

ВСИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

курс: Введение в профессиональную  
деятельность

ЛЕКЦИЯ 6 СИМБИОЗ ЕСТЕСТВЕННОГО И  
ЭКЗО ИНТЕЛЛЕКТА

16.03.2023

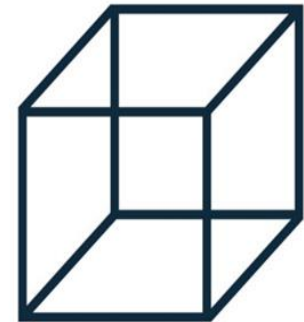
Математика и физика представляет целостный объект через логическое (информационное) единство отдельных частей. Инструментом для этого являются числа – элементы поля (множества, на котором заданы операции)



Мозг же распознает целое быстрее, чем отдельные составляющие, из которых «собирается» объект.

# ЧТО БЫЛО НА ПРОШЛОЙ ЛЕКЦИИ

## ЦЕЛОЕ ЭТО СОВОКУПНОСТЬ ЧАСТЕЙ ИЛИ ....???



Люди могут распознавать объекты, даже если отсутствуют их части. Для этого мозг сопоставляет то, что мы видим со **знакомыми шаблонами**, хранящимися в памяти, и «заполняет» имеющиеся пробелы.

Надо было прочитать:

Теория вычислительной сложности (Стэнфордская энциклопедия философии) ([stanford.edu](http://stanford.edu))

и понять определения

- мера вычислительной сложности
- классы сложности
- $P$  vs  $NP$  классы
- Вычислительная сложность и физика.
- Информационный анализ комбинаторных задач

- Тенденции развития современных СК технологий (СКТ)
- Постановка задачи «интеллектуализации» СКТ
- Варианты и подходы к решению задачи



# Рейтинг суперкомпьютеров в 2022 году

	<b>Суперкомпьютеры</b> (Источник: <a href="https://www.top500.org">https://www.top500.org</a> )	<b>Число ядер</b>	<b>Rmax (ТФлопс)</b>	<b>Rpeak (ТФлопс)</b>
1	<b>Frontier</b> (Национальная лаборатория Ок-Ридж, США), <b>AMD Optimized EPYC 64C 2GHz + Radeon Instinct GPUs,</b>	8 730 112	1 102 000	1 685 650
2	<b>Fugaku</b> (Институт физико-химических исследований RIKEN, Япония), <b>Fujitsu A64FX</b>	7 630 848	442 010	537 212
3	<b>LUMI</b> (Центр обработки данных в Каяани, Финляндия), <b>AMD EPYC 64C 2GHz</b>	1,110,144	151 900	214 350
4	<b>Summit</b> (Национальная лаборатория Ок-Ридж, США), <b>IBM POWER9</b>	2,414,592	148 600	200 795
6	<b>Sunway TaihuLight</b> (Национальный суперкомпьютерный центр Уси, Китай)	10 649 600	93 015	125 436

## Новые Префиксы

гига –  $10^9$  тера –  $10^{12}$ , пета - $10^{15}$ , экса-  $10^{18}$

Флопс – мера производительности = число операций с плавающей точкой в секунду

Frontier стал первым эксафлопсным суперкомпьютером =1,102 эксаФлопс на тестах Linpack FP64, что равносильно выполнению  $1.102 \times 10^{18} / 86 \times 10^9 = 1,163 \times 10^6$  операций в секунду для каждого из 86 миллиардов нейронов мозга человека и удельной эффективности **62,68 гигаФлопс/ватт**



ПОЛИТЕХ

# СКЦ «ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ» В ЦИФРАХ И ПОКАЗАТЕЛЯХ

#	Information								Io500		
	list id	institution	system	storage vendor	filesystem type	client nodes	client total procs	data	score	bw	md
										GIB/s	kIOP/s
21	isc20		Officialis	Red Hat, Intel, QCT	CephFS	8	256	zip	66.88	28.58	156.48
22	isc20	SPbPU	Polytechnic RSC Tornado	RSC Group	Lustre	59	944	zip	64.29	21.56	191.73
23	sc19		DDN	AI400	DDN	10	240	zip	63.88	19.65	207.63
24	isc20		Red Hat	EC2-10xi3en.metal	Red Hat	10	320	zip	57.17	26.29	124.30
25	sc19		Google Cloud	EXA5-GCP-PD-STD	Google Cloud	200	1600	zip	52.96	17.31	162.06
26	sc19		Janelia Research Campus, HHMI	Weka	WekaIO	18	1368	zip	48.75	26.22	90.62
27	sc19		Oracle Cloud Infrastructure	Oracle Cloud Infrastructure with Block Volume Service running Spectrum Scale	Infra						
28	sc19		Penguin Computing Benchmarking and Innovation Lab	Penguin-ASG-NVBeeOne	Con						

В рейтинге организаций Минобрнауки СКЦ «Политехнический» **самый производительный** гетерогенный кластер, пиковая производительность **3 Флопс**, 26448 ядер CPU 445440 ядер GPU

за 2022 г: решено **1 970 442** задач

## SPbPU

This site describes the systems deployed at the [Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University](#).

### Site characteristics

<b>site</b>	>
abbreviation	SPbPU
institution	Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
location	St.Petersburg, Russian Federation
nationality	RUS
<b>supercomputer Polytechnic RSC Tornado</b>	>

### System architecture

Enter the description about the system architecture

### Description

Add anything else you want to add

23 145 341 узло-часов  
(на 15.11.2021)

26 240 140 узло-часов  
(на 19.12.2022)

**Table of Contents**

- SPbPU
- Site characteristics
- System architecture
- Description

- **Эффект Дж. Флинна:** каждое последующее поколение умнее предшествующего и демонстрирует более высокие показатели IQ по шкале Стэнфорда-Бине , которые растут на 3 пункта за каждое десятилетие (1959-2000) .
- **«Обратный эффект» 2000-2020** – снижение IQ на 1,5 пункта за каждые 6 лет.
- **Почему это происходит:** для человека, живущего в новом «информационном пространстве» характерно: клиповое мышление, прикладной интеллект, умение быстро переключаться между разными задачами и информационными потоками.
- Это все направляет эволюцию человека в направлении снижения его «интеллектуального потенциала», уменьшения объема мозга в целом и запоминаемых данных в частности, но расширяя возможности кооперативной работы. Теперь в процесс «кооперации» активно включаются:
  - различные сервисы интернет, базы данных
  - системы на основе технологий ИИ ( чат GPT ) и др.,

активно формируя новый вид «экзо» ресурсов, используемых для расширения интеллектуального потенциала homo sapiens

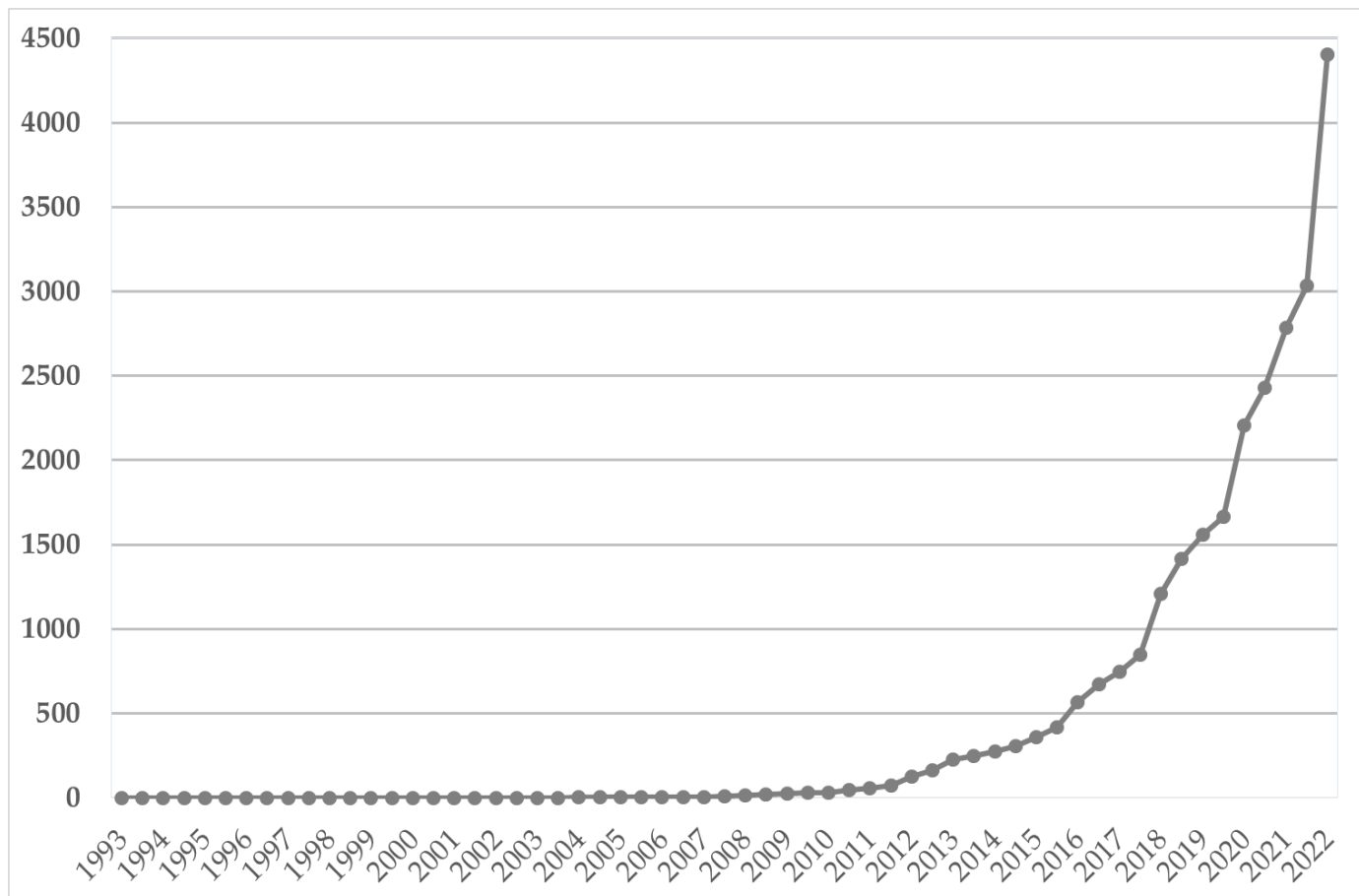


- **экзо-** словообразовательная единица, выделяющаяся в именах существительных, которые обозначают область, **располагающуюся за пределами того, что обозначается этим существительным** (примеры: экзобиология, экзосфера, экзотика, экзотермический и т.п.).
- Если «интеллект», это существительное – то «экзоинтеллект» – понятие, обозначающее результат реверс-инжиниринг естественного интеллекта, выполняемый самим интеллектом в силу желания понять, в какой степени слова
  - **разум,**
  - **сознание,**
  - **интеллект,**

являются синонимами понятия **«мыслящая система»**.

# Итак имеем: рост экспоненциальный производительности суперкомпьютеров из списка ТОП 500

Петафлопс



# ПРИ ЭТОМ ИМЕЕМ ДЕГРАДАЦИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СК ПРИ СМЕНЕ АЛГОРИТМОВ

HPCG Benchmark June 2020

Rank	Site	Computer	Cores	HPL Rmax (Pflop/s)	TOP500 Rank	HPCG (Pflop/s)	Fraction of Peak
1	RIKEN Center for Computational Science Japan	<b>Fugaku</b> , Fujitsu A64FX, Tofu	7,299,072	415.53	1	13.4	2.5%
2	DOE/SC/ORNL USA	<b>Summit</b> , AC922, IBM POWER9 22C 3.7GHz, Dual-rail Mellanox FDR, NVIDIA Volta V100, IBM	2,414,592	143.50	2	2.926	1.5%
3	DOE/NNSA/LLNL USA	<b>Sierra</b> , S922LC, IBM POWER9 20C 3.1 GHz, Mellanox EDR, NVIDIA Volta V100, IBM	1,572,480	94.64	3	1.796	1.4%
4	Eni S.p.A. Italy	<b>HPC5</b> , PowerEdge, C4140, Xeon Gold 6252 24C 2.1 GHz, Mellanox HDR, NVIDIA Volta V100	669,760	35.45	6	0.860	2.4%
5	DOE/NNSA/LANL/SNL USA	<b>Trinity</b> , Cray XC40, Intel Xeon E5-2698 v3 16C 2.3GHz, Aries, Cray	979,072	20.16	11	0.546	1.3%
6	NVIDIA USA	<b>Selene</b> , DGX SuperPOD, AMD EPYC 7742 64C 2.25 GHz, Mellanox HDR, NVIDIA Ampere A100	277,760	27.58	7	0.5093	1.8%
7	Natl. Inst. Adv. Industrial Sci. and Tech. (AIST) Japan	<b>ABC1</b> , PRIMERGY CX2570M4, Intel Xeon Gold 6148 20C 2.4GHz, Infiniband EDR, NVIDIA Tesla V100, Fujitsu	391,680	16.86	12	0.5089	1.7%
8	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	<b>Piz Daint</b> , Cray XC50, Intel Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Cray Aries, NVIDIA Tesla P100 16GB, Cray	387,872	19.88	10	0.497	1.8%
9	National Supercomputing Center in Wuxi China	<b>Sunway TaihuLight</b> , Sunway MPP, SW26010 260C 1.45GHz, Sunway, NRCPC	10,649,600	93.01	4	0.481	0.4%
10	Korea Institute of Science and Technology Information Republic of Korea	<b>Nurion</b> , CS500, Intel Xeon Phi 7250 68C 563584C 1.4GHz, Intel Omni-Path, Intel Xeon Phi 7250, Cray	570,020	13.93	18	0.391	1.5%

**В чем причина:** «реальная» производительность современных вычислителей ограничена особенностями реализуемых алгоритмов.  $R_{\text{real}} \{\text{алгоритм (i)}\} \ll R_{\text{max}}$

А. Эйнштейн:

- Все, что мы знаем о реальности, исходит **из опыта** и завершается им.
- Абстрактные **понятия** не могут быть производными от ощущений

Имеет ли научный смысл вопрос: **какова геометрия реального мира?**

Фундаментальная проблема науки: соотношения абстрактных понятий и свойств физических объектов реального мира.

- Возможное решение:
  - создать универсальный язык для представления и обработки информации, так чтобы с его помощью программировать **экзоинтеллектуальную систему**, чтобы она могла не только конкретным образом, сопоставлять абстрактные понятия, но и на основе совокупности абстрактных понятий формировать соответствующие ей возможные образы.
  - создать суперкомпьютерную платформу **экзоинтеллектуальной системы**, возможности которой были бы сопоставимы с ресурсами человеческого мозга

Эра  
механических  
автоматов,  
исполняющих один  
алгоритм, записанный в  
памяти человека и  
реализуемый его  
руками

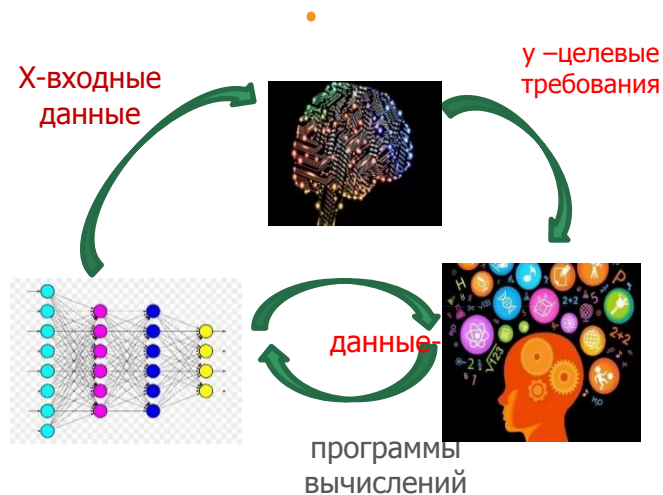


эра  
программных вычислительных  
технологий, реализующих решения  
прикладных задач

Программа -  
мыслимый алгоритм  
действий



эра  
«интеллектуальных» вычислительных  
систем, ресурсы которых адаптируются  
путем реконфигурации на основе  
обучения и обобщения опыта успешного  
решения различных задач

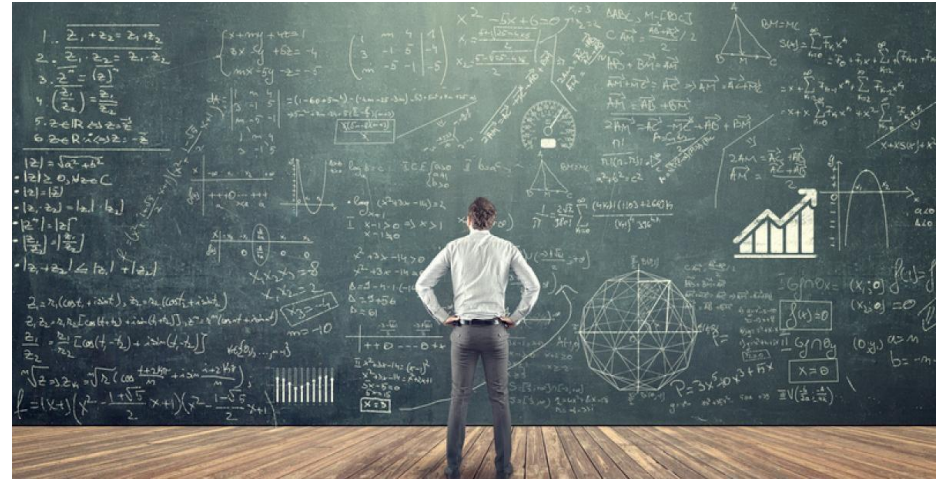


Остается открытой проблема: где и чему обучать тех, кто  
использует новые возможности компьютерных систем

Современные компьютеры, особенно суперкомпьютеры, для большинства пользователей похожи на «черные ящики». а технологии «программирования» - на манипуляцию «past and copy» кодов из открытых библиотечных функций.

СК надо «встроить» в интеллектуальный цикл разработки, а именно «разорвать» порочный круг сложности использования вычислительных ресурсов и интерпретации полученных результатов, чтобы

- облегчить доступ к СК широкому кругу инженеров и специалистов.
- научить СК «вычислять» объяснения полученных результатов ( технологии «объяснительного интеллекта»)
- включить в интерфейс управления боты-трансформеры с целью интерактивного взаимодействия пользователей с вычислителем

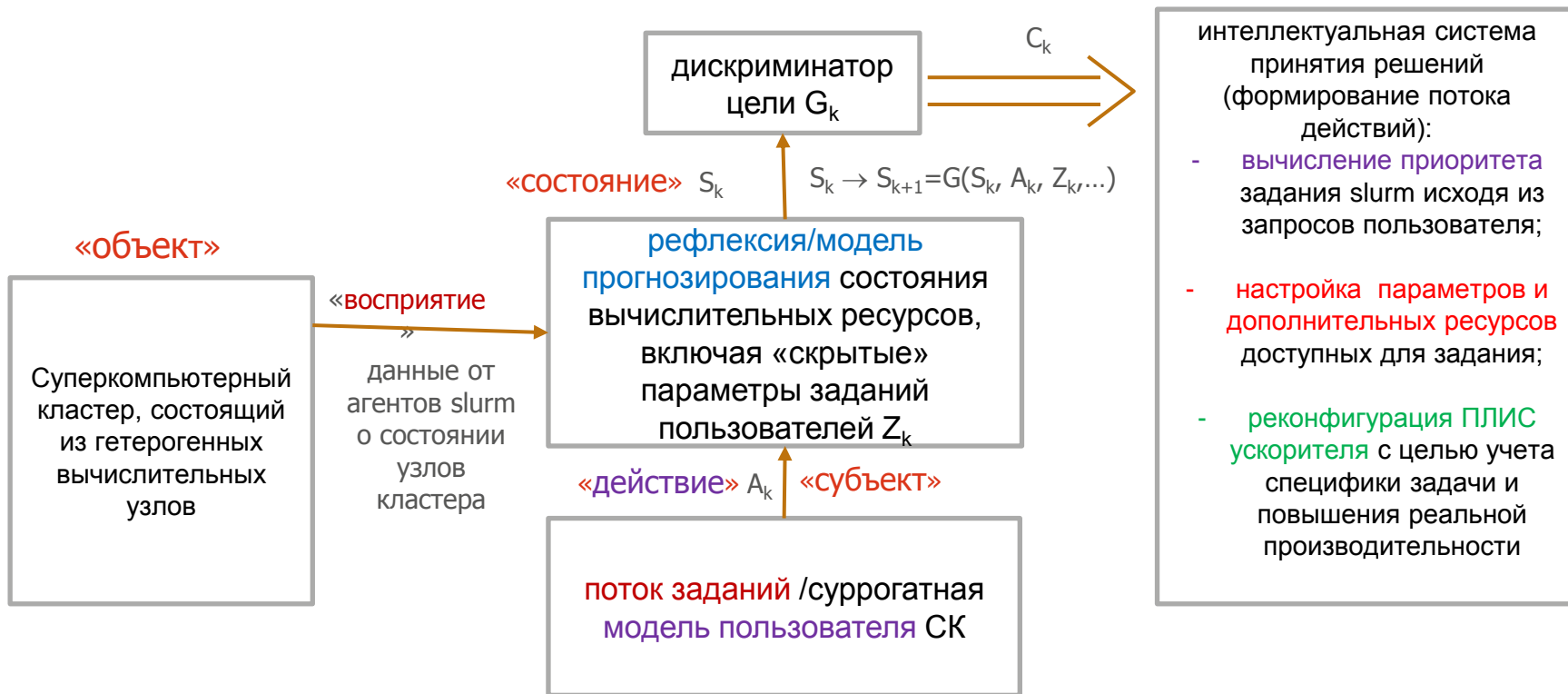


**Концепция экзоинтеллекта:** «цифровые компьютеры» должны участвовать реализации интеллектуального цикла «разработки **лишь в той части**, для которой требуются:

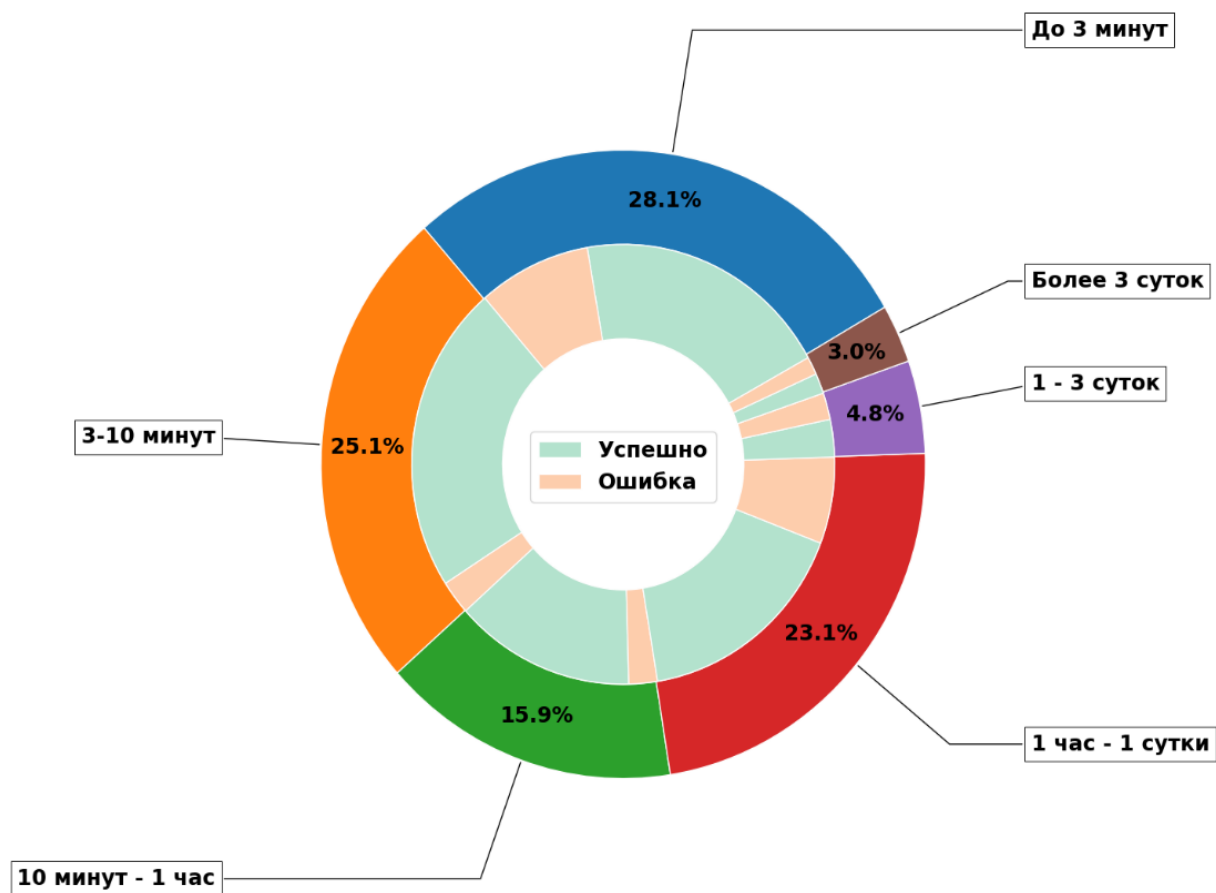
*вычисления, хранение и доступ большим объемам данных, оставляя функцию целеполагания и оценки за человеком*



# СТРУКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ РЕСУРСОВ СКЦ «ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ»

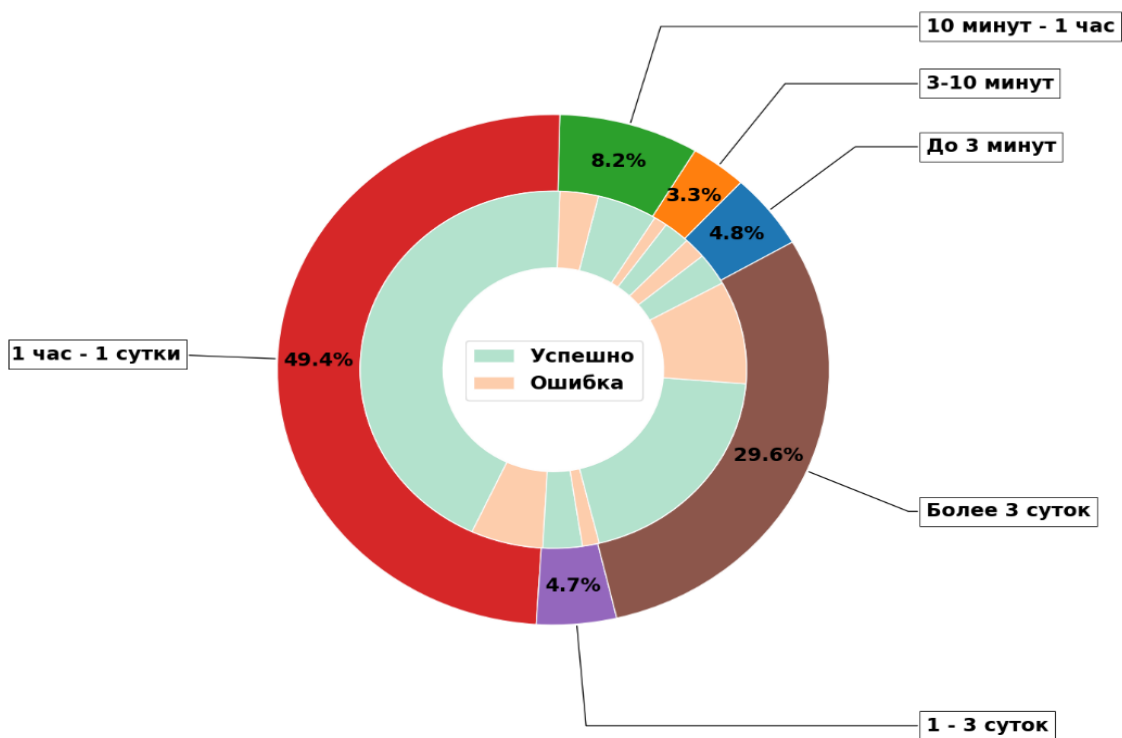


Распределение задач по интервалам реального (Real) времени





Распределение задач по интервалам процессорного (CPU) времени



- МОЖНО показать, что свойство NP сложности задачи **неустойчивое** !
- Поэтому различие задачи (о назначении или задачи коммивояжера) могут быть так переформулированы, чтобы они сохраняли свою **практическую ценность**, но вычисляемое решение было уже класса P сложности.
- Основа «умных» решений –переформулировка задачи так, чтобы она имел решения сложности P это интеллект....( т.е. наличие у субъекта - **СОЗНАНИЯ**)
- **Цель:** так реализовать процессы поиска решения задачи, чтобы в используемых алгоритмах явно присутствовал «аспект понимания» и объяснения полученного решения. Нужен симбиоз естественного и экзоинтеллекта

1. Феномен сознания **интегрирован** со всем тем, что человек знает о реальности (что реально видел, осязал, слышал или изучал теоретически).
2. Поэтому возможность использования "опыта сознания" **радикально отличается** от алгоритмов вычислений функций или распознавания образов, реализованных в современной компьютерной системе с ИИ.
3. **Суть отличия** современных компьютерных технологий от технологий, основанных на использовании феномена сознания, в самой сущности решаемых задач – компьютерные алгоритмы это решение прямых задач, «умные» алгоритмы – это решение «обратных задач», когда в решение задачи включается их «объяснение» – или некий экзо фактор.

«Сознательный опыт» можно рассматривать как своего рода процесс **сжатия информации**. «Сознательное» сжатие информации позволяет сформировать «семантический базис» .... пространства понятий, в которые непрерывно отображаются в воспринимаемые (опытные) данные.

Так, рассмотрим последовательность чисел:

4, 6, 8, 12, 14, 18, 20, 24.... Это бесконечный ряд, определяемый как:  
простые нечетные числа  
3, 5, 7, 11, 17, 19, 23..... плюс 1.

Решение содержит объяснение, но **не содержит** само множество простых чисел. Однако «умное» решение позволяет точно воспроизводить изучаемый ряд, поэтому может рассматриваться как **смысловое сжатие информации**, полученной в предъявленной последовательности данных .



**Психологи..... утверждают, что поведение интеллектуального субъекта в конкретной ситуации не может быть смоделировано независимо от всего его сознательного опыта.**

Это означает, что в мозгу субъекта **происходит нечто такое**, что не может быть представлено в виде "фиксированного" алгоритма. Формальное различие между истиной, сознанием и вычислениями заключается в том, что вычисления можно сопоставить с определенным алгоритмом, а сознание - нет.

Итак, сознательный опыт должен позволить обратную **реконструкцию** полученных ранее данных (данные опыта), но без явного хранения всех частей. Такая форма представления задачи математически формулируется как «обратная» и допускает «множество решений».

Вопрос, требующий ясного ответа:

1. Почему законы физики вычислимы, насколько нам известно, а законы сознания – нет

Мы можем предположить, что сознание не является "объективно" вычислимым, а лишь вычислимо только "субъективно", т.е. вычислимо непосредственно сами "носителем конкретного сознания".

**$P=NP=....=P$  local complexity**

В математике идея вычислимости не зависит от наблюдателя, но .... так же как в квантовой физике, в теории сознания нельзя избавиться **от «наблюдателя»**.

- **Человеческий интеллект** можно рассматривать как некую форму вычислений или ввода/вывода/хранения данных. При этом интеллект «исходит» не только непосредственно от ресурсов мозга, при этом каждая часть человеческого тела играет определенную роль в интеллекте человека.
- **Интеллектуальные вычисления распределены, параллельны на нескольких уровнях и децентрализованы** - нет централизованного программного каркаса, аналога центрального процессора, управляющего всеми вычислительными процессами и поведением мозга.
- **Интеллект использует как подход машинного обучения (статистика), так и логические (формальные) рассуждения (символические вычисления и т.д.)**

ГИПОТЕЗА: ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ТЕЛО ЧАСТЬЮ НАШЕГО ИНТЕЛЛЕКТА? (ИНТЕЛЛЕКТ РЕАЛИЗУЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО КАК ФУНКЦИЯ МОЗГА).

**... имеет ли организм и его микробиом значительное влияние на мозг и поведение человека?**

**Факты: Даже одна клетка обладает вычислительным ресурсом для решения специфических задач информатики, таких как выбор пути в лабиринте.**

**В результате использования ресурса вычислений клетки выбирают направления движения, выделяют химические вещества и реплицируются, следуя программе ДНК, которая аналогична программе цифровых компьютеров.**

При этом не имеет значения, что клетки не обладают тем, что называется развитым сознанием, но каждая клетка вносит свой вклад в общий интеллект человека.



- **муравьиная колония** в совокупности гораздо более интеллектуальна, чем сумма интеллекта каждого входящего в нее муравья.....
- Концепция "мудрости толпы" и концепция компьютерной науки имеют много общего - набор транзисторов или многослойные нейронные сети могут быть более "умными", чем один транзистор или однослойная сеть нейронов.
- Большинство клеток человеческого организма обладают реальными вычислительными возможностями, то это означает, что "тело" как живая структура может одновременно (параллельно) выполнять десятки триллионов согласованных вычислений.
- Традиционный процессор может обрабатывать только одну команду за выделенный интервал времени, а суперкомпьютер - миллионы разнородных вычислительных операций. **Вопрос:** какими вычислительными ресурсами обладает человеческое сознание ?

Мозг человека настроен на выполнение задач, требующих рекурсивной логики.

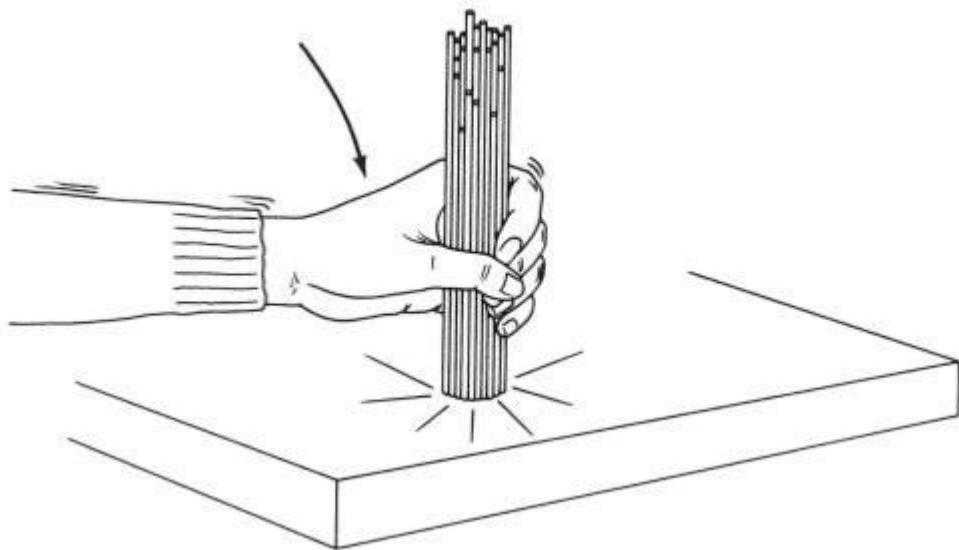
При этом мозг способен к самосовершенствованию, т.е. возможности нейропластичности реализуются через изменение самого мозга. Появление определенных **ОЩУЩЕНИЙ** может привести к высвобождению определенных ферментов, которые затем вызывают изменения в количестве синапсов и синаптических связей.

Таким же образом, самосовершенствующиеся компьютеры с искусственным интеллектом - это ключ к новым компьютерным технологиям.

Абстракция сводить **к минимуму бесполезные вычисления**. Так, в поле зрения человека может находиться 10 объектов и 10 деталей о каждом из них. Но человек, естественно:

1. ограничит свое внимание **только одним из этих объектов** (например, опасным камнем, летящим в его сторону) и
2. сделает простую абстракцию объекта, игнорируя детали (например, для опасного, быстро движущегося объекта нет необходимости думать о точной форме или узорах на камне).

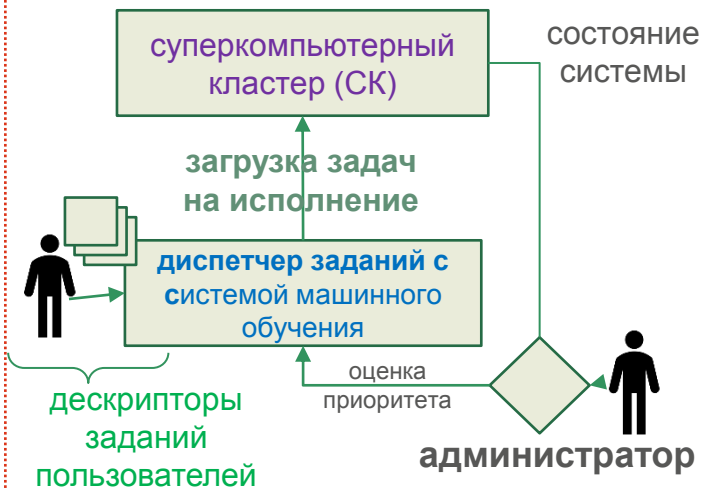
Компьютеры могут использовать аналогичные подходы. "Внимание - это все, что вам нужно" эта простая идея приводит к серьезным последствиям.



Преимущества ДНК-вычислений обусловлены их способностью выполнять одну и ту же операцию одновременно по заданной кодовой цепочке без дополнительных затрат на синхронизацию.

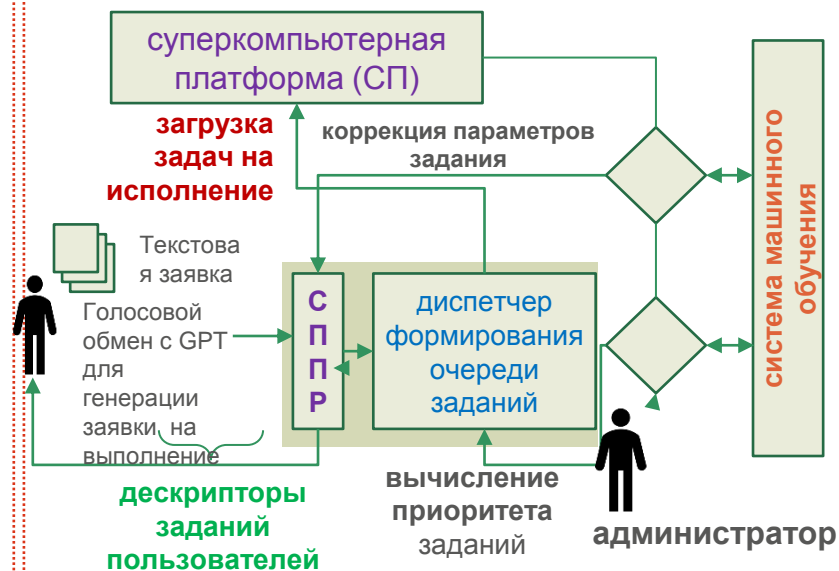
Алгоритм «сортировки» может быть легко реализован человеком, но не компьютером-автоматом, а путем использования «внешних» – экзо функций. Итак, человек может отсортировать стержни по длине с временной сложностью  $O(n)$ , а самый быстрый компьютерный алгоритм сортировки списка чисел -  $O(n \log n)$ . Имеем: **гравитации** постоянно действует на все стержни одновременно (параллельно). **Гипотеза P/NP** « разрешима при использование возможностей симбиоза интеллекта человека и алгоритмической мощности компьютера

## Что уже сделано



- система классификации потока заданий и модели прогнозирования времени исполнения заданий
- Использование оценки времени исполнения заданий для настройки диспетчера slurm

## Что планируется



Разработать архитектуру и компоненты системы поддержки принятия решений (СППР) для оценки дескрипторов заданий пользователей, интегрированная со средой машинного обучения как часть стандартного диспетчера ресурсов СП

Вычисления - это процесс, который реализует **отображение** между некоторыми символическими структурами и полем рациональных чисел конечной разрядности. Такое **отображение** может принимать различные формы, например

- функция,
  - оператора,
  - Алгоритмы .....
- ио и функции
- понимание
  - объяснение....

Любая символьная структура некоторого языка может быть числами, например: **3 + 2 равно 5**, а может быть словами **«три плюс два равно пять»**. Все зависит от возможностей системы воспринимать полученную кодовую последовательность.

**Итак, фундаментальная проблема компьютерных наук - построить компьютер, который воспринимает символьные последовательности, вычисляя функцию «смысла символов»!!!**