



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

КАФЕДРА
ТЕЛЕМАТИКА

**Семинар по специальности на английском
языке
(Workshop in English)**

A Journey Through the Time new feature of Computer Science

(занятие 11)

20 апреля
2022 г.

Что обсуждали на прошлой лекции э «Машина времени» компьютерных наук

С точки зрения физики у времени есть свойства:

1. Принцип причинности – события следуют в строгом порядке, при котором причина предшествует следствию.
2. Принцип альтернативности – у любого события есть несколько вариантов исхода.
3. Принцип цикличности – события **повторяются**.

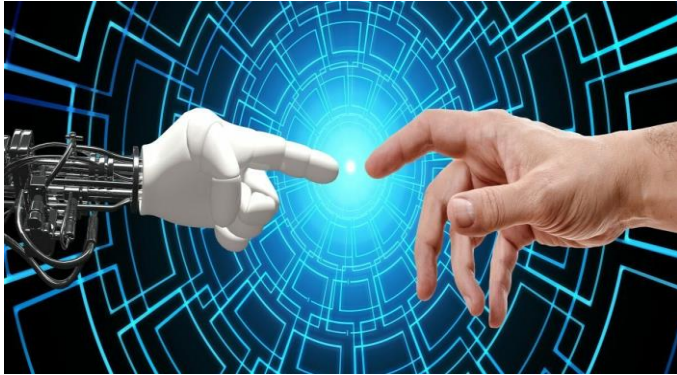
С точки зрения компьютерных наук у времени есть возможность

4. управлять скоростью течения времени
5. использовать «прошрое» для «предсказания» будущего
6. изменять «настоящее», используя прогноз будущего.

Что обсудим на этой лекции

измеримая “физическая величина” имеет объективную вероятность “определенных значений”, а ее “наблюдатель” может быть заменен автоматом.

Д. фон-Неймана 1964



What would happen if technology continued to evolve so much more rapidly than the animal and vegetable kingdoms? Would it displace us in the supremacy of earth?

We are daily giving [machines] greater power and supplying by all sorts of ingenious contrivances such as self-regulating, self-acting power which will be to them what intellect has been to the human race.

—SAMUEL BUTLER

wonders of life and misery of disease are information processes?

After three billion years of evolution, we have obtained the **instruction set** that carries each of us **from the one cell** through **adulthood** to the grave.

—DR. ROBERT WATERSON

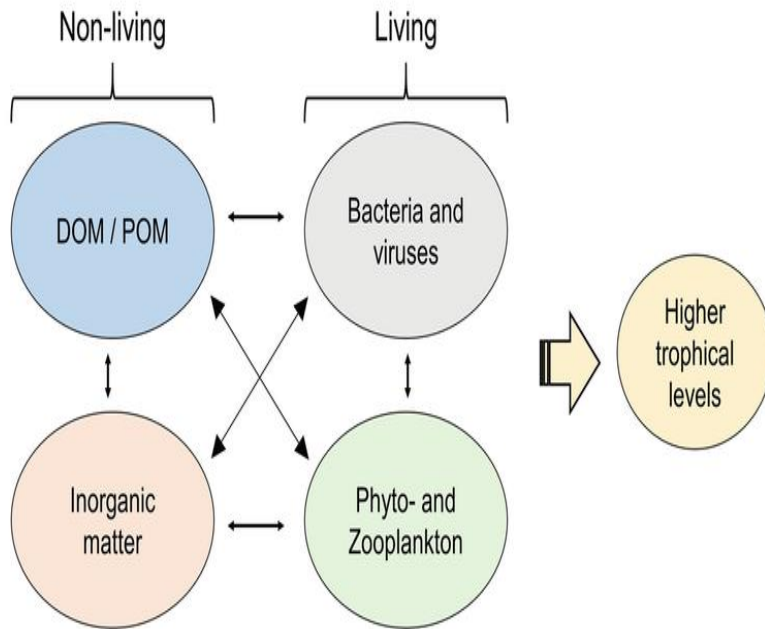
Deriving physics from information processing **could reconcile** relativity and quantum theory:

- the former creates the space-time **operating system** and
- the latter how it creates energy and matter **applications**.

Genetics information processes and “software” programs, are very compact. The human genome is a sequential binary code containing only about **eight hundred million bytes of redundancies information (800 MB)**. If redundancies are removed we are left with only **thirty to one hundred million bytes**, equivalent to the size of an **average contemporary software program**.

This code is supported by a set of biochemical machines that translate these linear (one-dimensional) sequences of DNA **"letters" into strings** of simple **building blocks called amino acids**, which are in turn folded into **three-dimensional proteins**, which make up all living creatures **from bacteria to humans**.

Life – is from bit ?

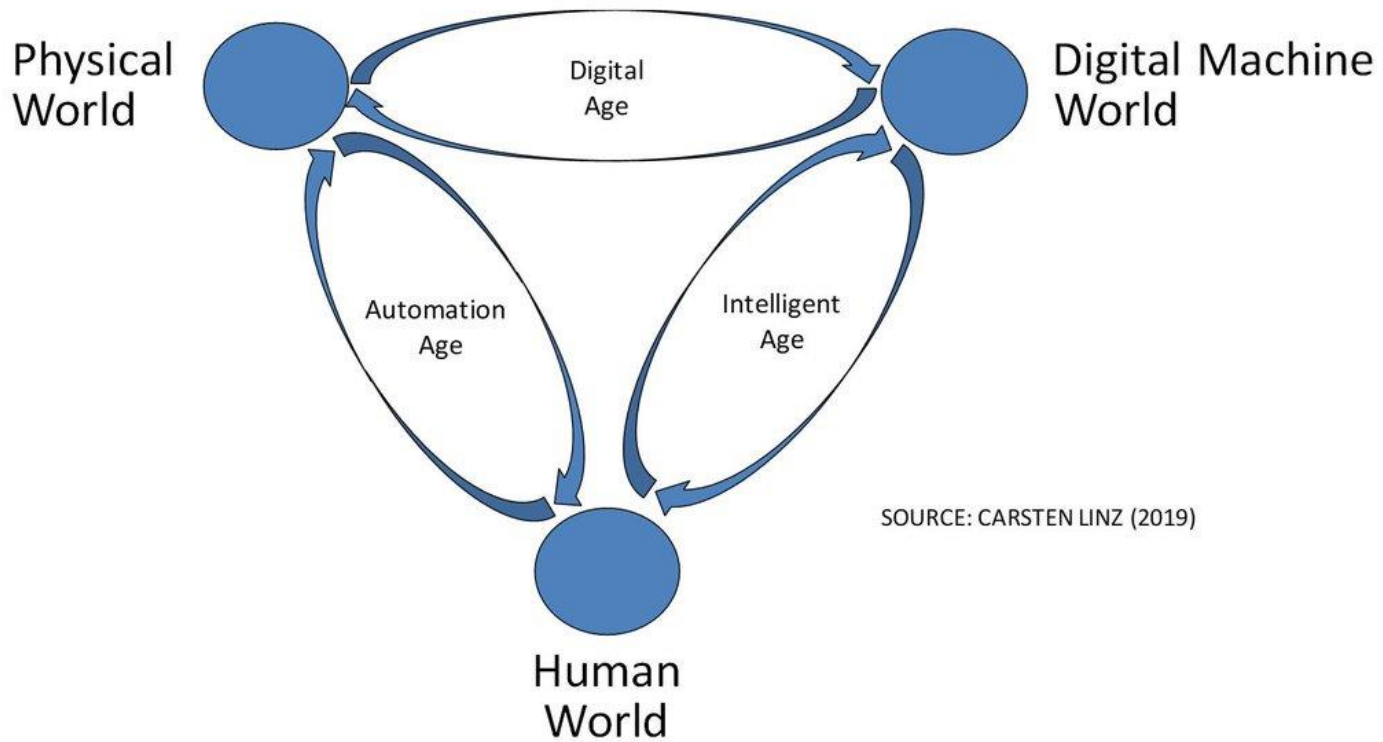


Viruses occupy a niche in between **living and nonliving matter** but are also composed of fragments of DNA or RNA.)

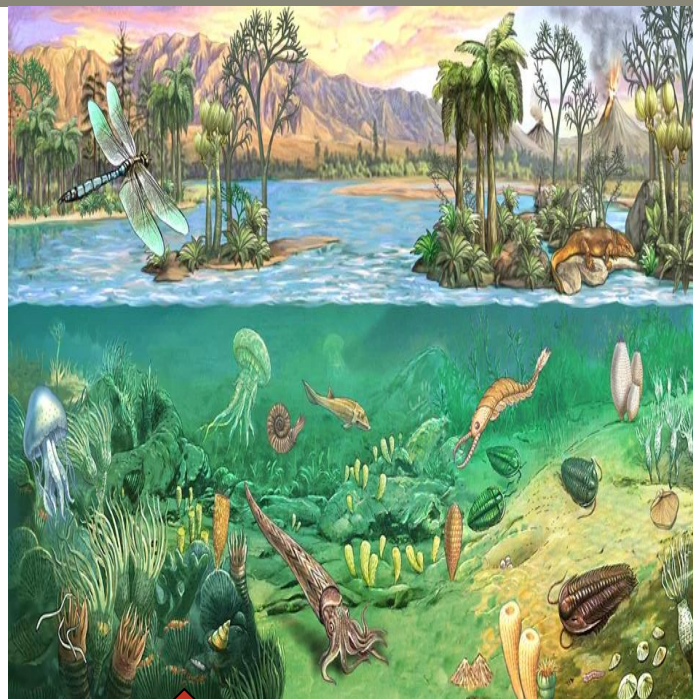
This machinery is essentially a self-replicating **nanoscale replicator** that builds the elaborate hierarchy of structures and **increasingly complex systems** that a living creature comprises

physical world is a virtual reality ?

Nanotechnology: The Intersection of Information and the Physical World



Is the Human Brain Different from a Computer ?



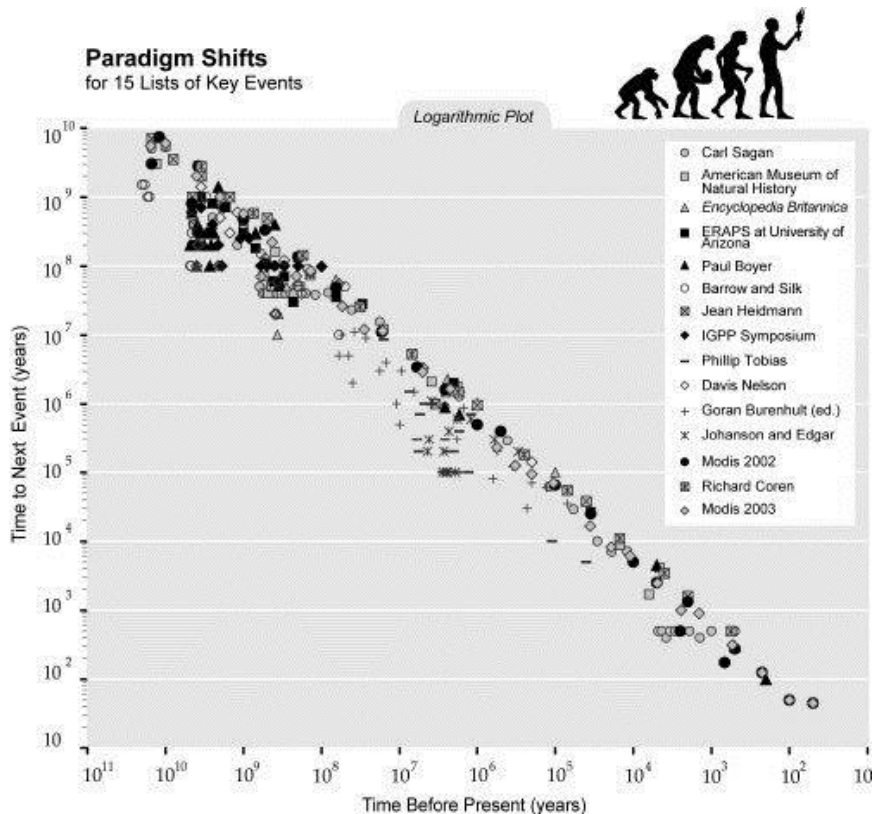
Прогноз №1. К середине 2020-х прогресс в IT позволит создать оборудование и программное обеспечение, позволяющие эмулировать на компьютере интеллект человека.

Философия: Существует ли реальность, которую наблюдать нельзя, а можно лишь **МЫСЛИТЬ** или **ВЫЧИСЛИТЬ** ?



Прогноз №2. К концу 2020-х компьютер пройдет тест Тьюринга—тест на способность машины демонстрировать интеллектуальное поведение, эквивалентное или неотличимое от поведения человека. Иными словами, к концу 2020-х будет создан сильный искусственный интеллект (ИИ).

Peering into the Brain



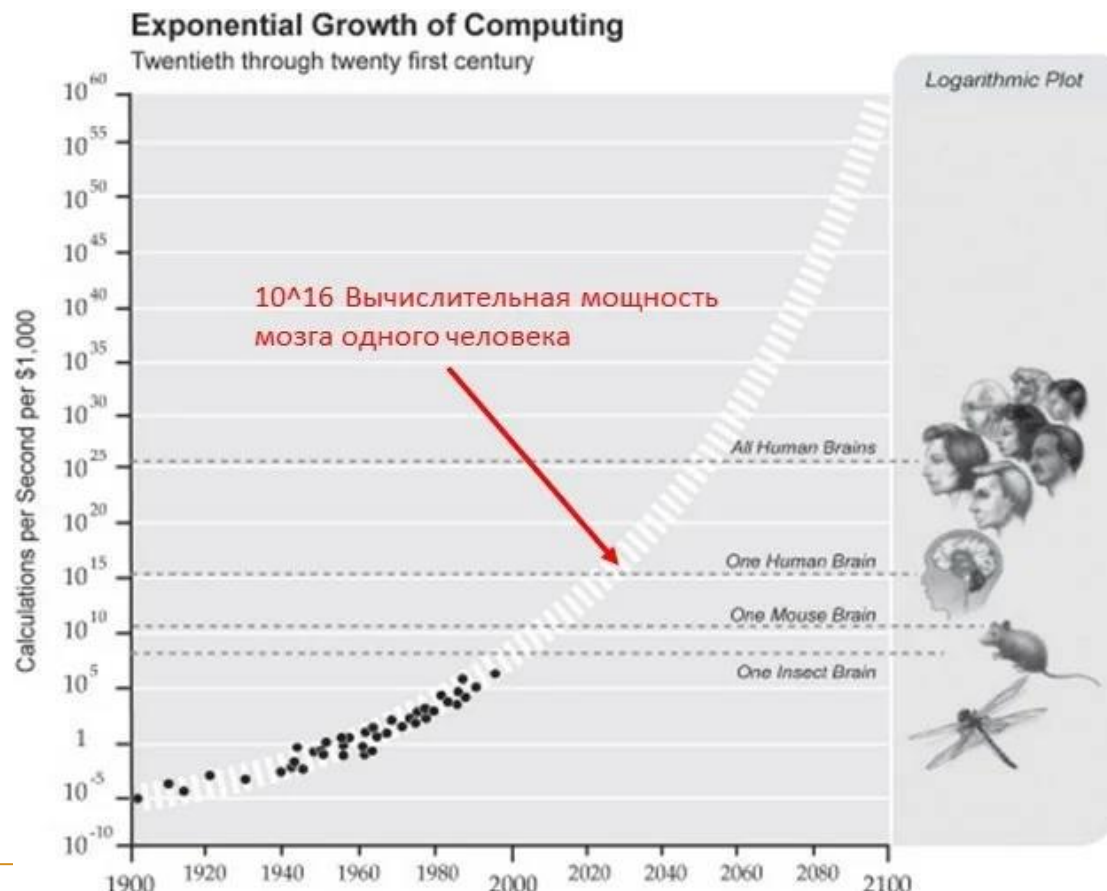
It from bit



Джон Арчибальд Уилер
(John Archibald Wheeler
(1911 – 2008))

Р. Курцвейл: Имеет место экспоненциальный рост скорости технологических инноваций (примерно вдвое каждое десятилетие), приводящий к аналогичному ускорению парадигмальных сдвигов (фазовых переходов) биологической, социальной и технологической эволюции;

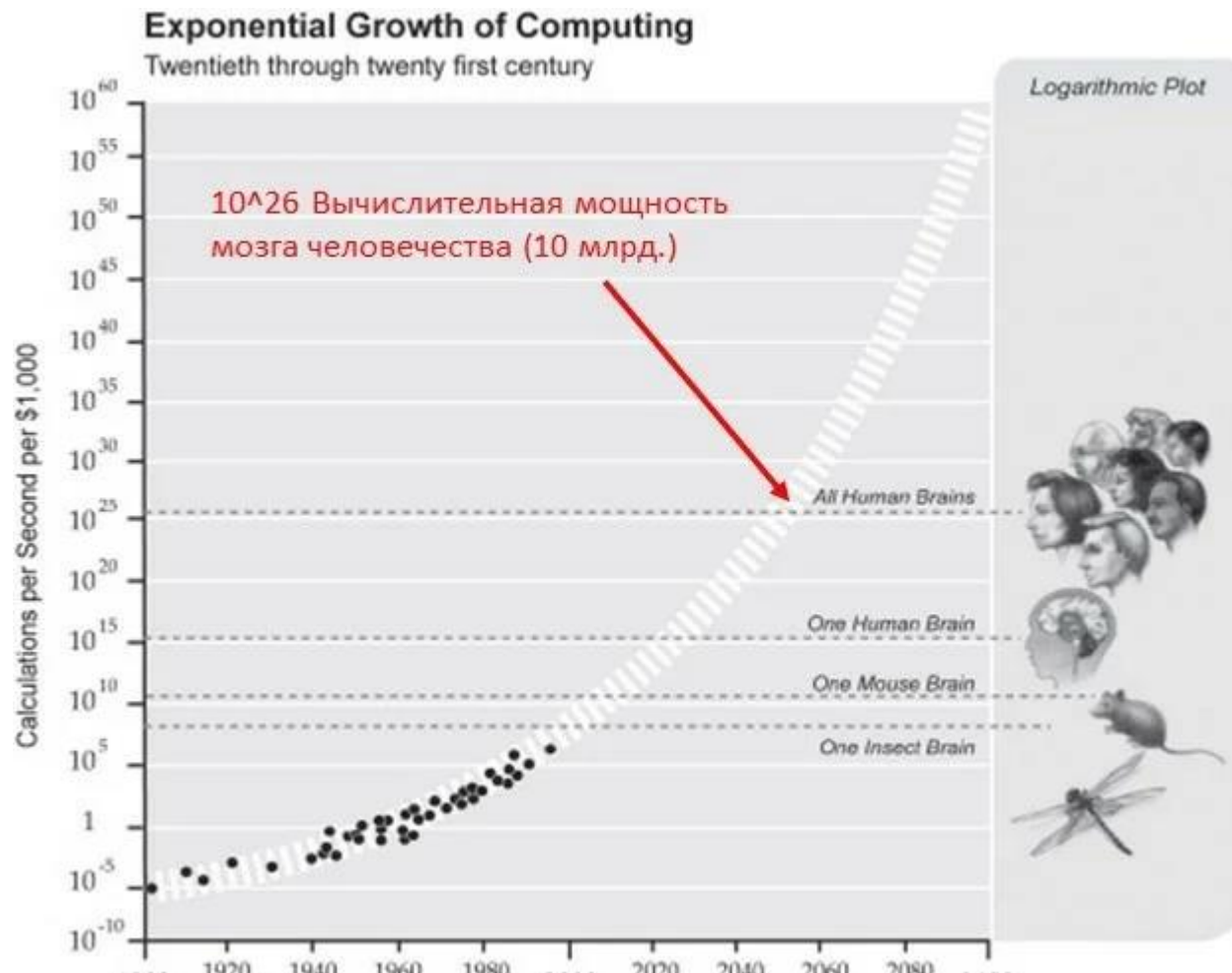
Цитата: жизнь представляет собой процесс познания – понижения энтропии Мира. Познано м.б. то, что логически доказуемо...или вычислимо. Для человека «познано» и «о-сознано» лишь то, что стало частью его «сознания». «Биология познания» (1970)



Inferencing the Brain and Machines

Computation theory of mind исходит из того, что «по-знание» супервентно процессу «вычисления»

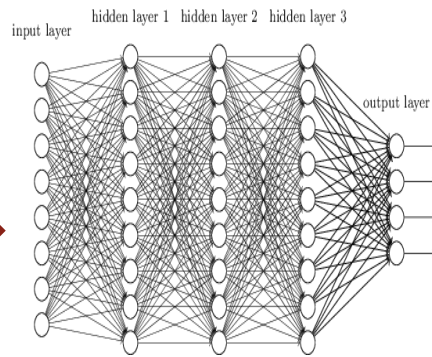
<https://plato.stanford.edu/index.html>



Эволюция компьютерных структур : от «дедуктивных» к «индуктивным» вычислениям.

Суть подхода МТ: реализация дедуктивного процесса с использованием автомата, управляемого алгоритмом, состоящим из команд «МТ»

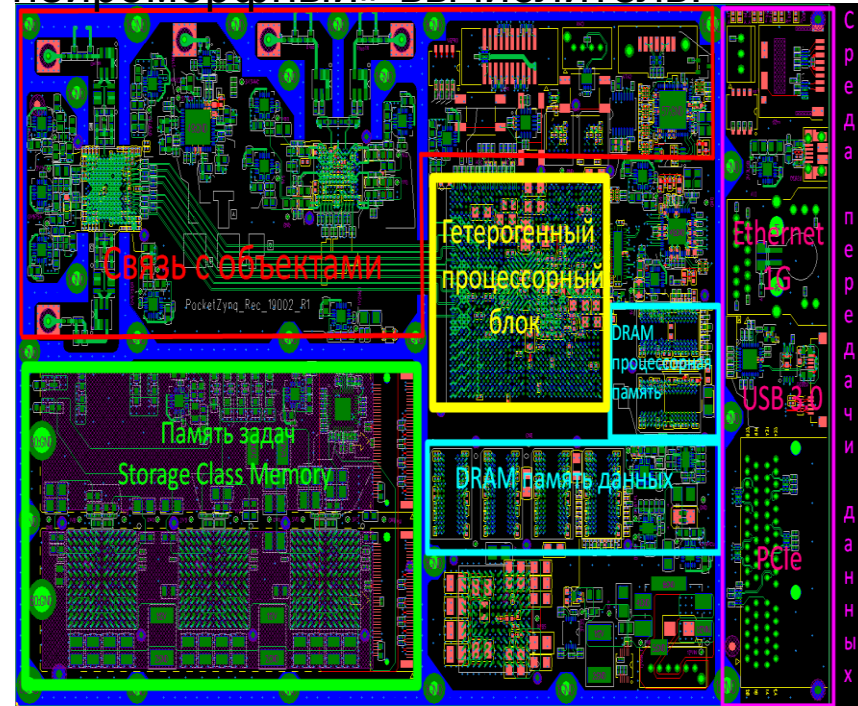
МТ



$$\begin{aligned}\nabla \cdot \nabla \psi &= \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \\ &= \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left[\sin \theta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} \right]\end{aligned}$$



Гетерогенный «программно-нейроморфный» вычислитель:

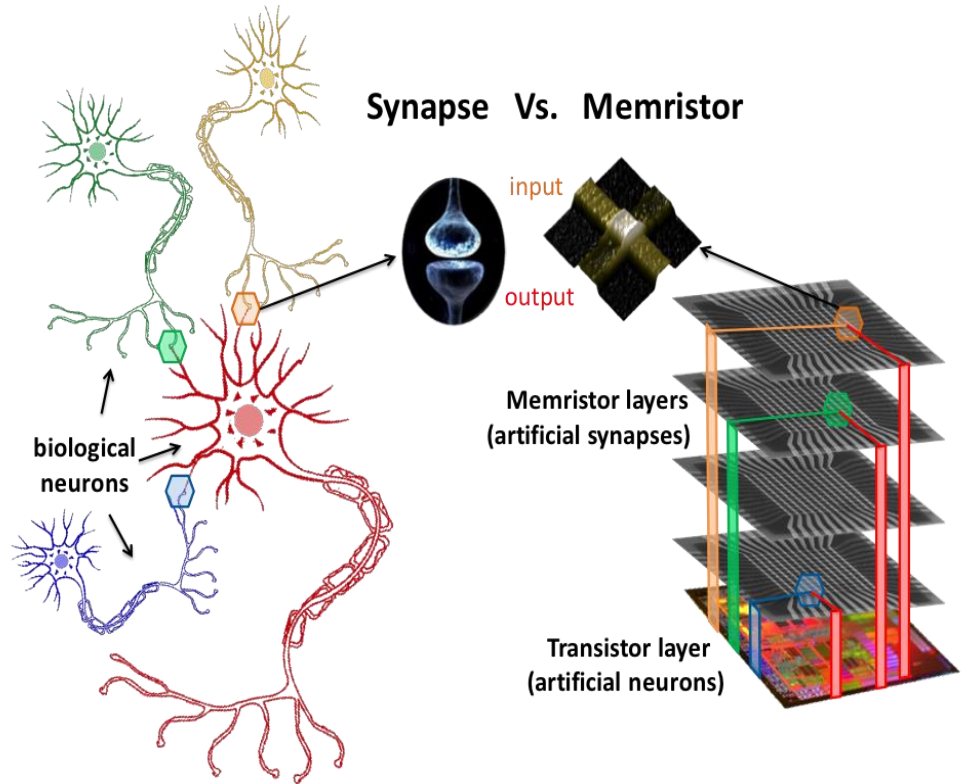
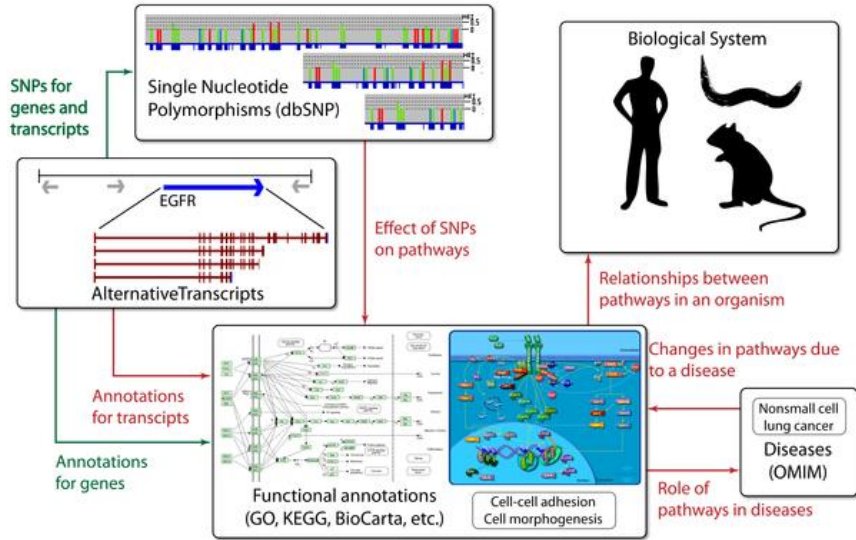


Суть нейроморфного подхода:

- Индуктивное непроцедурное отображение множества входных данных на **множество заданных классов, элементы которых кодируются вектором данных.**
- Это МТ, но без явно заданного команд алгоритма выполнения операций; В основе идея: движение «ленты» супервентно

Суть гетерогенного подхода:

- Реализация возможностей **алгоритмического** решения задачи и
- **индукции** на основе «обучения» **неявного** алгоритма на **заданном классе примеров**



Число нейронов (коммутаторов) **10^{11} шт.**

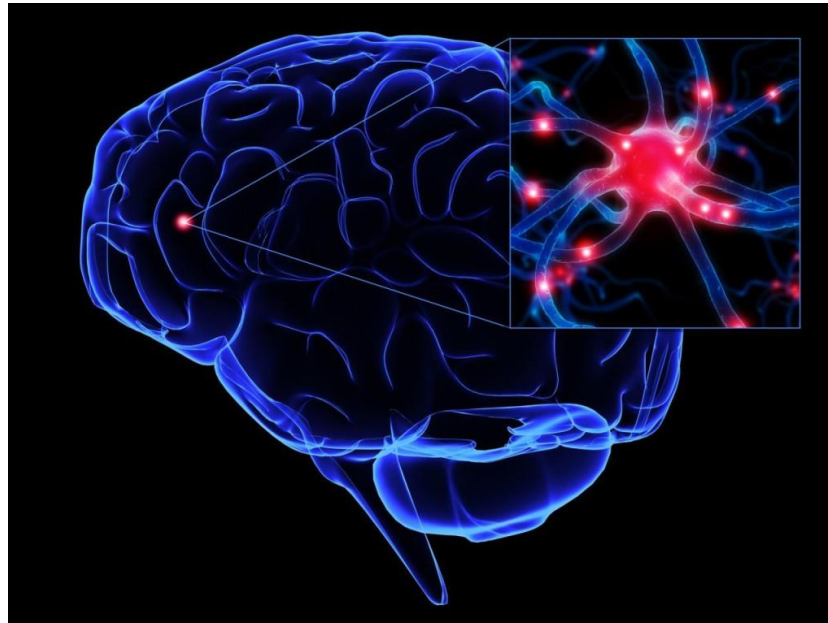
Число синапсов 10^{14} , а их длина более **10^6 км**

Объем памяти >

10^{15} байт

- 1 synapse can store about 10 bits of information
- synapses are the bridges between neurons which carry the transmitted messages
- cerebral cortex has 125 trillion synapses, storage capacity is an amount more then 100 Terabytes
- the memory capacity of the human brain was have the equivalent of 2.5 petabytes of memory capacity.

As is the case with any other organ in the body, brain needs adequate exercise for the proper functioning of memory, i.e. harder thinking will facilitate the permanent storage of information. It is because thinking helps in the creation of a stronger **connection** among the neurons.



С точки зрения компьютерных наук проблема сводится к трем аспектам «арифметизации»

Аспект 1. Сущности, которые нельзя измерить, а их характеристики вычислить - нельзя арифметизировать, они не имеют **числовой меры или характеристики**.

Аспект 2. Знания, которые можно арифметизировать, обладают свойством **аддитивности** (их можно складывать и накапливать) .

Аспект 3. Любые знания, которые можно арифметизировать, можно представить в форме **компьютерных программ**