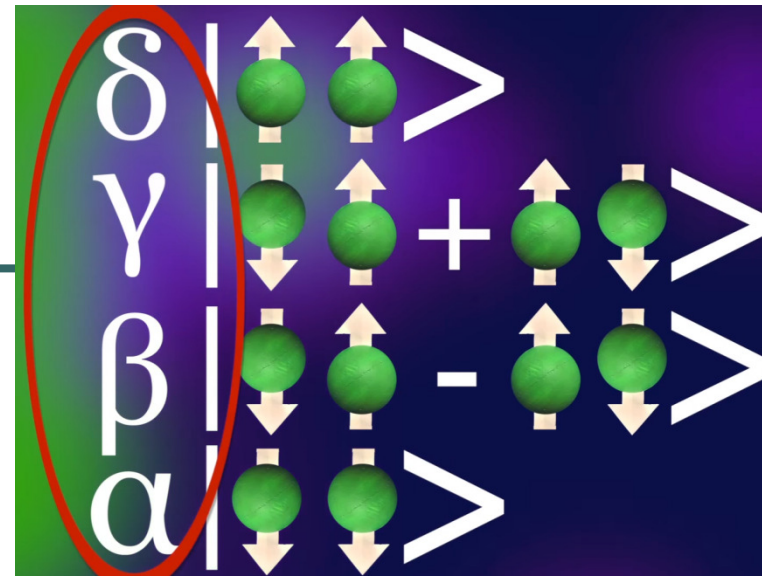
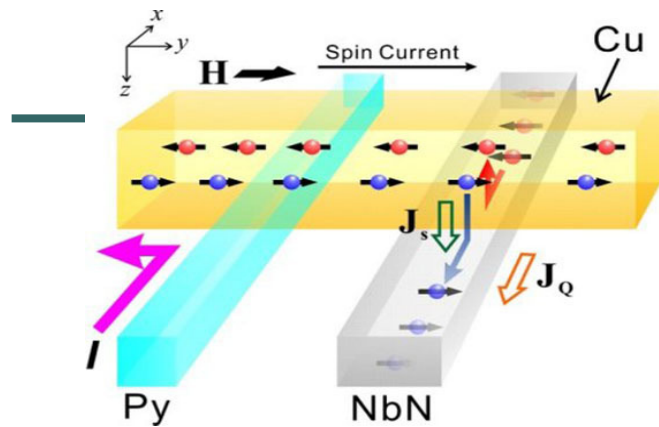
КВАНТОВАЯ ЗАПУТАННОСТЬ



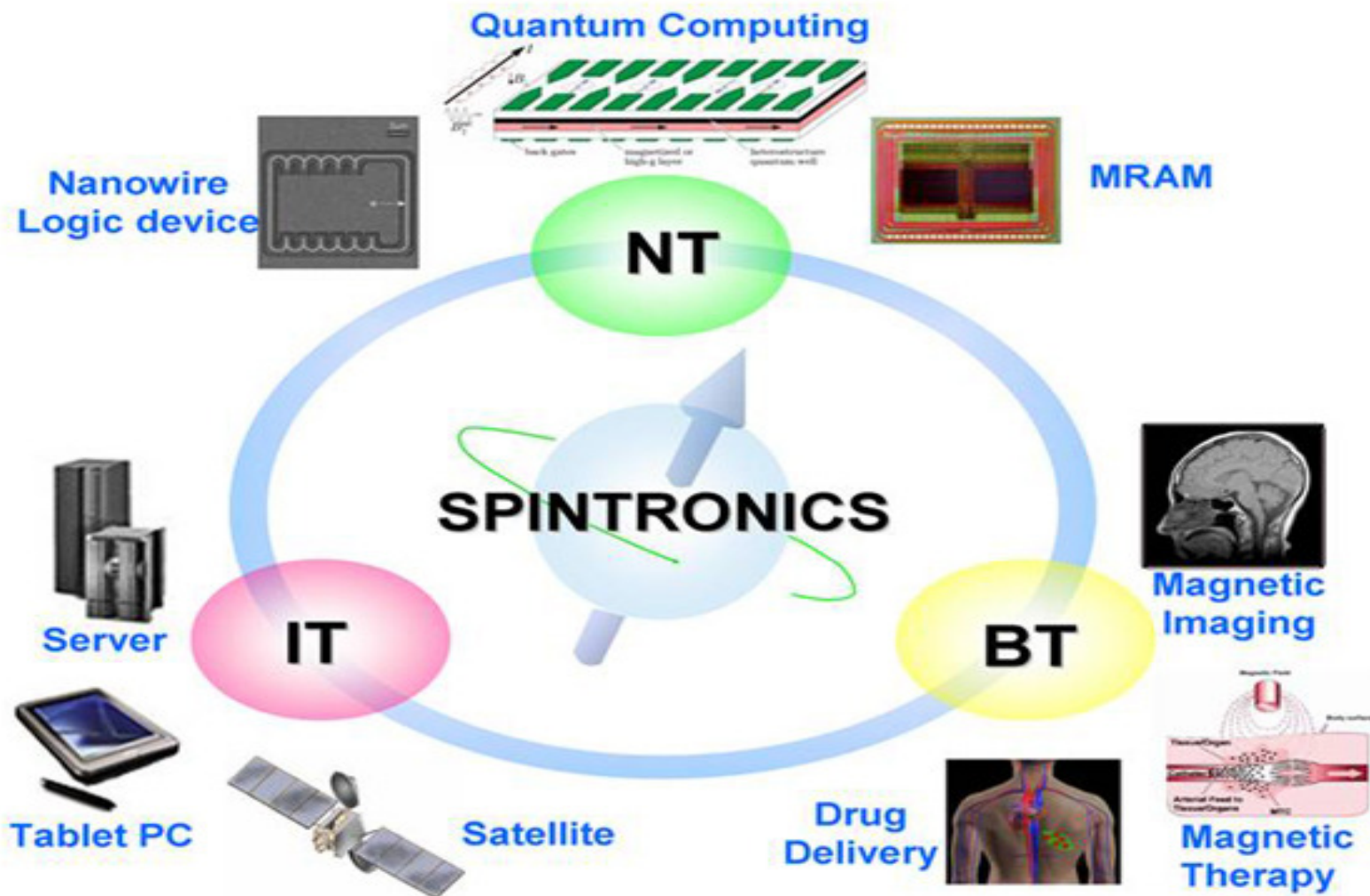
КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ



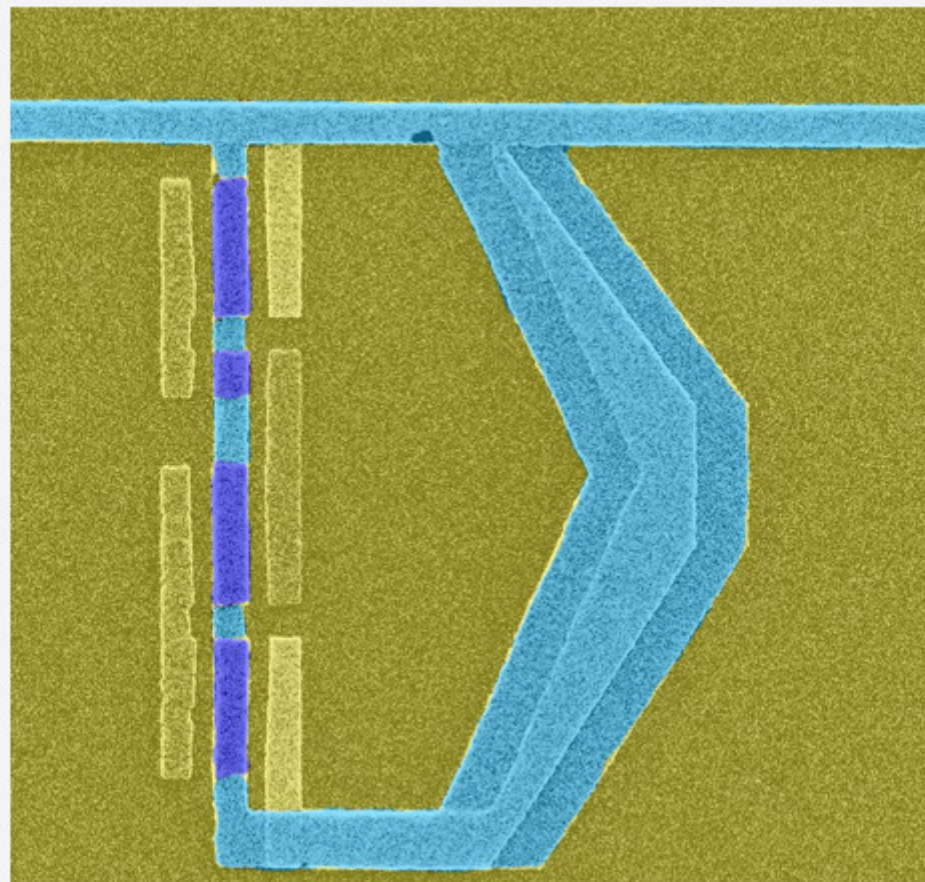
Спинтроника



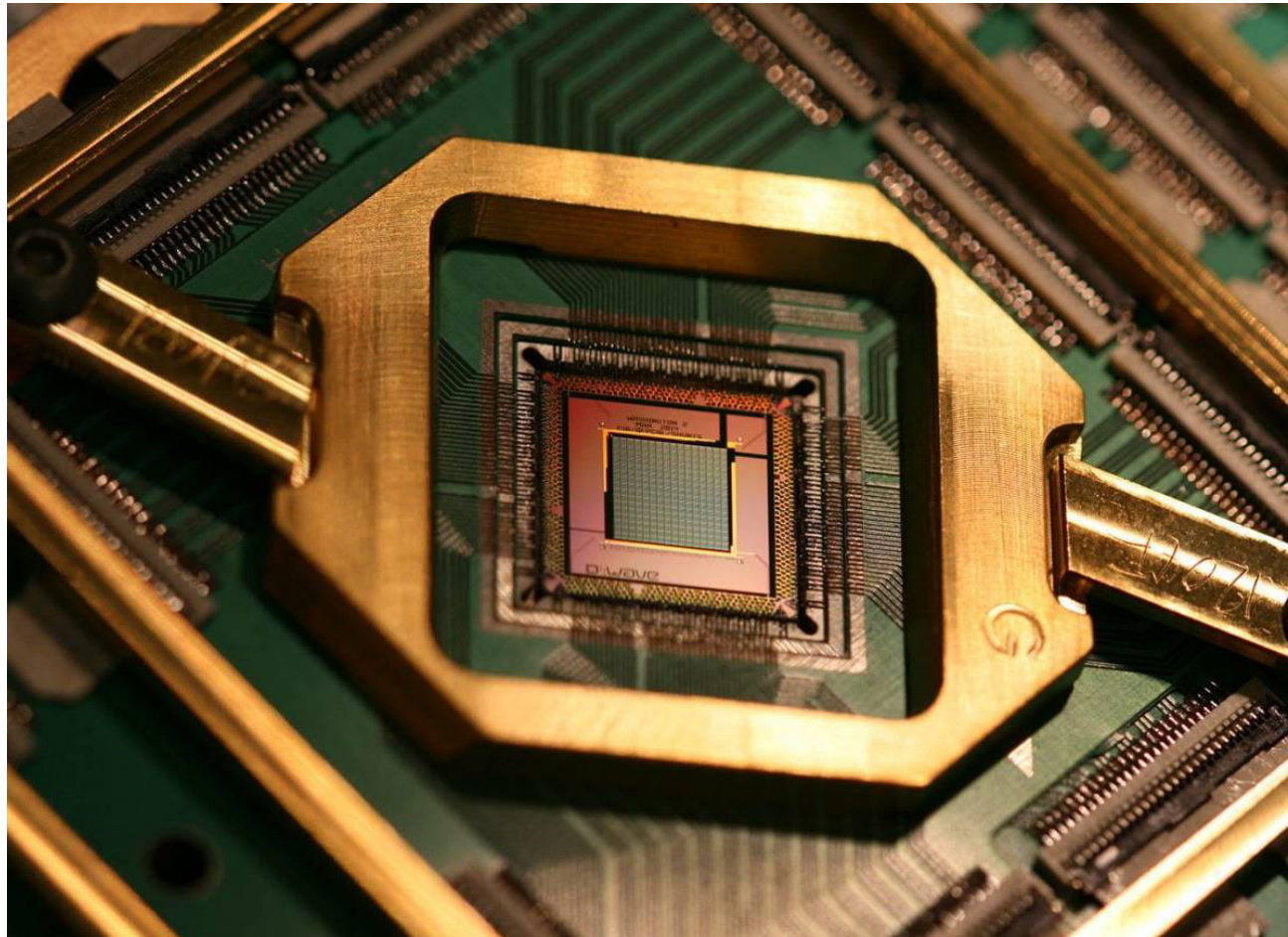
Спинтроника



Первый российский кубит



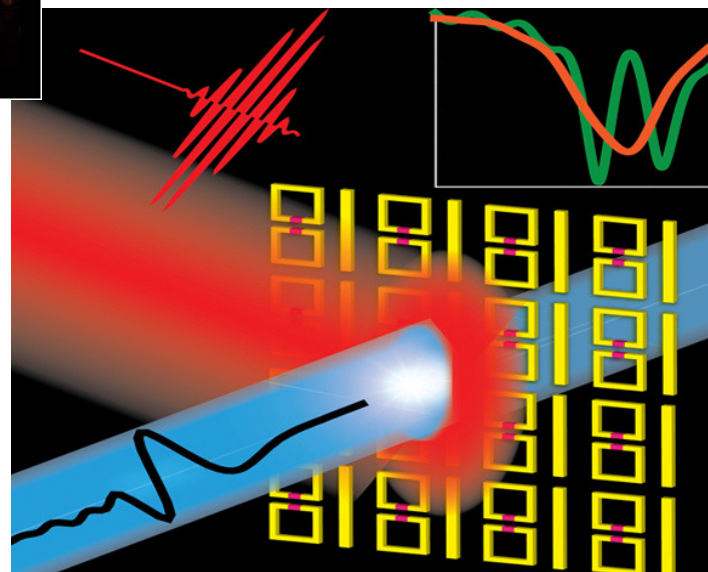
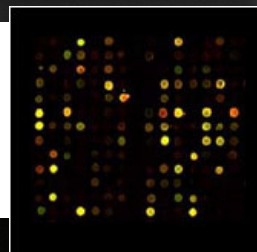
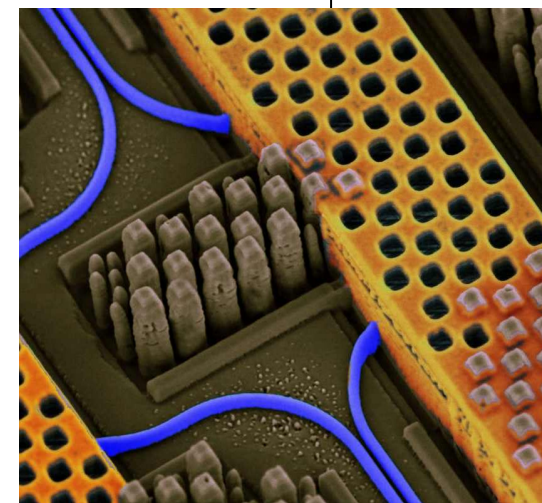
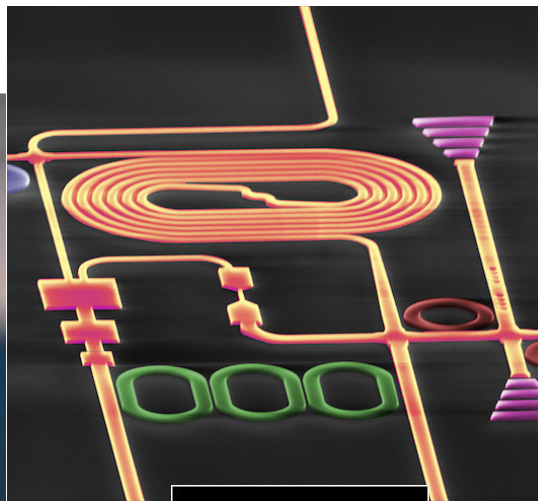
Квантовый процессор на 50 кубитах



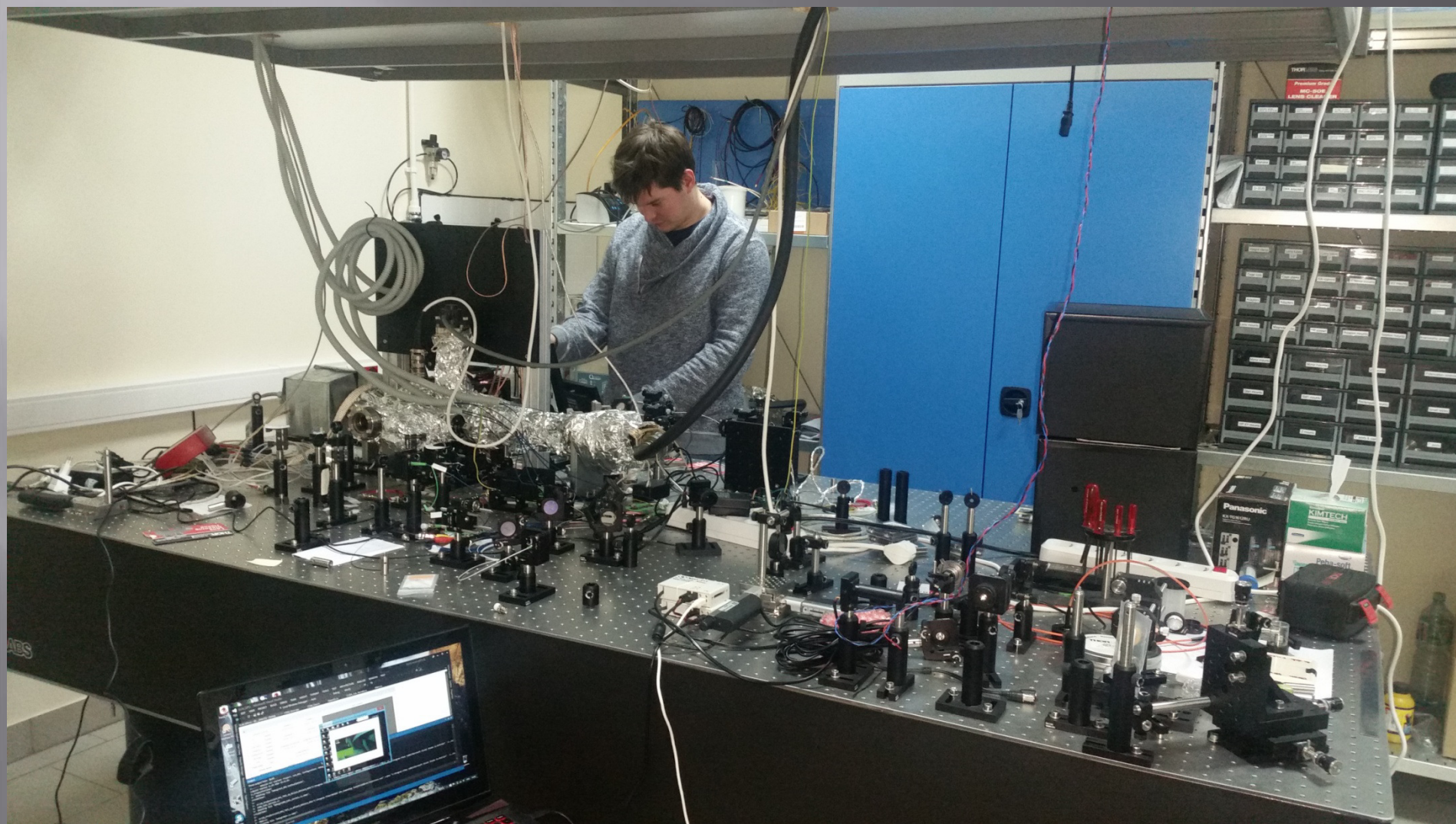
КРИОТЕХНИКА



Лазерные технологии

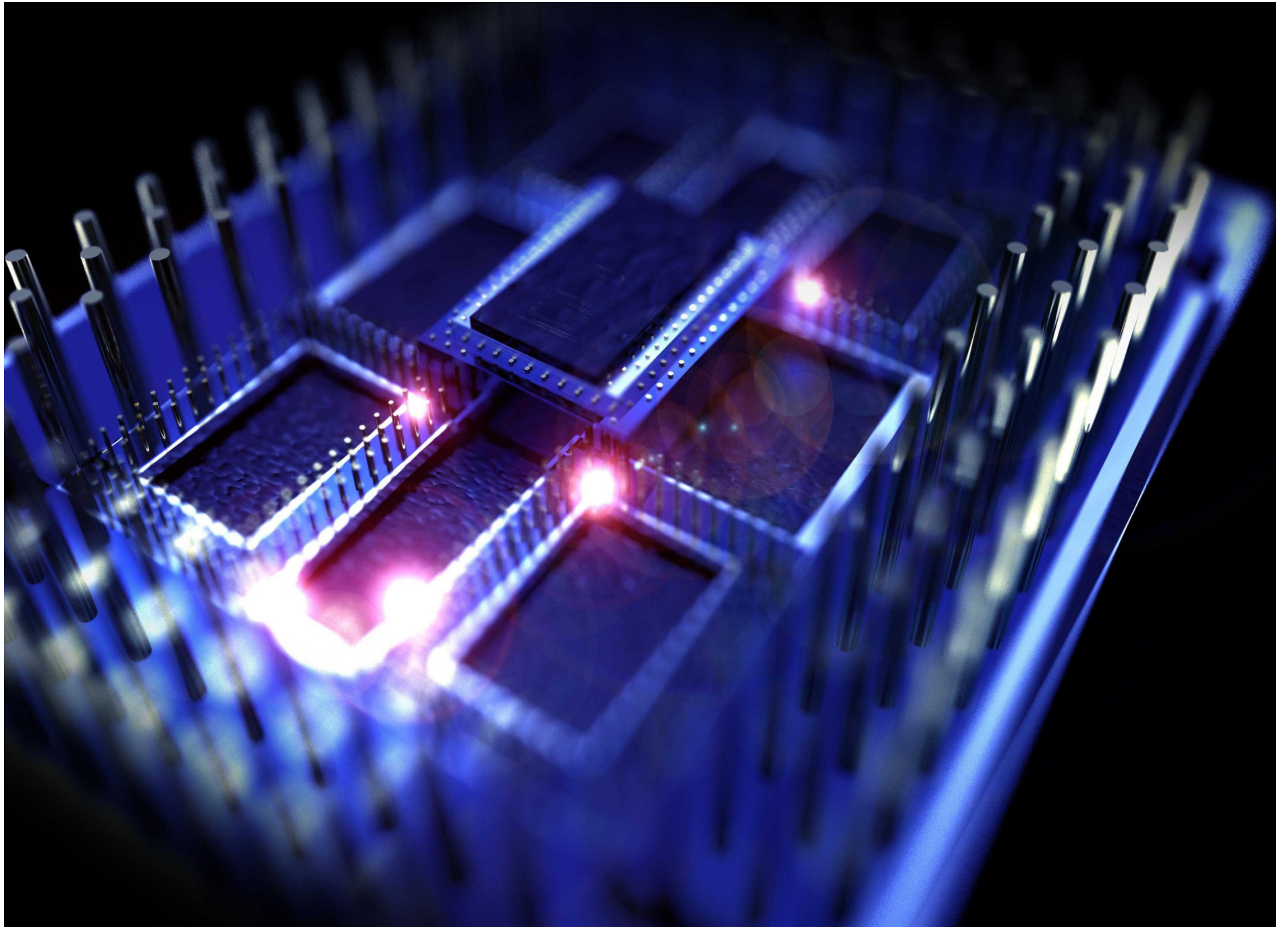


НАНОФОТОНИКА



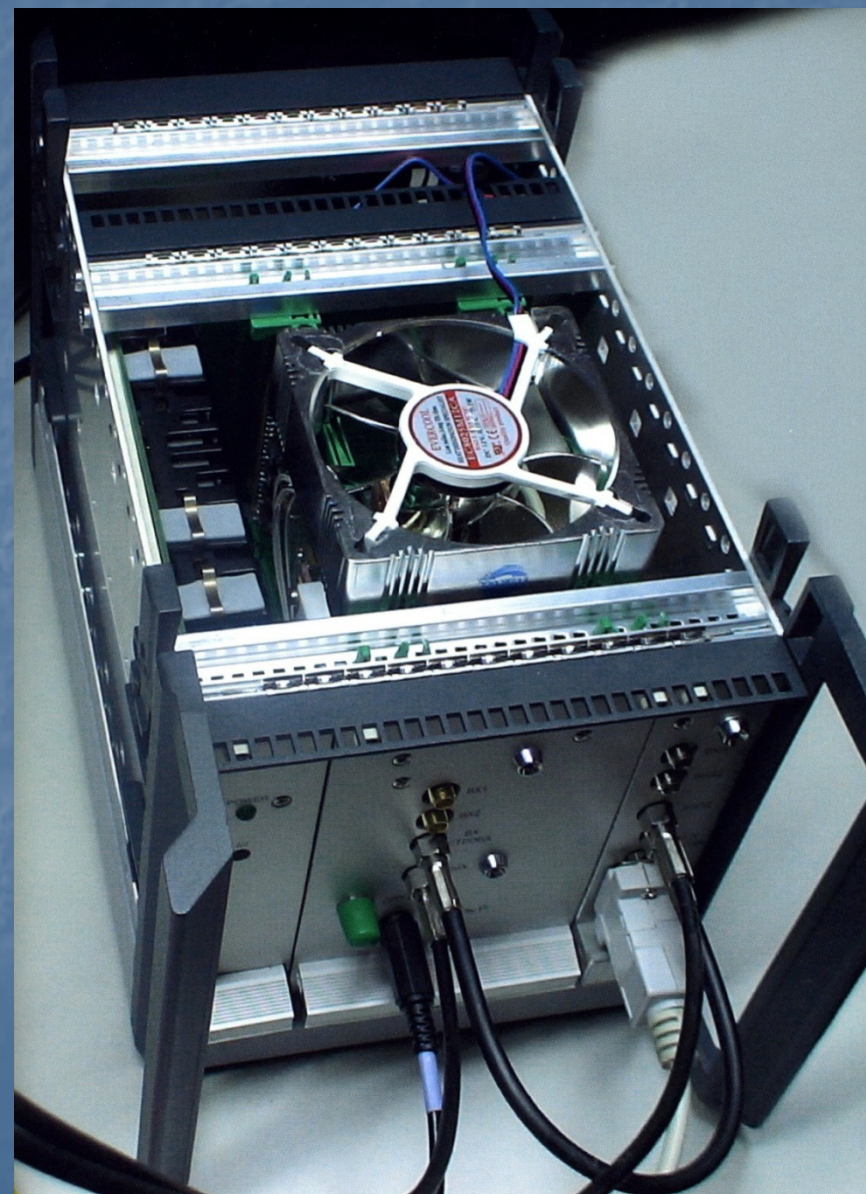
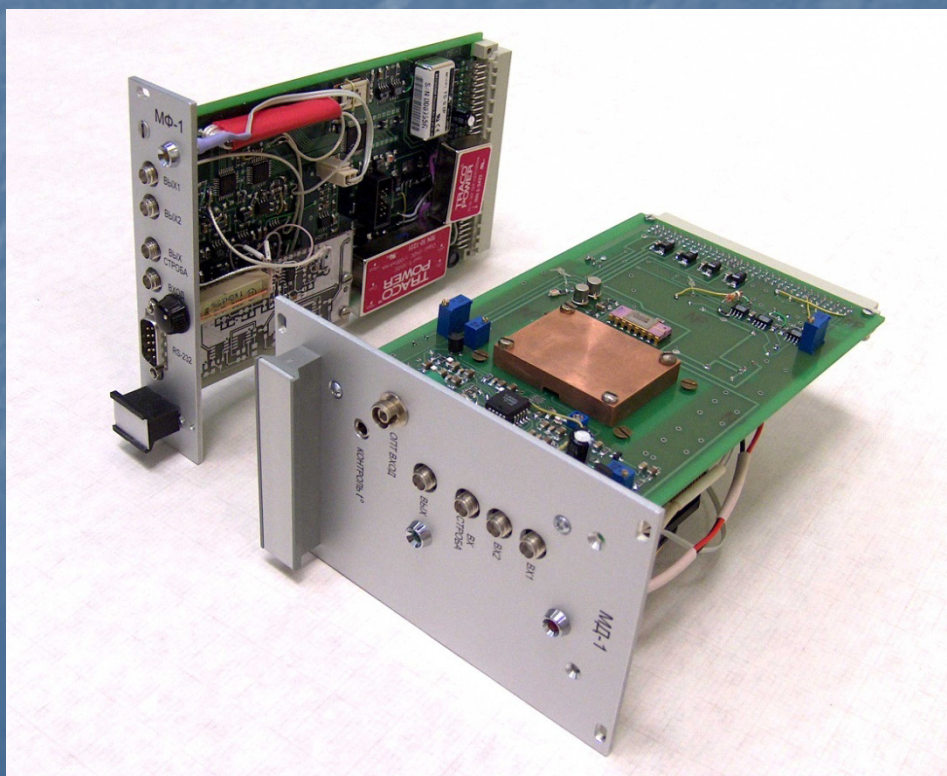
КВАНТОВАЯ ОПТИКА







Однофотонный детектор:
вероятность регистрации
фотонов – около 20%
(разработка – при участии
физфака МГУ)



«Квантовая криптография» решает в криптологии проблему распределения секретных ключей между легитимными пользователями и, тем самым, делает возможным обмен закрытой информацией между ними в режиме **одноразового блокнота**.

При этом секретность **гарантируется законами природы** и не ограничивается техническими возможностями легитимных пользователей или перехватчиком.

В основе лежит т.н. «**теорема о запрете клонирования неизвестного квантового состояния**»

или тот факт, что не могут быть достоверно и одновременно определены наблюдаемые величины, которым соответствуют некоммутирующие операторы, напр., координата и импульс частицы.

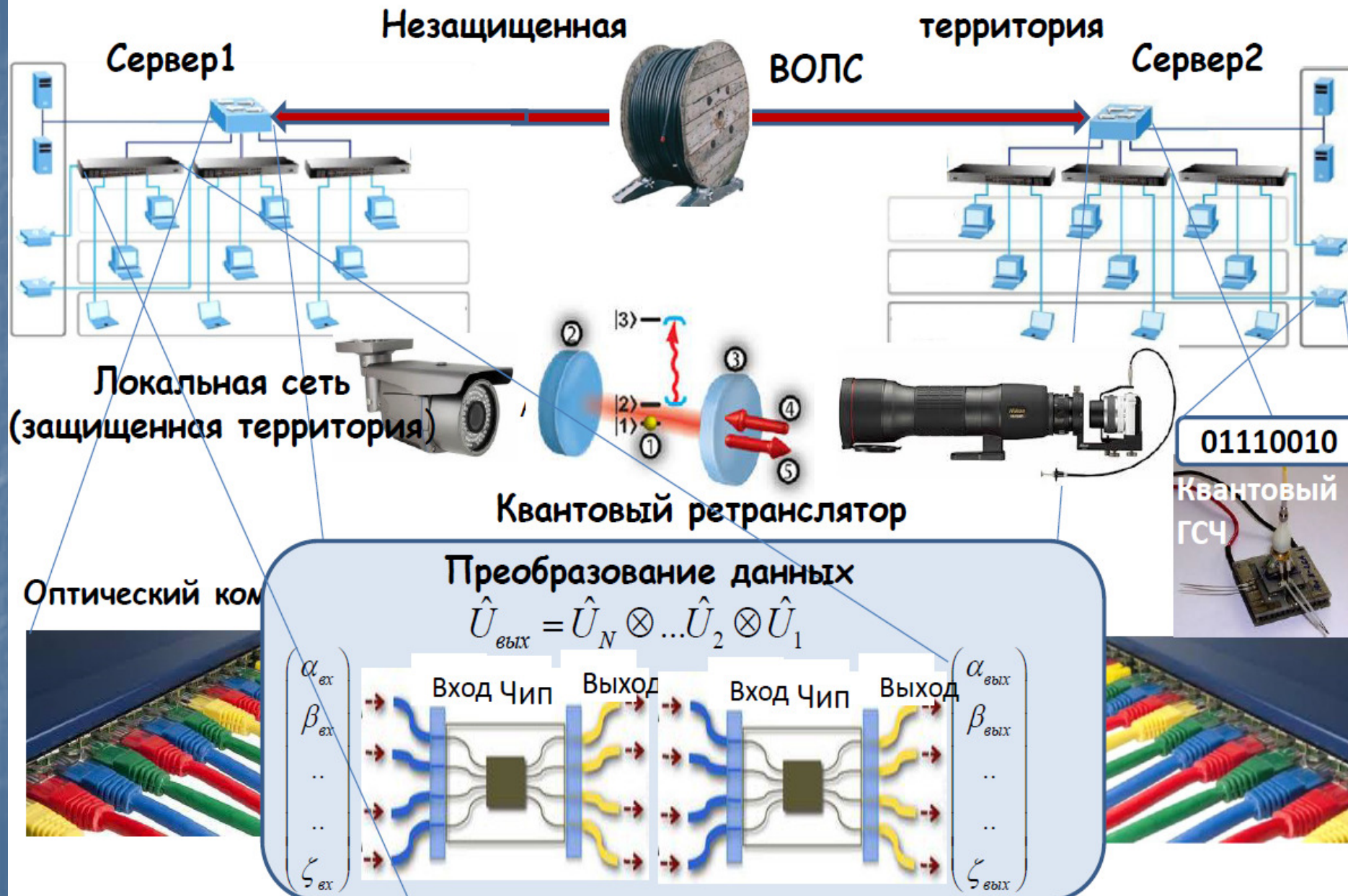
Системы КРК:

оптоволоконные (до 100км);
в воздушном пространстве (до 30км);
низкоорбитальные спутники (до 1600 км).



Интеграция в сети

ПЛАТФОРМА ДЛЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ



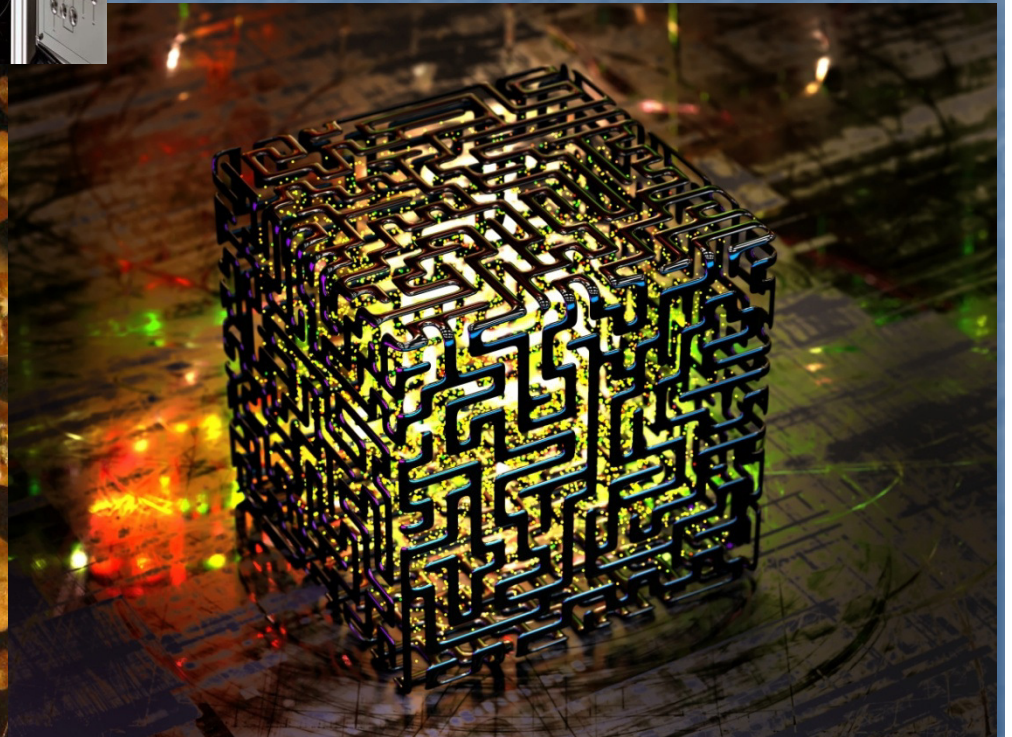
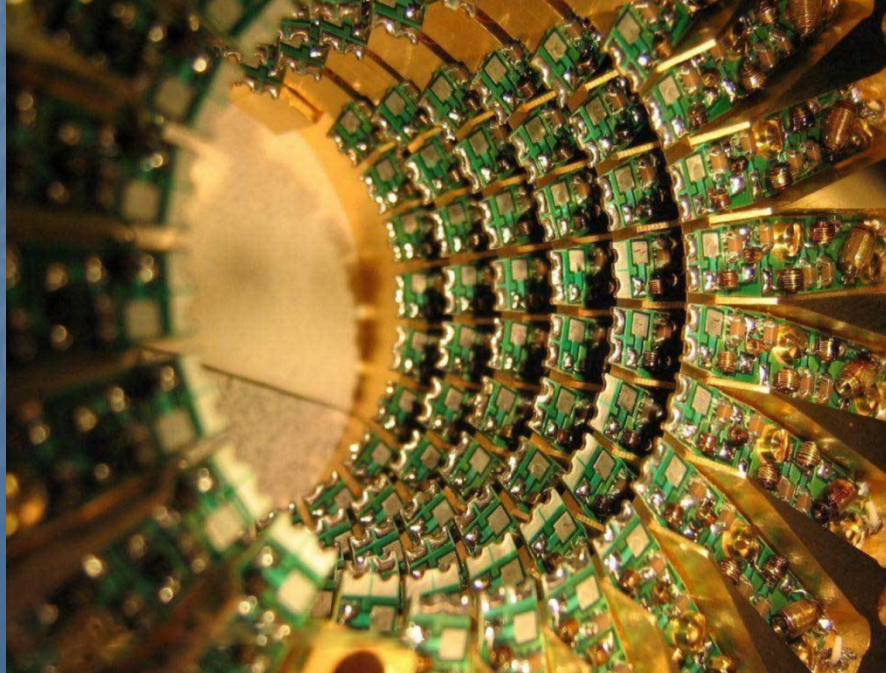


Faculty of Physics
M.V.Lomonosov Moscow
State University

8TH RUSSIAN-JAPANESE
FORUM OF RECTORS



Faculty of Physics
M.V.Lomonosov Moscow
State University



***КТО ВЛАДЕЕТ
ИНФОРМАЦИЕЙ – ТОТ
ВЛАДЕЕТ МИРОМ.***

Уинстон Черчилль

