



]:  
Я же утверждаю: измеримая “физическая величина” имеет объективную вероятность “определенных значений”, а ее “наблюдатель” может быть заменен автоматом.

Д. фон-Неймана [1964

Семинар по специальности на английском языке

## ЛЕКЦИЯ 4: COMPUTATIONAL CAPACITY OF THE HUMAN BRAIN

29 сентября  
2022



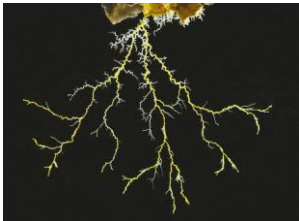
ПОЛИТЕХ

# ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, ВЫЧИСЛЕНИЯ VS СОЗНАНИЕ

Существуют разные виды живых организмов, но не все они имеют мозг и наделены сознанием



Например плесень и медуза не имеет мозга



Вопрос: Существует ли физическая реальность, которую **наблюдать нельзя**, а можно лишь **мыслить** или **вычислить** ?



Компьютерные науки: Как непротиворечиво объяснить связь реальности физического плана (движение в пространстве-времени => координата/скорость) и **СОЗНАНИЯ** (смысла, информация о...)?



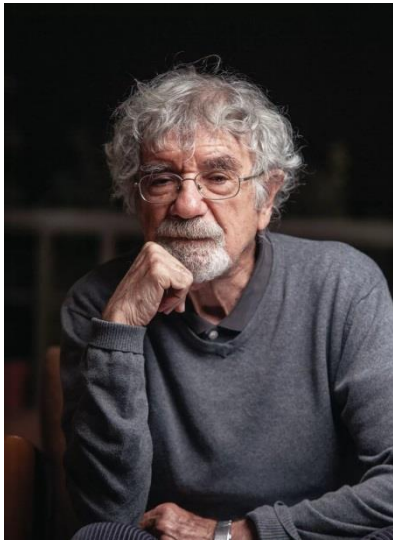
Джон Арчибальд Уилер  
(John Archibald Wheeler  
(1911 – 2008))

Д. А. Уилер высказал предположение, что информация является фундаментальной концепцией физики. Согласно его доктрине **«it from bit»** - all physical entities are information-theoretical in their basis

(все физические сущности являются информационно-теоретическими в своей основе)

# СОЗНАНИЕ – ЭПИФЕНОМЕН ОТРАЖЕНИЯ, КОТОРЫЙ СЛЕДУЕТ ПРИНЦИПУ «ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ»

Умберто Матурана: жизнь представляет собой процесс познания – или **понижения** энтропии Мира. Для человека «познано» и «о-сознано» лишь то, что стало частью его «со-знания». «Биология познания» (1970)



**Модель научных знаний** основана на **понятиях** «**доказуемо**» и «**переносимо как код или текст во времени**», **которые** следуют законам логики:

- если что либо логически доказуемо, то оно истинно (доказать можно только истину, **доказательств лжи не существует**);
- логические следствия доказуемого также являются доказуемыми;
- **логическое противоречие недоказуемо** и т.п.
- если высказывание истинно, то неверно, что его отрицание также истинно («Если истинно, что Земля круглая, то неверно, что истинно, будто Земля плоская» и др.

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

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

- Чтобы **моделировать** «сознание», включая различные аспекты когнитивных процессов с помощью компьютерных систем, one must begin with the process of "objectification" of the concepts used... (надо начать с процесса «**объективизации**» используемых понятий).

Пример: Объективизация бинарной логики (откуда берутся «правила логики») – теория релейных схем.

**Пример:** объективизация формальной логики физического «мира» с помощью Булевой алгебре в соответствии с законом «исключенного третьего» .

- Could a machine think? Could the mind itself be a thinking machine? The computer revolution transformed discussion of these questions, offering our best prospects yet for machines that emulate reasoning, decision-making, problem solving, perception, linguistic comprehension, and other mental processes. Advances in computing raise the prospect that the mind itself is a computational system—a position known as *the computational theory of mind* (CTM).
- 1. Turing machines
- 2. Artificial intelligence
- 3. The classical computational theory of mind
  - 3.1 Machine functionalism
  - 3.2 The representational theory of mind
- 4. Neural networks
- 5. Computation and representation
- 6. Alternative conceptions of computation
  - 6.1 Information-processing
  - 6.2 Function evaluation
  - 6.3 Structuralism
  - 6.4 Mechanistic theories
  - 6.5 Pluralism
- 7. Arguments against computationalism
  - » 7.1 Triviality arguments
  - » 7.2 Gödel's incompleteness theorem
  - » 7.3 Limits of computational modeling
  - » 7.4 Temporal arguments
  - » 7.5 Embodied cognition

researchers who endorse (поддерживают) СТМ, at least as applied to certain mental processes

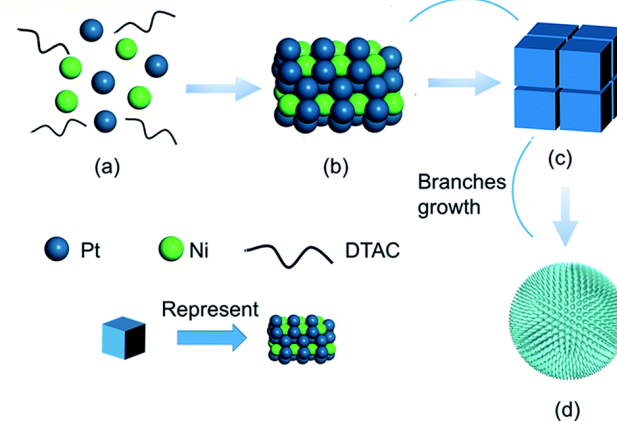
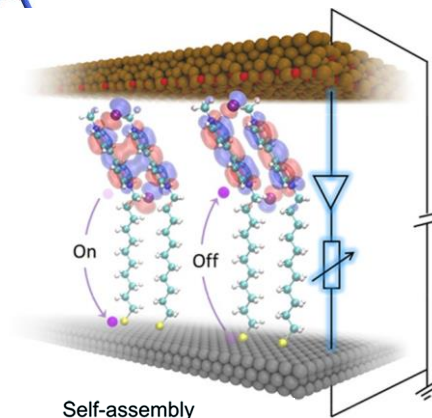
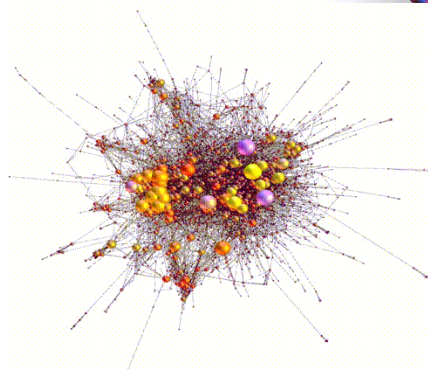
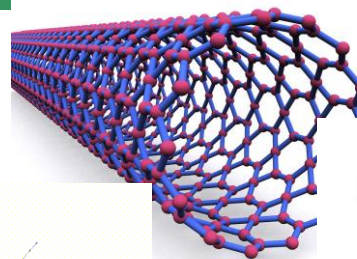
A key task facing computationalists is to explain what one means when one says ( когда говорят) that the mind “computes”.

A second task is to argue that the mind “computes” in the relevant sense (соответствующем смысле).

A third task is to elucidate how computational description relates to other common types of description, especially *neurophysiological description* (which cites neurophysiological properties of the organism’s brain or body) and *intentional description* (which cites representational properties of mental states).

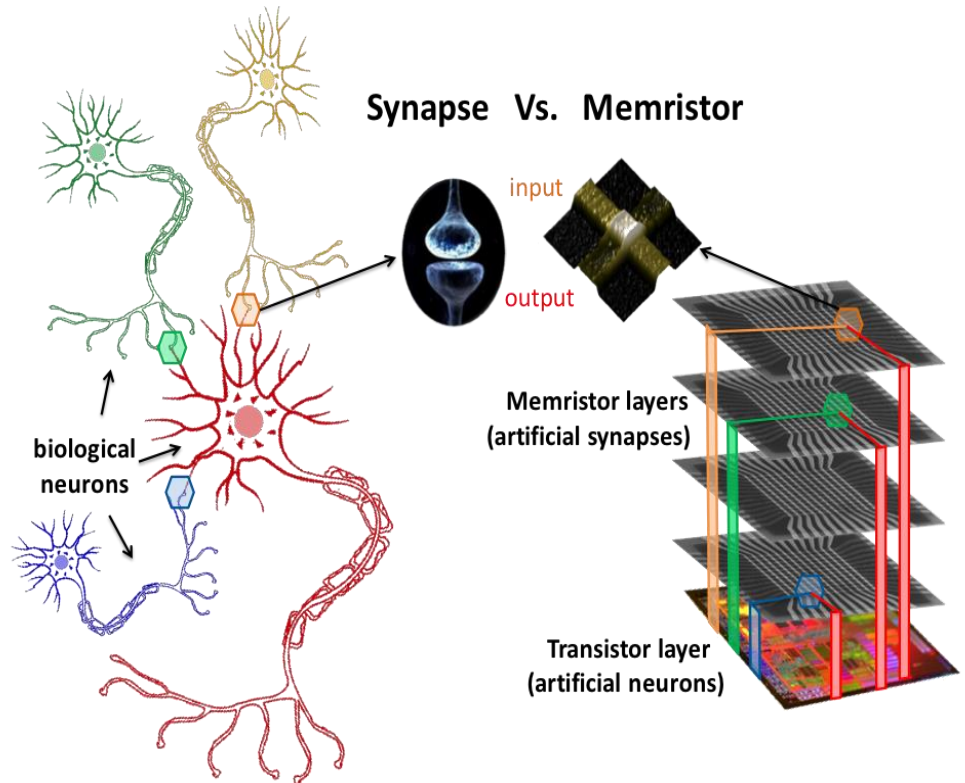
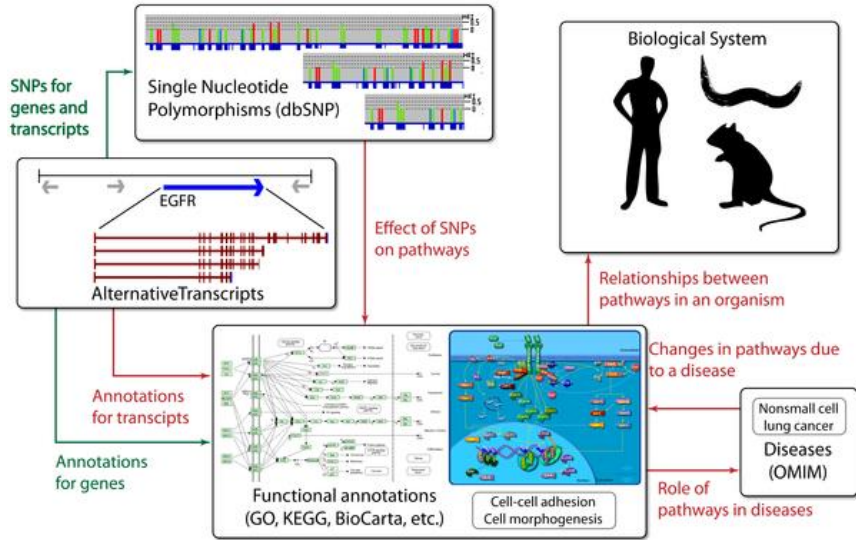
## 3D Computing include (p.112)

1. Nanotube
2. Molecular computing
3. Self-assembly circuits
4. Biological comp system
5. DNA computing
6. Quantum computing



Что же такое вычисления с точки зрения физики ?  
Где в этом не МТ ? ( МТ – это 2D вычислитель )





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 проблемам «арифметизации»

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

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

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