



Санкт-Петербургский  
Государственный  
Политехнический  
Университет

Институт прикладной  
математики и механики

# КАФЕДРА ТЕЛЕМАТИКА

**Семинар по специальности на английском языке**

**тема**

**On the opportunities and risks of  
using digital/AI technologies in the  
new era of technologies  
transformation**

***Lecture 9***

---

28 October  
2020 г.

# Key words from previous lecture



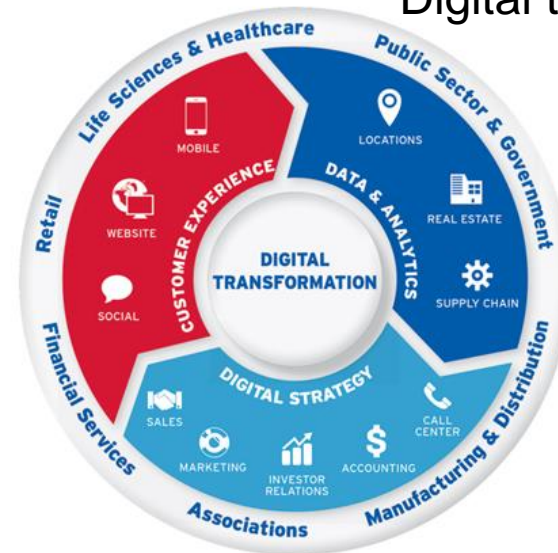
Digital “twin/ashes”



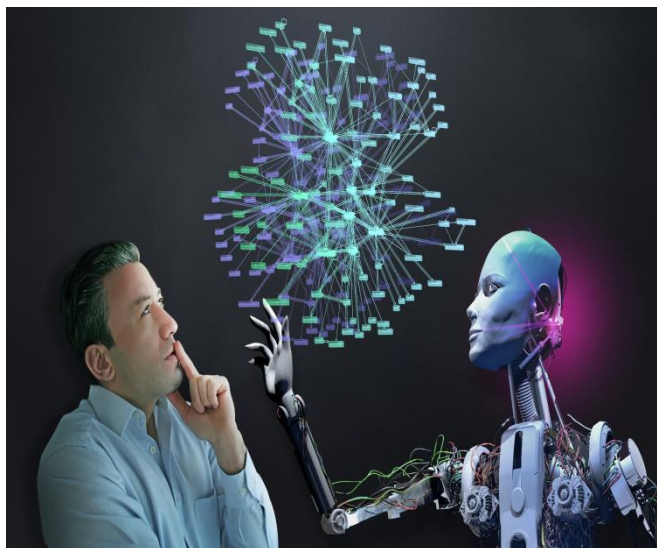
Digital transformation



Digital distorting mirror



# Key questions



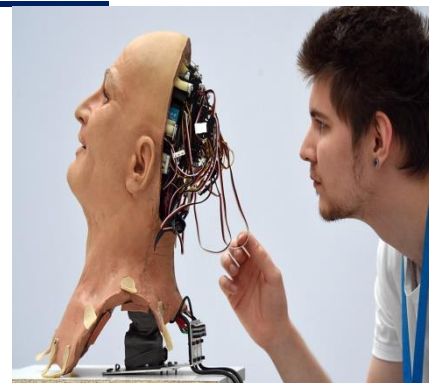
**Artificial Intelligent** – **Can** automat extract knowledge from data



**Have** we opportunity to find **r** knowledge



**Algorithm** – **how** can record of already found solution



**What** is mean understand - it means to be able to repeat



**The classic goal of computer science:**  
automation of solving  
"direct task":  
finding numerical  
solutions of equations  
using algorithms and  
programs

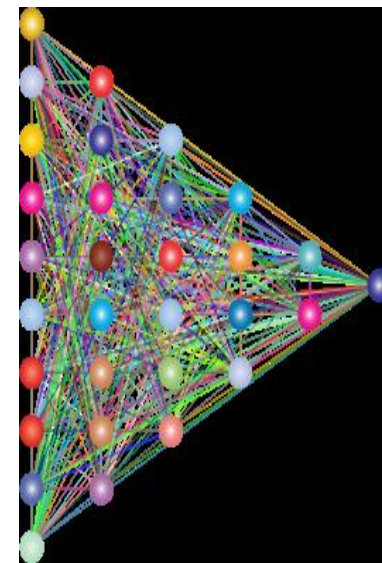


Are all possible solutions numerical ?

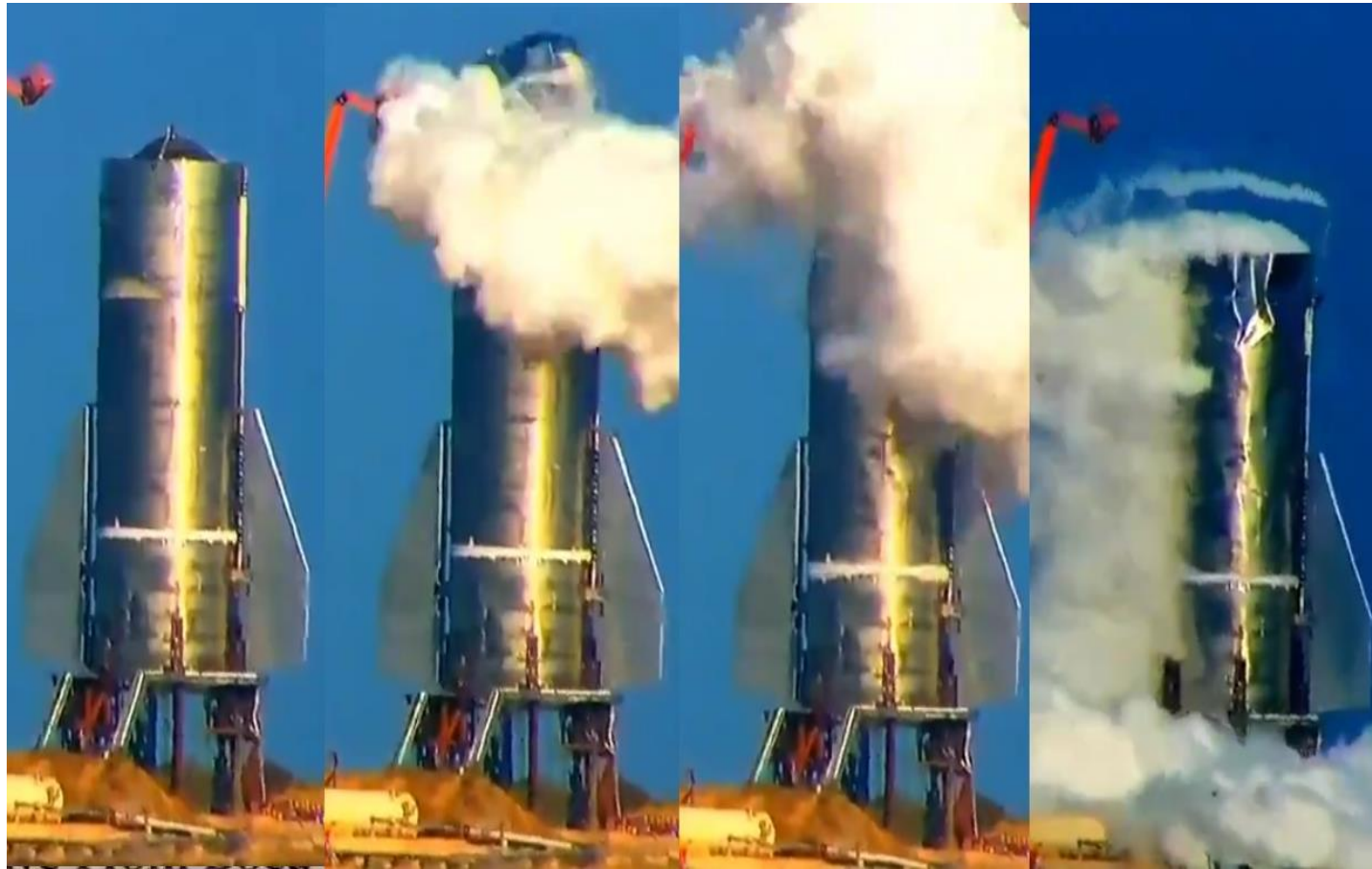
what can be corrected (исправить) is not an error (this is the essence of the **invers** task)

Ошїбка — непреднамеренное, случайное отклонение от правильных действий

**New challenges for computer science:**  
create an algorithm in the process of solving a problem



Risk – mistake – opportunity: starship Mk1 20 ноября 2019 г. ЛИГОН Бока  
Чика



How not only to "calculate" the decision, but also to explain why this decision was made and why the error occurred

# Фундаментальный вопрос :

**Question: is knowledge (information, intelligence, thinking ...) a manifestation of the fifth fundamental force of Nature? (backward forces)**



и ... может ли Человек, овладев этим **пятым взаимодействием**, разгадать суть всех «механизмов» Природы , а затем **создать свою новую виртуальную Вселенную** ?

The essence of the problem: is intelligence a physical phenomenon?

эра арифмометров  
<1950



просто и  
медленно

эра  
программируемых  
компьютеров  
1950-2020



быстро, но  
программирование это  
вид словного мышления  
(подробная инструкция)

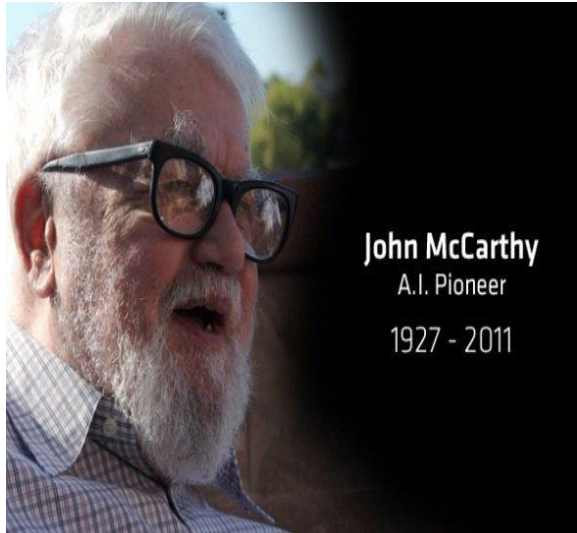
Era  
artificial  
(exa) intelligence and  
cognitive computing  
>2020



КОМПЬЮТИНГ СО СПОСОБНОСТЬЮ  
к само программированию  
(инструкция-образ)



# Название феномену придумал Джон Маккарти - «ОТЕЦ» ПОНЯТИЯ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Интеллект с точки зрения  
«компьютерных наук» :

**Cognito** ergo sum  
(Р. Декарт, после 1650 г.)

ИЛИ

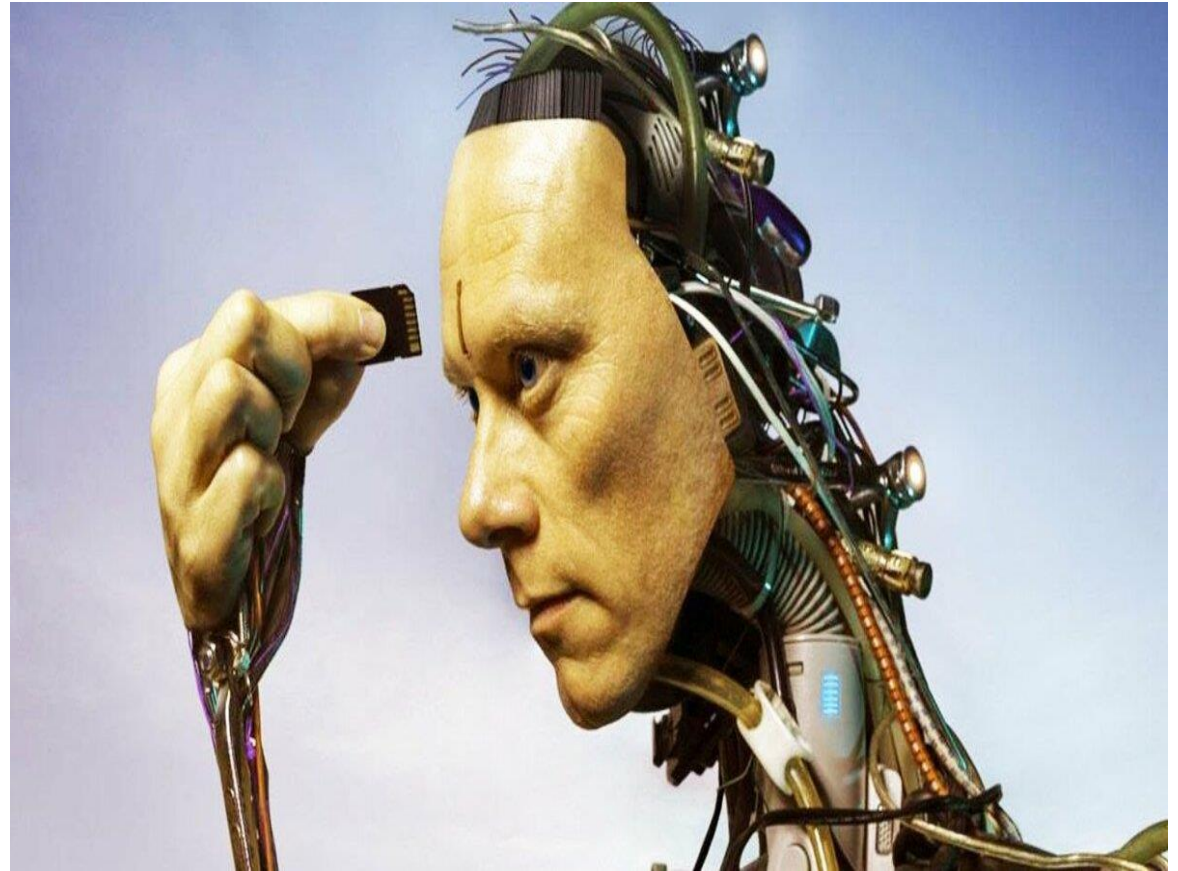
**Computo** ergo sum  
(А. Тьюринг, после 1950 г.)

“The problem is that so far we cannot generally determine which computational procedures we want to call intelligent. We understand some of the mechanisms of intelligence and don't understand others. Therefore, intelligence within this science (computer science) is understood only as the computational component of the ability to achieve goals in this world. ”



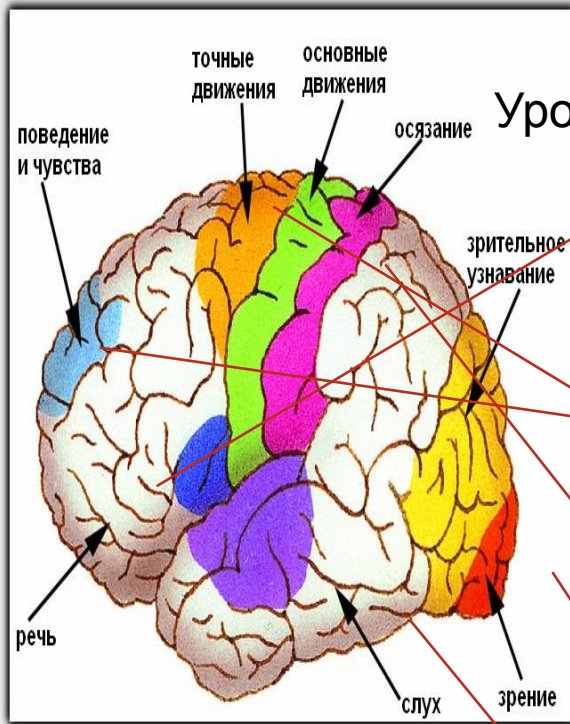
Task number 1: the "computational component" of intelligence must be substantively specified

Однако,  
возможность  
прямого моделирование  
или имитация  
всех когнитивных  
функций  
мозга вообще  
вызывает  
много сомнений



# The phenomenon of "intelligence - from data processing, through modeling to understanding

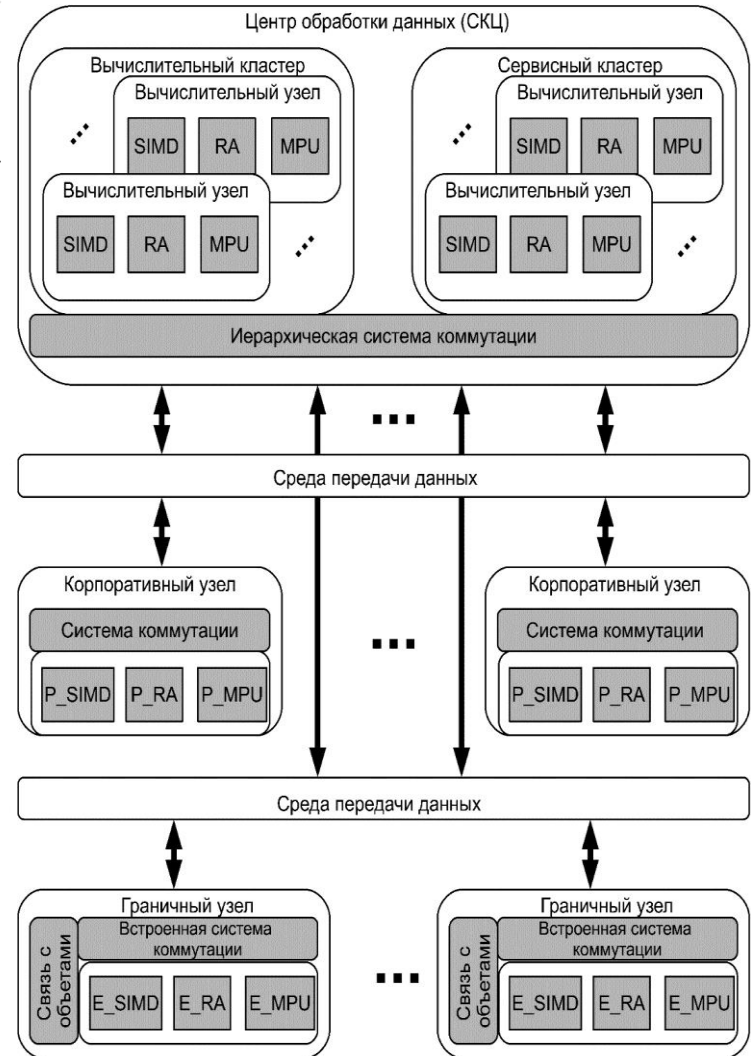
Функции основных зон большого мозга



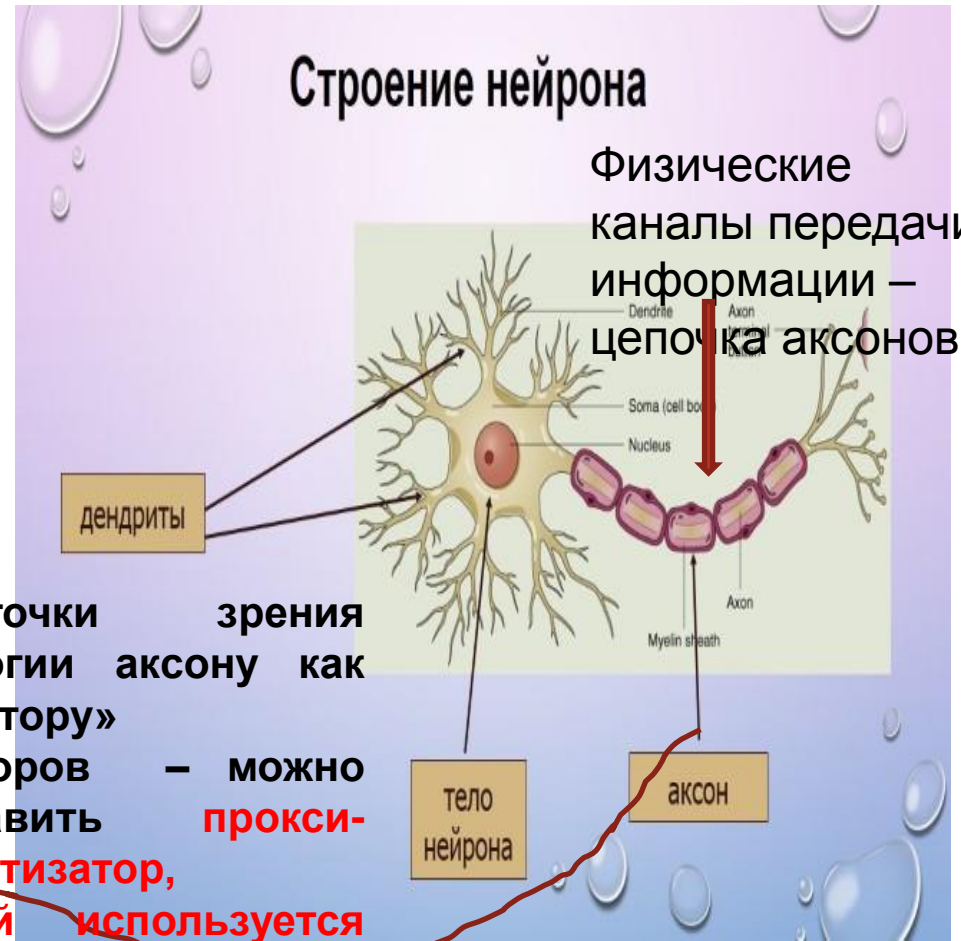
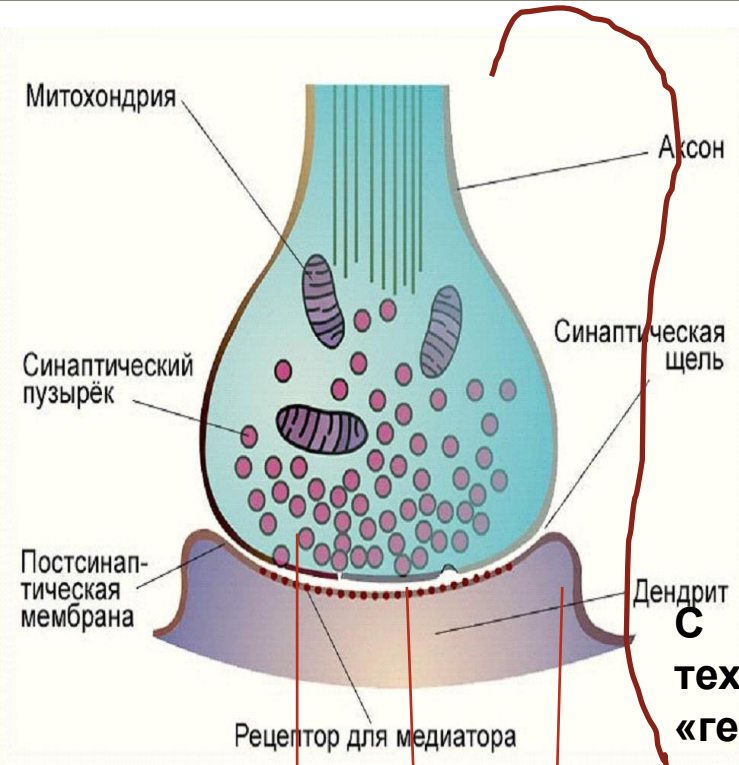
Уровень «понимания»  
и «объяснения»

Уровень  
«агрегации»  
и  
моделирова  
ния

Уровень доступа и обработки  
«больших данных»



The structure of the brain can be represented as a "network" of axons - virtual mediator channels "



«виртуальные» информационные каналы передачи нейромедиаторов

С точки зрения технологии аксону как «генератору» медиаторов – можно сопоставить прокси-маршрутизатор, который используется в сети Интернет

Нейромедиаторы — биологически активные химические вещества, посредством которых осуществляется передача информации между нейронами через синаптическую сеть мозга



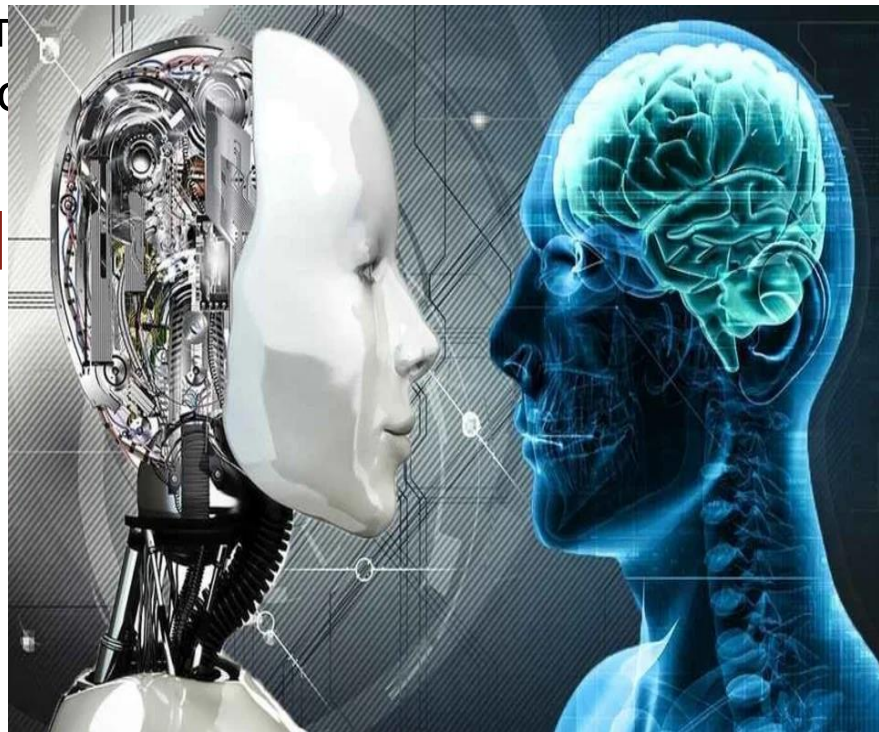
# Возможности технологий– формирование новой волны цифровой трансформации.

12

## Симбиоз человека с вычислительными возможностями «умных» цифровых машин.

**Суть:** люди выполняют то, что лучше всего умеют (работа с неоднозначной информацией, умозаключение в сложных случаях, принятие решений в условиях неопределенности, творчество и др.).

«Машины» выполняют  
хранят информацию, с  
машинами и людьми  
Хранение данных  
и «**быстрые  
вычисления**» на  
основе программ  
и «накопленного  
опыта»



вычисляют,  
опытом с  
**Понимание**  
и  
целеполага  
ние



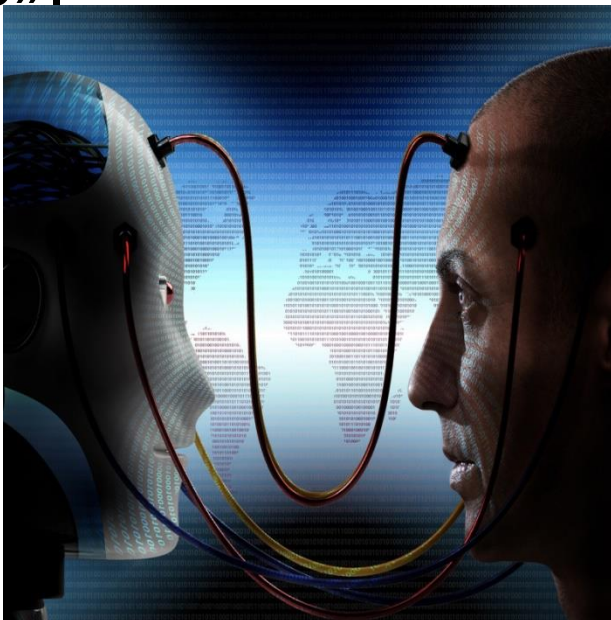


Пора «заканчивать» с оптимизацией бизнес процессов, а надо ускоренно разрабатывать и применять новые технологии, иначе риски будут постоянно расти.

**Суть** рисков применения ИИ:

- **Сложность** внедрения в реальную промышленность
- **Отсутствие подготовленных кадров**
- **Роль «человеческого фактора»** и социальных последствий
- **Высокие темпы развития «сквозных» технологий**
- **Конкурирующие приоритеты и проблемы целеполагания**
- **Кибербезопасность «больших цифровых систем»**

**Суть закона:** общие риски системы при любой ее трансформации остаются постоянными. Так при делегировании полномочий в принятии решений (субъектности) **риски в системе передаются на более высокий уровень**, там эти риски «накапливаются» до критического объема, что в конечном итоге приводят к быстрой трансформации СИСТЕМЫ В НОВОЕ «устойчивое состояние».



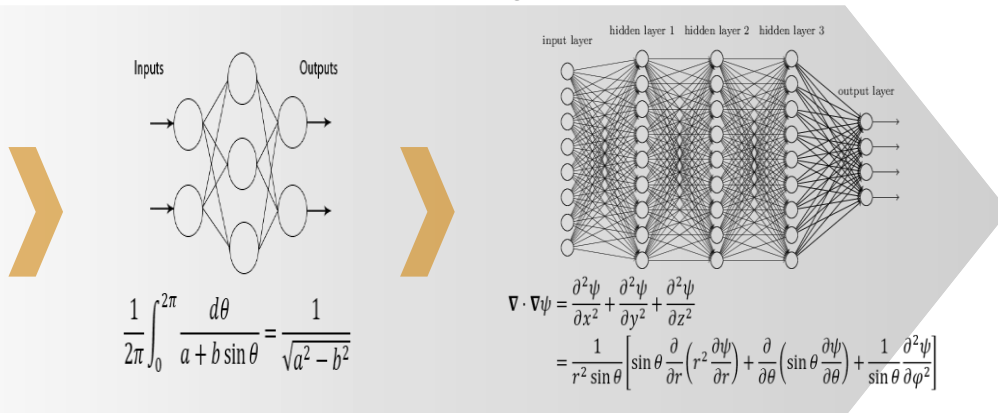
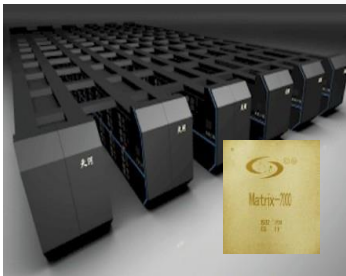
- Do not expect from the digital technologies & "artificial intelligence" the "ability" to solve the complex "inverse problems" .
- The key intellectual function of "understanding", algorithms synthesis , and "goal-setting" will always remain with the Man.

# What is being offered: Transition from program control to smart computing

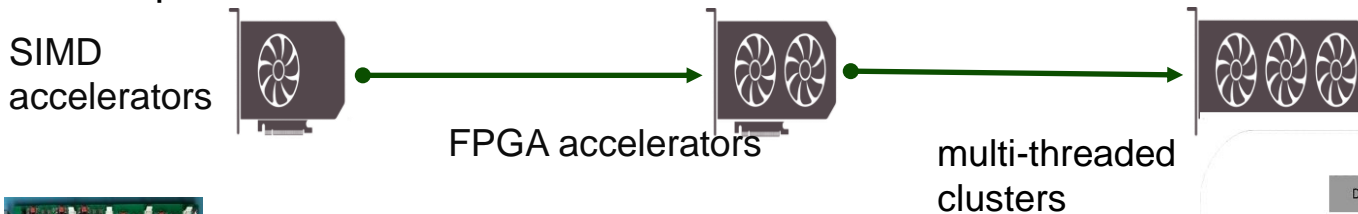
**Problem to be solved:** data control calculations without an explicit algorithm.

Computer platform is using previous “experience” in solving problems (ML) and similarity metrics of previous data processing

Standard approach:



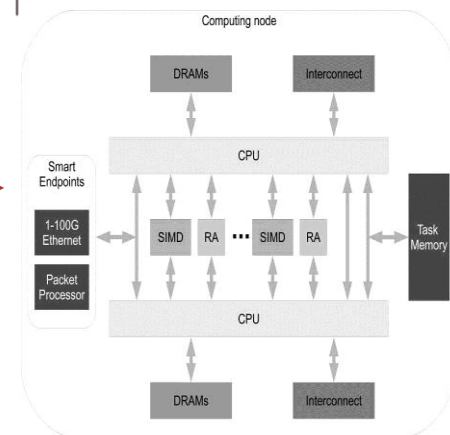
Multi-core multi-threaded clusters improved by accelerators and neuromorphic data-driven computational structures



Smart decision



Adaptation of hardware and software to the data structure and selected algorithms. Key features: 1) processor-memory interfaces - task memory smart fabric (SMF) and 2) runtime system endowed with the functions of “machine learning”



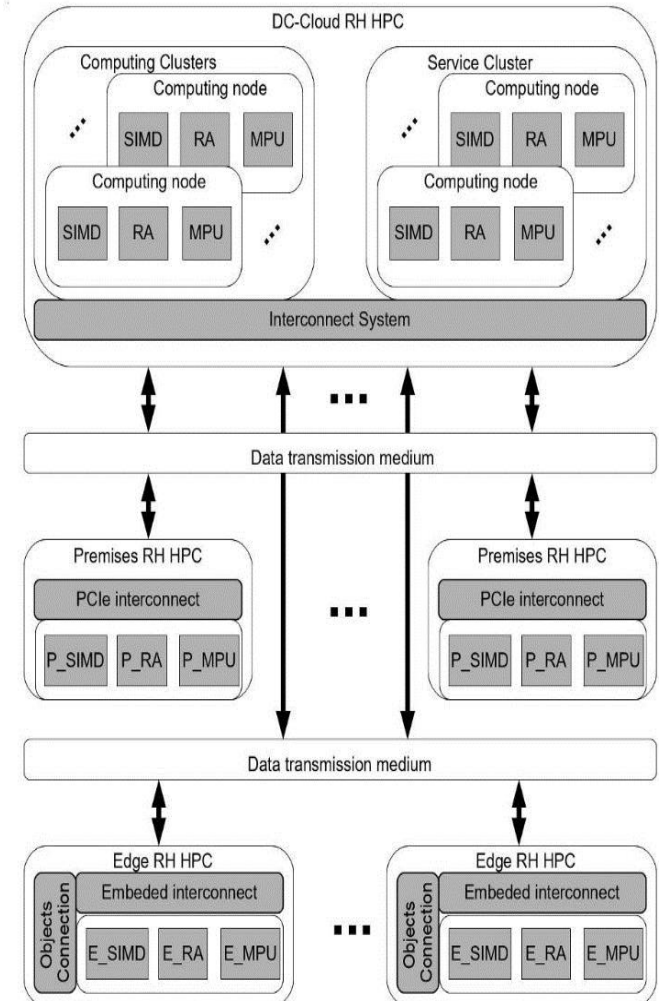


# Reconfigurable Heterogeneous Distributed High Performance Computing Architecture

The level of "understanding" and "explanation"

The level of "aggregation" and modeling

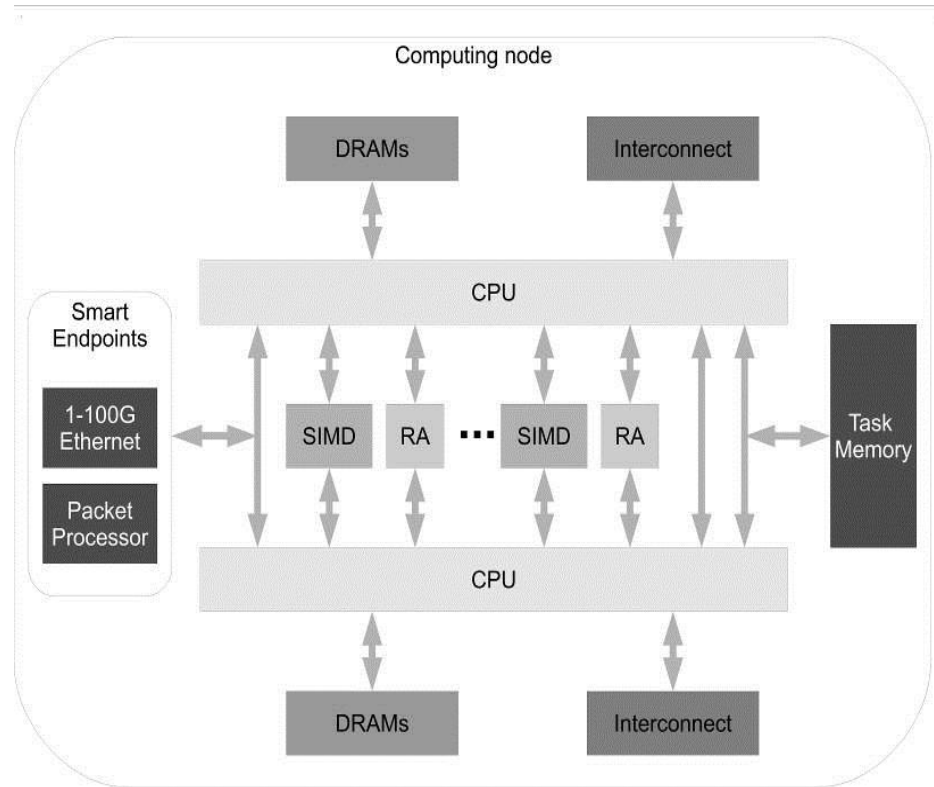
The level of access to the environment of "big data"



# The structure of the computing node "level of aggregation"

## Heterogeneous computing nodes for service and computing algorithms

- SIMD (Single Instruction Multiple Data accelerator) - a graphics/ tensor accelerator for FP32/FP16/ data
- RA (Reconfigurable FPGA-based Accelerator) - reconfigurable accelerator, the structure of which is adjusted to the "patterns" of the processed data



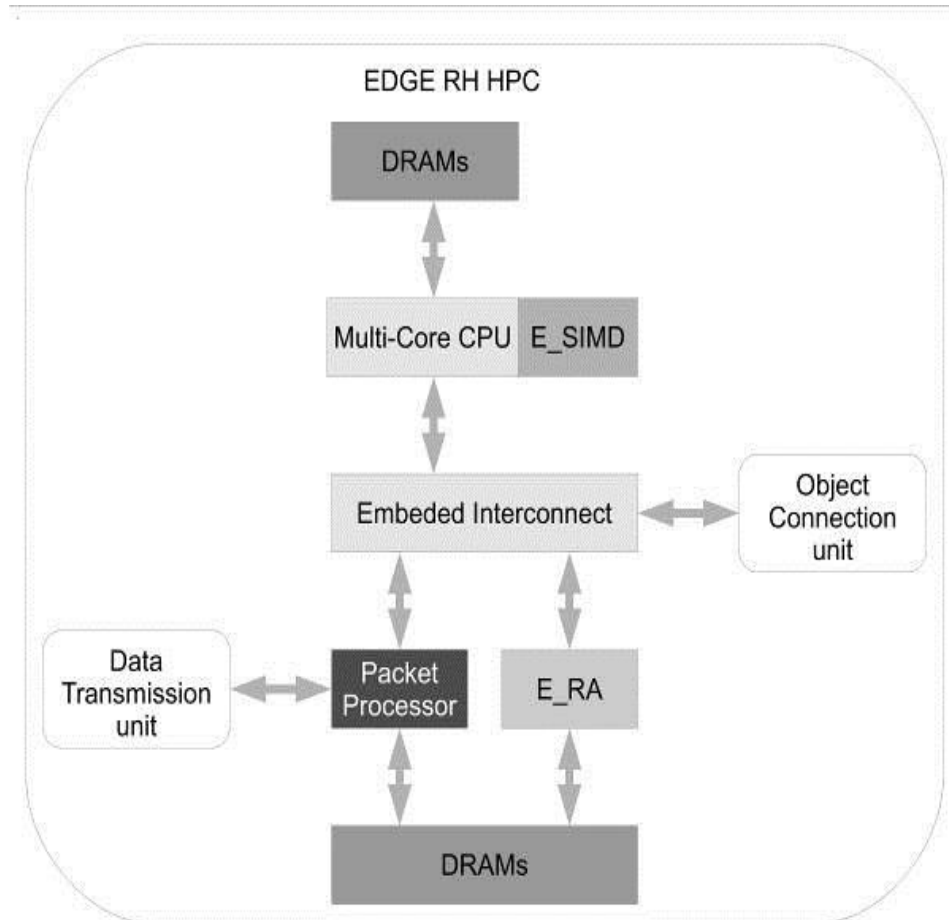
"access" node – connection to the "big data" space

Basic high performance Systems-on-Chip» node with smart interconnection interface improved by packet processor.

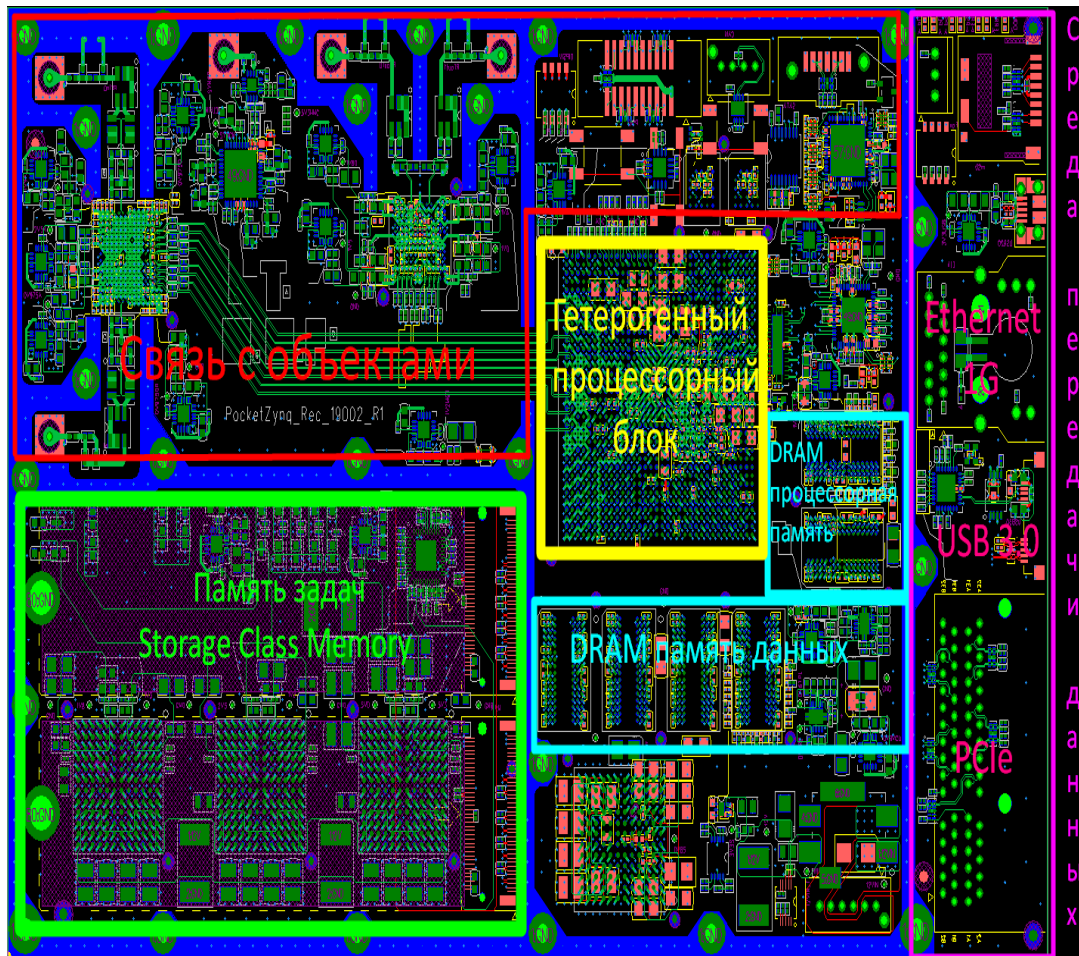
Multi-Core CPU, which is a main processing unit. E\_SIMD accelerator tightly coupled with Multi-Core CPU. It could be implemented as a separate Integration Circuit (IC) or as embedded GPGPU unit inside SoC device.

E\_RA accelerator, which could be implemented as a separate IC or as embedded unit, deployed on Logic Part of SoC device.

DRAM blocks, which, at the physical level, are DDR4 memory modules. DRAMs are the local memory for Logic Part and Processor Part of SoC device

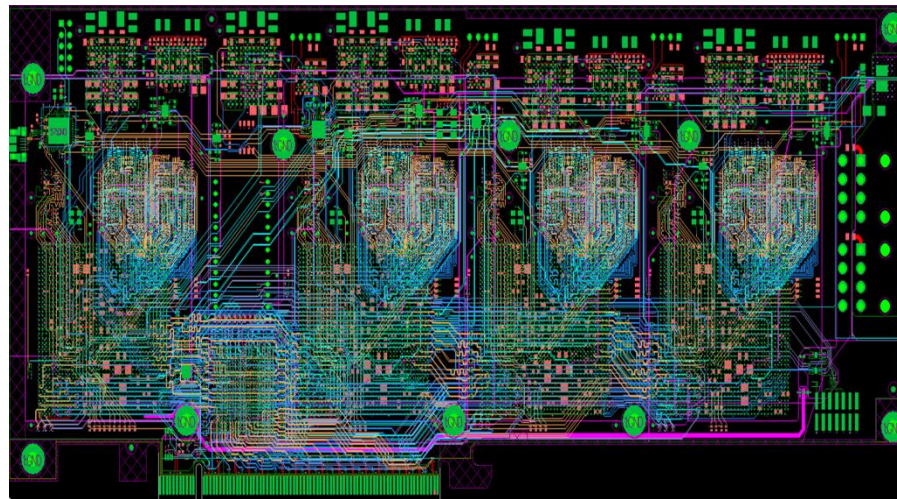
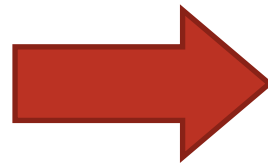
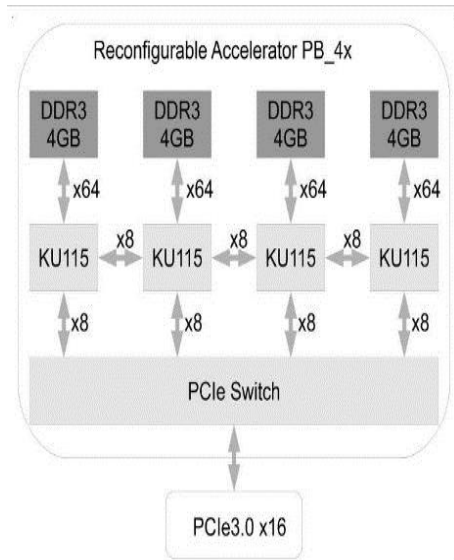


# "access" node - integration Circuit



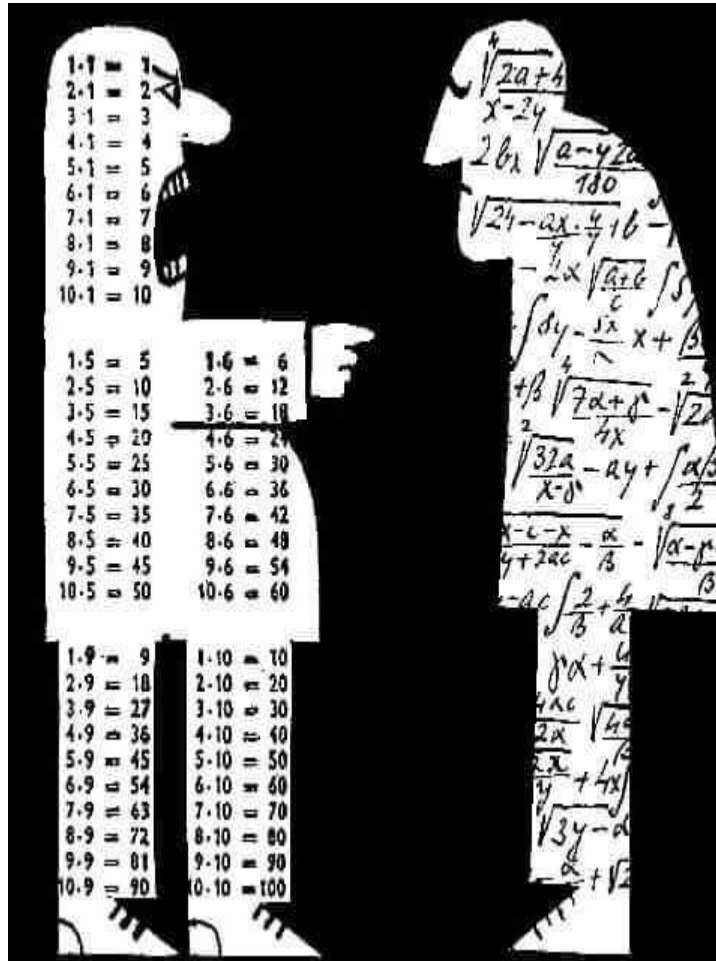


# Smart reconfigurable accelerator



- New generation of Reconfigurable Heterogeneous Distributed High Performance Computing System must have a hardware-reconfigurable network architecture integrating various computing resources including machine learning components.
- Proposed three levels High Performance Computing Architecture can be viewed as specialized functional networks of stream data processing nodes with storage class memory recourse that forms distributed storage-calculation field and intelligent interconnection infrastructure.
- Due to flexible architecture are able to meet the requirements of particular tasks, such as: data structures, calculation algorithms, real-time requirement and etc., and allow to solve particular tasks more efficiently [14], [15], [16] in terms of Power Efficiency (FLOPS/W), Calculation Efficiency (Real FLOPS/Peak FLOPS) and Size Efficiency (Real FLOPS/square).

# Conclusion : intelligent does not mean digital



## Metaphors for the issue under discussion

**Мышление есть лишь расчет.**

Томас Гоббс (1588-1679)

**Не будем спорить — давайте посчитаем.**

Жозеф Лагранж (1736-1813)



- Одна и та же система **проявляет различные физические свойства** в зависимости от имеющейся о ней информации (в одном случае система способна совершить работу, в другом – нет)
- Мера **информации** оказывается согласованной с **общефизическими понятиями энергии и энтропии**
- Информация как описание состояния системы наравне с ее физическими параметрами меняет ее свойства. Т.е. в зависимости от имеющейся информации о системе систему можно или нельзя использовать для совершения работы. (в одном случае система способна совершить работу, в другом – нет)