

ВСИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

## курс: Введение в профессиональную деятельность

### ТЕМА 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

#### ЛЕКЦИЯ 11 : ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК РАЗДЕЛ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

10 апреля  
2025

- Компьютерных науки (информатика или физика информационных отношений) можно представить как формальную систему, используя ряд аксиом, например:
  - Аксиома №1. “it from bit” (физические системы – есть носители информации)
  - Аксиома № 2. Сущность является (проявляется только через наблюдение) – явления (то есть наблюдения несут информацию) существенно
  - Аксиома №3. время перехода  $\Delta t$  носителя одного бита (bit carrier) информации из состояния «0» в «1» (два различных ортогональных состояний) ограничено

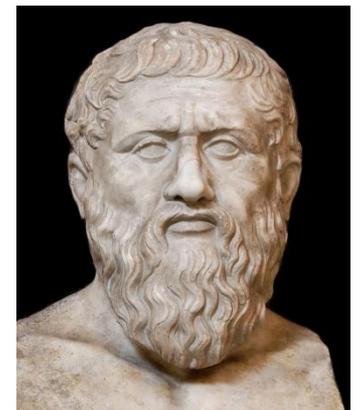
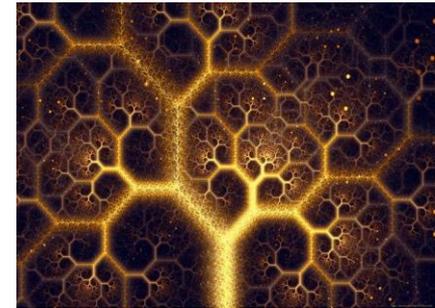
$$\Delta E * \Delta t \geq \hbar$$

- При этом существует различие между явлением, как наблюдаемым фактом (событием) и сознательным опытом – как объяснением явления в терминах абстрактных понятий

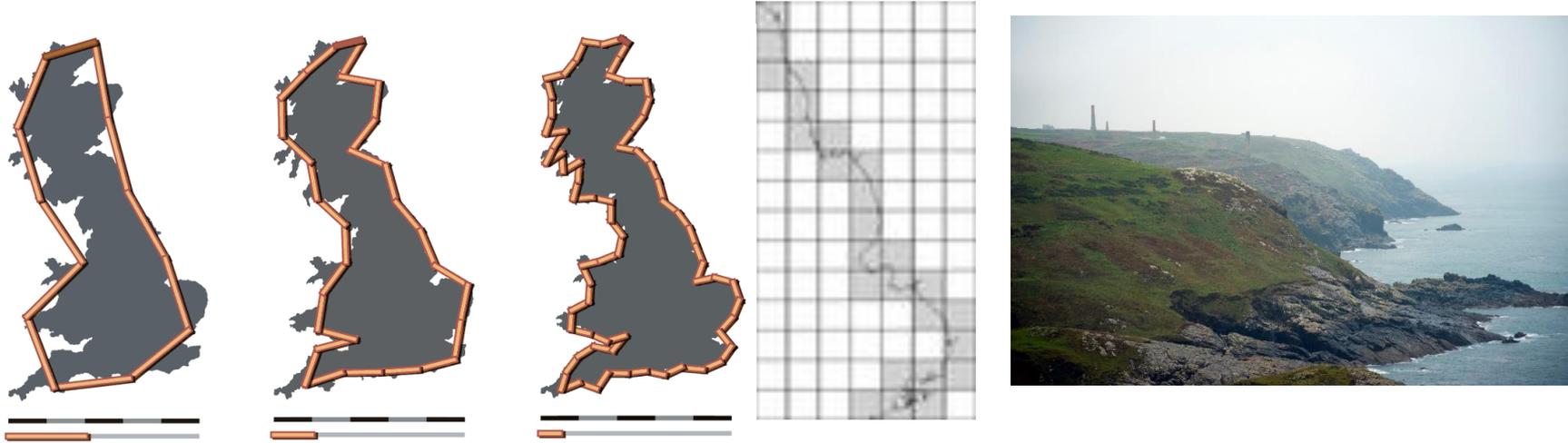
Физическая сущность «является» через наблюдаемые события, которые следуют законам Природы (аксиома 2). В точное описание физической реальности возможно в виде математической структуры, состоящей из абстрактных объектов как носителей множества формальных операций.

### Возникают вопросы

- физическая реальность это воплощенная математическая структура ?
- все логически непротиворечивые математические структуры реально существуют ?
- технологии ИИ – это попытка построить на основе наблюдаемых явлений «формальную систему» , которая эти явления «сгенерировала»



# Фрактал - физическая реальность, воплощенная в математическую структуру ???



К выводу о том, что длина береговой линии зависит от выбранной меры и потенциально длина бесконечная, 2000 лет назад пришел Анаксагор

## Вопросы:

- **какая длина у реальной «береговой линии» ?**
- существует ли автокаталитический процесс, сущность которого является (аксиома 2) как **законы** физической реальности, причем **причина и следствие** отделены **конечным интервалом** времени (аксиома 3) **вычислительный**



Формальный аппарат ИИ – это алгебра математических операций над цифровыми **данными**, которые являются носителями статистических и... топологических закономерностей, порожденных законами Природы.

### Фундаментальные трудности

- **«Понять нельзя вычислить»** - следствия из теорем Геделя и Банаха-Тарского. Цифровые вычисления в системах ИИ **не способны обрести «понимание»** континуальных данных с помощью конечной композиции арифметических операций

### Технические трудности

- Принцип **«Garbage in, garbage out» (GIGO)** — согласно которому **качество результатов работы любой модели ИИ полностью зависит от качества данных**, на которых она построена.

### Алгоритмические трудности

- Алгоритмы ИИ не созданы для точного решения прикладных задач, а реализуют подход **основанный на вероятностях**, что ограничивает их применение в задачах, требующих высокой точности

«Сущность является» .... через данные (цифры) или понимание (т.е. через сознание)

Если вы не можете **объяснить**, что-либо простыми словами, вы это не **понимаете**

*Р. Фейнман*

Пока еще не созданная теория ИИ должна быть **призвана «разорвать» порочный круг**

- «сложности» технологий ИИ,
- галлюцинаций алгоритмов обучения
- невычислимости и неизмеримости смыслов

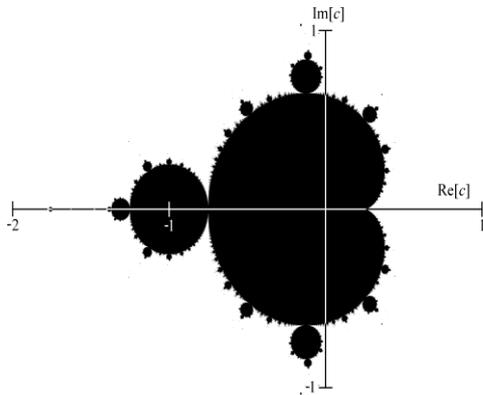
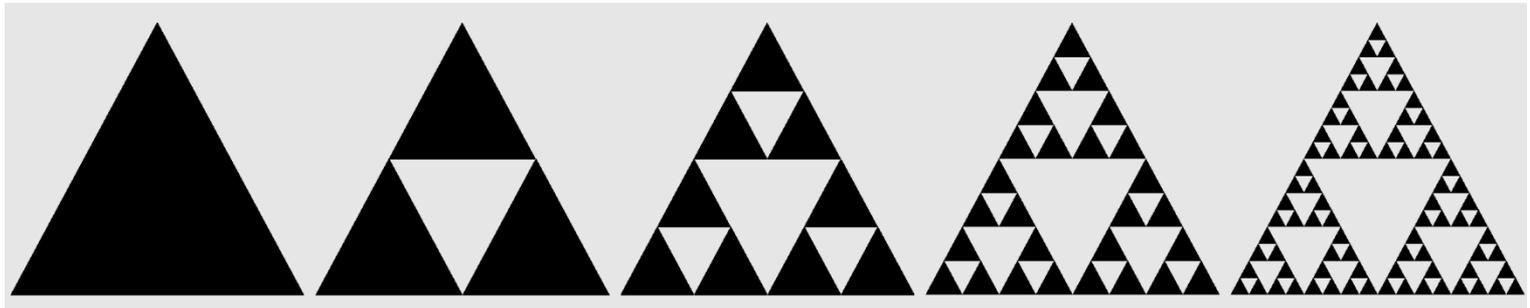


«... Там, внизу, полно места...» .... Р. Фейнман

... в компьютерных науках полно возможностей... чтобы использовать ИИ для того, чтобы объяснить сущность ИИ ...!

# «ФРАКТАЛ» ПОЗВОЛЯЕТ «УВИДЕТЬ» ПОТЕНЦИАЛЬНО БЕСКОНЕЧНУЮ РЕКУРСИЮ

- Примеры «воплощенной» рекурсии



$Z_{k+1} = Z_k^2 + C$ ,  $Z$ - компл. число

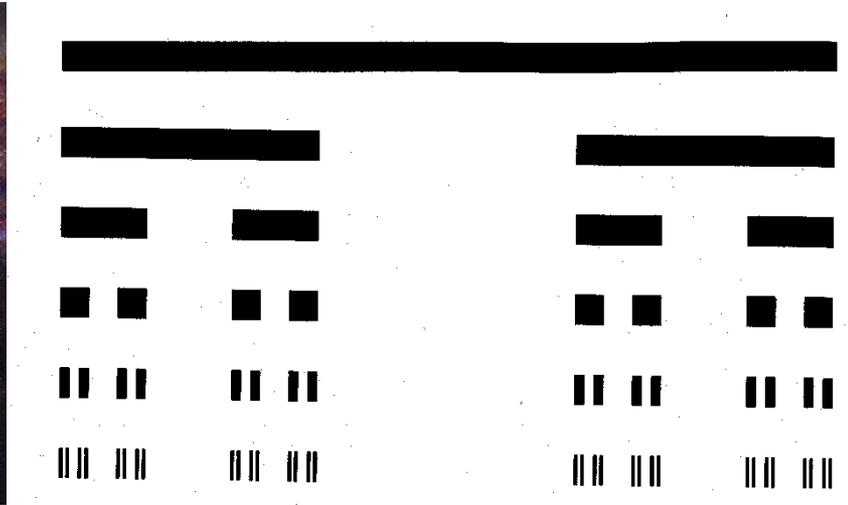


Длина береговой линии

Рекурсия «выбирает» функцию (объект) для своего воплощения:

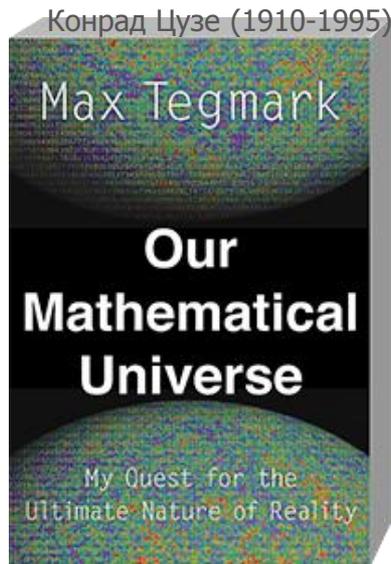
- целые числа
- рациональные числа
- вещественные числа
- комплексные числа
- ....
- фракталы

# Фундаментальные фракталы Природы: галактика «Млечный путь» и множество Кантора



Самоподобные множества – это фракталы –

**само-генерирующиеся мыслимые понятия – это мемы**



2014

- **гипотеза «мыслимого»:**

- имеется «формула» мышления которая гарантирует «причинно-следственную целостность» **временной последовательности** воспринимаемых физических событий. Не ясно, однако, является ли такое **исчисление** полным, согласно теоремам Геделя ?

- **гипотеза «математическая вселенная»**  
(Конрад Цузе, Макс Тегмарк, Дж. Баттерфилд)

- всё, что мы можем воспринимать (видеть, слышать...) является тем, что **можно в принципе «вычислить»**, однако формально «вычисляемое» и «измеримое» не исчерпывает то, что **объективно существует**. (вспоминаем парадокс Банаха-Тарского)

- **ВЫВОДЫ:**

- «мыслимое» может воплощаться в «реальное», через процесс «вычисления» осмысленных действий, однако ... при этом объем понятия «мыслимое» больше объема понятий «вычисляемых» и «измеримых» действий или сущностей физического мира, которые подчиняется «математическим» законам
- Чтобы «квалиа» Вселенной породило физическое явление нужен специальный механизм **«супервентности»** - детерминированной связанности множеств а) мыслимых понятий и б) физически реализуемых сущностей

**Задание к экзамену: объяснить работу программы квин на языке C++**

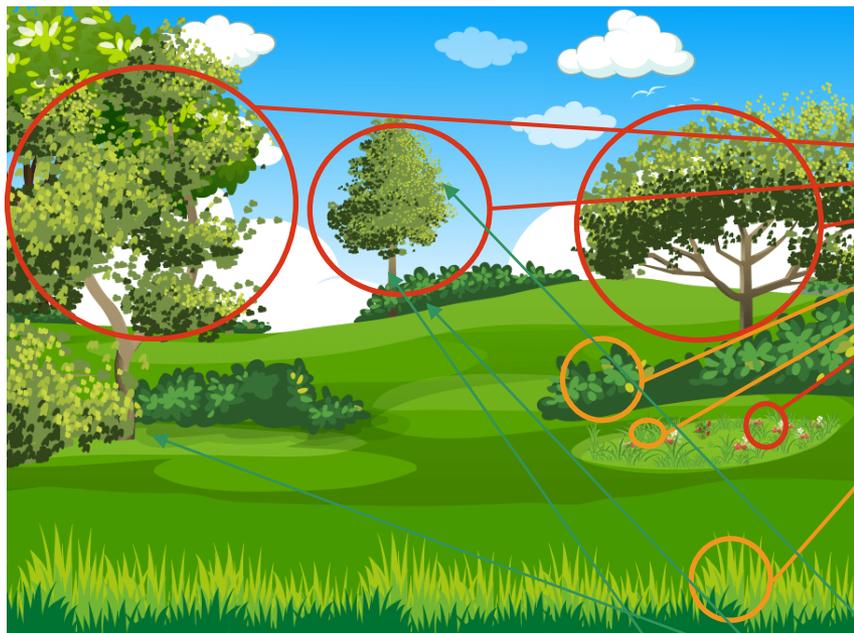


ПОЛИТЕХ

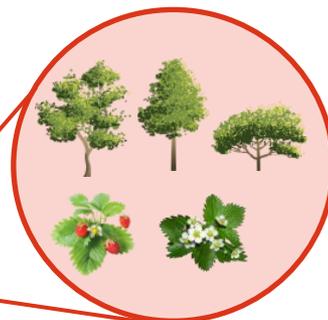
ПОПРОБОВАЛИ ОБЪЯСНИТЬ СУТЬ «ФИЗИЧЕСКОЙ» НЕОБРАТИМОСТИ :  $|A| > |B|$   
В ПРОЦЕССЕ «ВЫЧИСЛЕНИЙ» ТЕРЯЕТСЯ ИНФОРМАЦИЯ

Почему бы ИИ не считать естественным **звеном эволюции** человеческого сообщества

## Физическая реальность



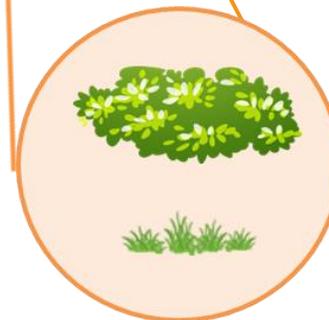
? **Сознание-**  
«воплощение»  
**супервентности**  
понятий и ощущений



Слова-понятия

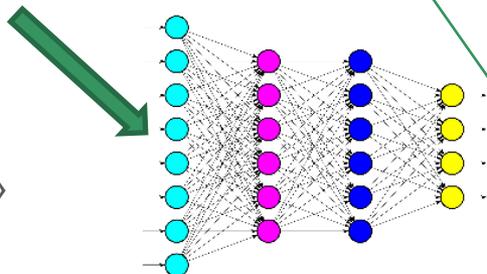


Слова-  
свойства



1,2, 1/3,  
«СЛОВ»-ЧИСЛ

«мощность  
множества»  
на входе А



«на опушке  
леса **СТОИТ**  
одно **зеленое**  
**дерево**»

«мощность  
множества»

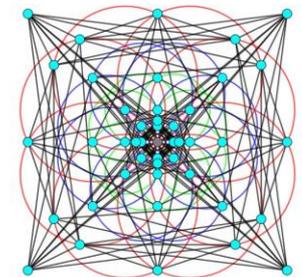
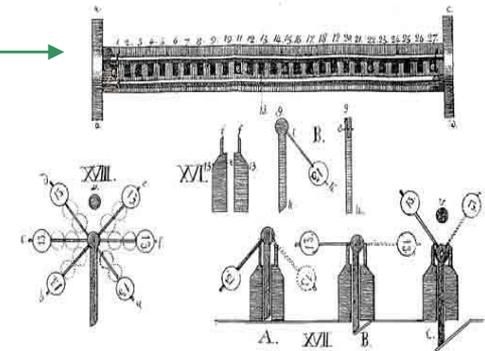
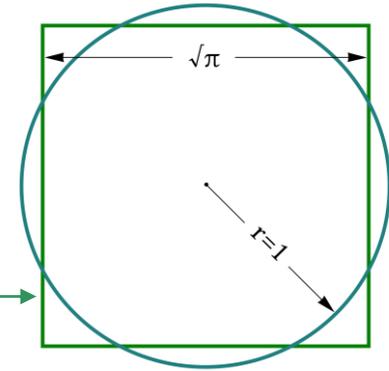


# НЕИСЧИСЛИМОЕ КОЛИЧЕСТВО И НЕИЗМЕРИМОЕ МНОЖЕСТВО – У «КРАЯ» УПОРЯДОЧЕННЫХ МЫСЛИМЫХ СТРУКТУР

Вопрос При каких «необходимых» и «достаточных» условиях мыслимое «слово» может стать «причиной», которое имеет «следствие» ?

Ответ на этот вопрос искали многие:

- У античных логиков и греков-математиков необходимое условие было связано с понятием «бесконечность», которая воплощалась была в иррациональных числах и проблеме «квадратуры» круга
- В XVII в. Паскаль писал о страхе перед «бесконечностью» при мысли о конечности познания космоса.
- Эти страхи в XVIII отбросили ради математических результатов, которые составили основу математического анализа. В XIX веке появилась алгебра Буля и машина исчисления идей – идеоскоп С. Н. Корсакова
- В XX в. появилась
  - **решения проблемы бесконечности**, с которой можно разобраться при помощи одного символа ( $\infty$ ), но .... не ясно, что делать с числами, которые **меньше бесконечности**, но при этом огромны? ( т.н. числа Грэма...?)
  - **теорема Ф. Рамсея 1928 г.** является основополагающим результатом в комбинаторике: полная неупорядоченность невозможна, но достаточно большое множество чисел, точек или объектов **обязательно содержит в себе порождающую** высокоупорядоченную структуру (формулу).





## Комментарий:

- Имеется громадное множество **логически возможных ситуаций** или структур, которые **не являются физически реализуемыми**.
- Но от бинарной логики Буля и логики «конечного» номинализма У. Куайна в принципе возможен переход **логике бесконечных порядков** (
  - Онтологическая формула логики У. Куайна: **«быть» значит быть значением мыслимой переменной»**
  - Теоремы Геделя работают с сущностями, которые порождены исчислением арифметики Пиано, а переход к другим исчислениям почти снимает проблему **«полнота vs непротиворечивость»**



Комментарий.

- В четырехмерном пространстве-времени физические объекты никогда не покоятся, они всегда двигаются **вдоль оси времени**, причем именно вдоль этой оси с максимально **возможной скоростью — скоростью света**. Однако, даже если мы начинаем перемещаться в пространстве, мы не перестаем находиться в единой координатной сетке пространства-времени, и в ее пределах вектор скорости всегда по модулю будет равен скорости света. Меняется только направление вектора.
- Феномены ретро-причинность, всеобщая предопределённость, самосбывающегося пророчества и пр. **ЛОГИЧЕСКИ НЕСОВМЕСТИМЫ** с принципами компьютерных вычислений на основе исчисления мыслимых понятий в рамках теории автореференции **между множествам «мыслимых» и «вычислимых» (реализуемых) типов данных**

Что имеется:

все **содержательные задачи** можно решить, **используя комбинаторные алгоритмы**, но ...временная сложность таких решений  $\rightarrow \infty$

Что требуется

алгоритмы конечной временной (полиномиальной) сложности (P-алгоритмы) и **«глубокая» теория** (мета «теория теорий») рассматриваемой области

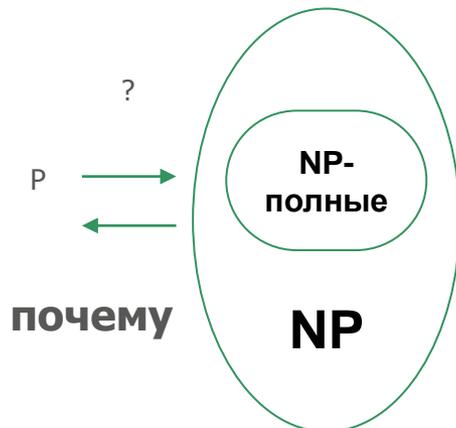
Что делать,

если **«глубокой» теории** в рассматриваемой области **еще нет**, то

- P- полиномиальные
- NP – non deterministic полиномиальные

идея:

**Надо аппроксимировать** решения с помощью **индуктивных ad-hoc моделей**, которые **«обучаются» искать решения на большом, но конечном множестве данных**



гипотеза:

**обучение** рассматривать как процесс формирования наиболее вероятных решений **с помощью используемого оператор аппроксимации** законов теории

решение:

Использовать «легко обучаемые» базовые вычислительные модели дополненные механизмом внимания, доставляющих решения NP задач **с точностью до вероятности**



**Интеллект** от лат. intellectus «восприятие», «понимание»

**инФОРМАция** - осмысленные представления суждений о каком-либо объекте, содержащееся в его «форме»

**Сложность** - ..... **ЭТО**



Р. Декарт: Cogito ergo sum  
*/Я мыслю, следовательно,  
я есть/.*

- **Термин же ИИ – это мем** предложенный Джоном Маккарти (создатель языка для символьных вычислений Lisp (предшественник Python и JavaScript) + концепции **логики для представления знаний** + разделения времени между задачами в компьютере) на семинаре в 1956 году, деньги на который выделил Фонд Рокфеллера.
- Дж. Маккарти обещал решить проблему ИИ за два месяца .... но сложность проблемы потребовала времени

$$\Delta E * \Delta t \geq \hbar$$

# Что такое ментально-формальный резонанс

*воображения, мышления и метафоры абстракций ?*

идеи «обучения машин» (ОМ) :

- **Аксиома выбора** – *из непустых множеств всегда можно создать новое множество ...*  
(алгоритмическая неразрешимость задач)
- **Теорема Банаха-Тарского** – *из трехмерного шара можно собрать два идентичных шара, каждый с объемом равным исходному*  
(ограниченная делимость понятий и точность вычислений)
- **Теорема Геделя** – *непротиворечивая формальная система не может быть полна*  
(истинность верного предположения невозможно доказать)



## «ДАЛЬТОНИЗМ»

«жизненного опыта»

- решение узнаваемо, находится быстро, но...не точно

Парадокс «импликации:  
«из лжи может следовать все, что угодно»

## Постановка задачи: как заменить «вычисления» пониманием....

**Стандартное определение машинного обучения** — область компьютерных наук поиска решения различных классов задач **без их программирования**

**Формально-теоретическое уточнение задачи МО:**

вычислить с точностью до .... вероятности (**следуя аксиоме выбора**) за конечное время решение формально сформулированных задач (**теорема Геделя**)



Искушение МО: компьютеры могут «обучаться» на основе **входных** и ... **сохраненных данных** (с/без учителя), реализуя **мастер-концепцию ИИ : компьютер (аппаратура+ ПО+данные) - «обучи себя сам» !**

Вопрос: возможно ли решение проблемы, если надо «пойти туда, не зная куда»





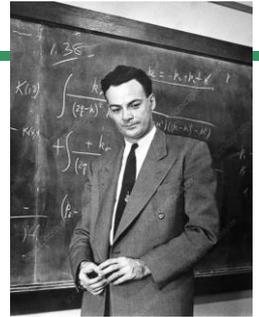
ПОЛИТЕХ

## 2. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ИИ: ПОНЯТЬ НЕЛЬЗЯ ВЫЧИСЛИТЬ



Любые обратные задачи «неустойчивы» по отношению к погрешностям в исходных данных, Поэтому нужны принципы отбора (**регуляризации**) «правильных решений»

А. Н. Тихонов: надо найти асимптотически верное решение



Р. Фейнман сказал  
«**Заткнись и считай!**»

Пример из математики:

- «прямая задач:  $1+2=3$  (есть одно **решение**)
- «обратная задача»: найти способ, как вычислить «3» (**решений много**)
- Проблема «обратных задач» в физике «почти» решена: на решениях должны выполняться «концепт» **сохранения энергии**
- **«Фундаментальный» вопрос ИИ?** Какие «концепты» (законы) надо использовать для поиска решений задач с использованием ИИ?

21 век это эпоха «двоичных компьютеров и информации»...но:

- законов «сохранения» не создано, но была воплощена идея термодинамики информационных процессов Р. Ландауэра:  
**при потере 1 бит информации выделяется тепло  $Q \geq kT \ln 2$**
- В 2024 году затраты энергии на КН составили 3,5-4 % мирового энергопотребления.
- в докладе Morgan Stanley говорится,
  - индустрия ИИ с каждым годом потребляет на 70% больше энергии.
  - к 2026 году энергопотребление центров обработки данных достигнет 1000 ТВт/ч, что эквивалентно общему потреблению Японии

**А что будет, если информацию не терять ?**

чат-бот ChatGPT от OpenAI ежедневно отвечая на 200 млн запросов потребляет 500 тыс. кВт/ч

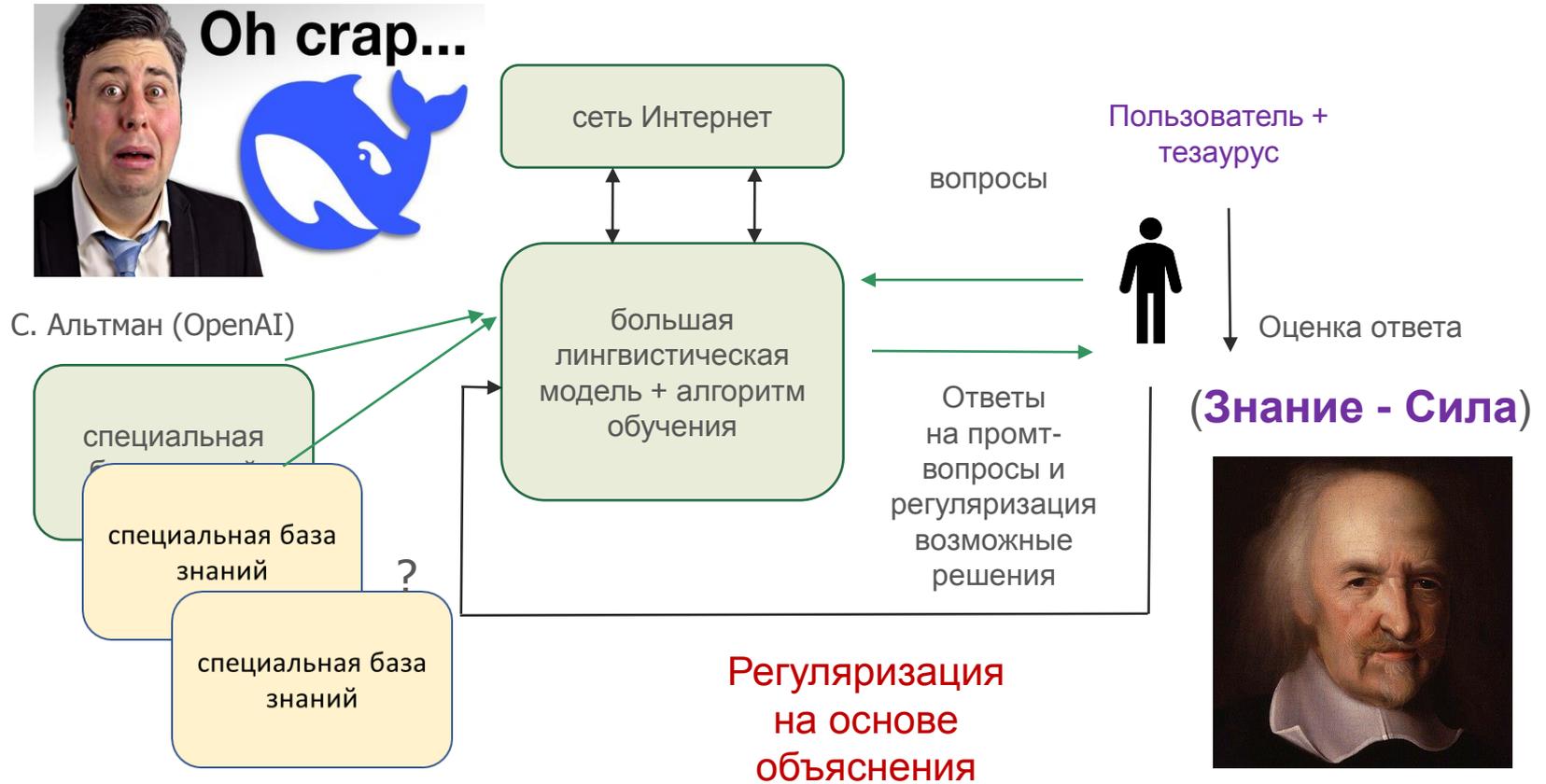
- Термодинамика решений «обратных задач МО» ясна: 1кВт – 40000 бит?
  - Что из это следует
  - **«заткнись и плати за электричество» или...???**



ПОЛИТЕХ

РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОБЪЯСНЕНИЙ.

# ПРИНЦИП ЭКЗО-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ



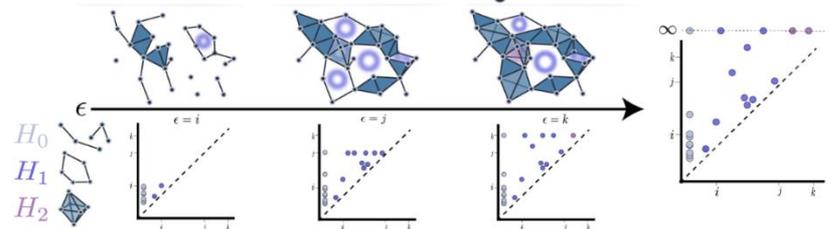
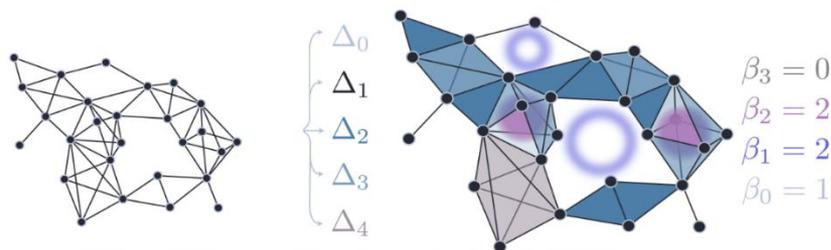
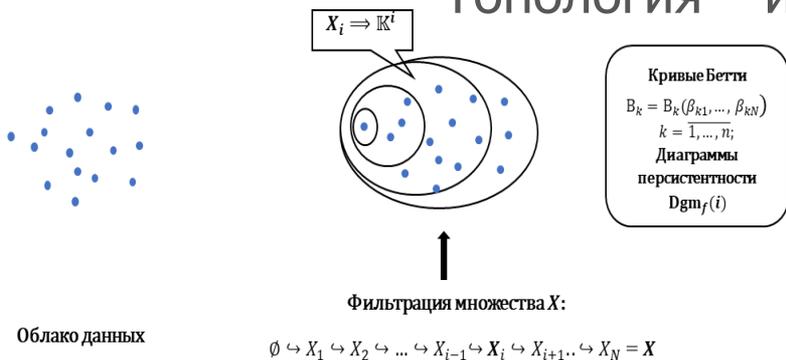
Томас Гоббса «Левиафан» ( 1651)



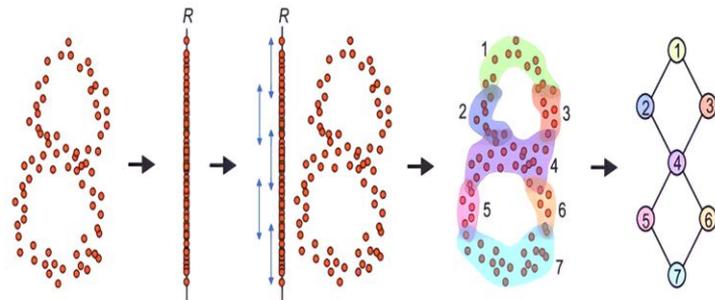
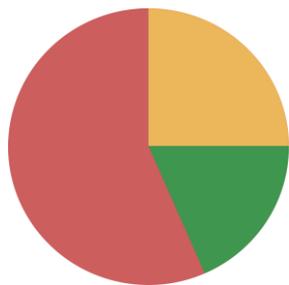
ПОЛИТЕХ

# НОВАЯ НОТАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАШИН: КОМПОЗИЦИИ ФОРМАЛИЗМОВ СТАТИСТИКИ И ТОПОЛОГИИ

## Топология – изучение явлений непрерывности



## СТАТИСТИКА

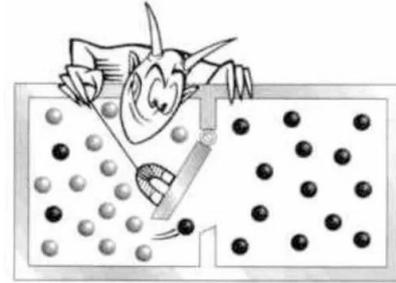


гистика конечного набора данных из заданного распределения

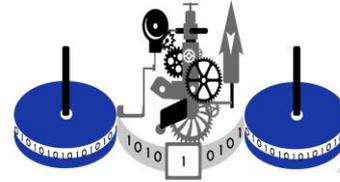
## Функции вероятности распределения дискретных событий



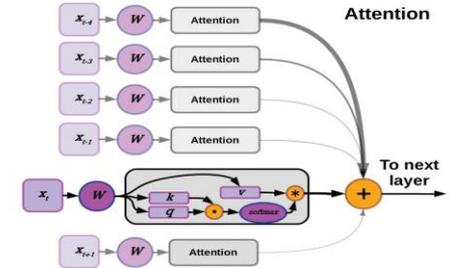
**Машины:**  
паровоз Черепанова



Сциларда



Тьюринга



GPT трансформер  
30.11.2022

... **великая ноябрьская** «революция машин» **совершилась:** лингвистический поворот в развитии **КН**

**Новая** концепция компьютерных наук: любая «машина» **суть трансформер** «свободной энергии» (информации), **необходимой для перехода из** потенциально бесконечного множества возможных состояний **в конечное множество состояний,** обладающих свободной энергией для совершения **«полезных вычислений».**

Обучение «машин» – это процесс обретения вычислительной машиной «свободной энергии» в форме «программы» **выполнения определенной работы для понижения «энтропии вычисленных результатов»**

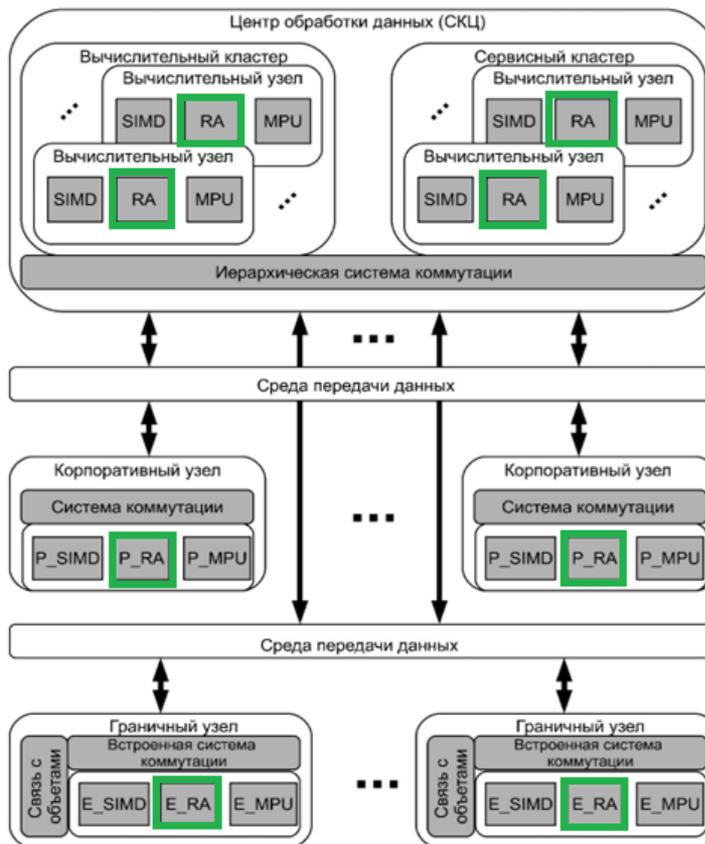
# ПОСЛЕДСТВИЯ РЕВОЛЮЦИИ НОВЫХ КОНЦЕПТОВ: А) «ЦИФРОВОЙ» НОЛЬ МНОГОЗНАЧЕН, Б) «0» ЭТО НЕ «ПУСТОТА» , А СИМВОЛ ...

- а) «цифровой» ноль многозначен,
- б) «0» это не «пустота» , а символ ...
  - $1-1 = 0$ ,
    - $10-10 + 0 = 0$
    - $\dots 0 + \dots + 0 = 0 ?$
  - математическая "пустота" в физической реальности таковой не является ... а в современном стандарте компьютерных чисел с плавающей точкой IEEE 754 «ноль формально не выразим» ;-(
  - Дуализм математической логики «единица и ноль" должен быть переосмыслен на основе «фактора мультимодальности», а **принципы физических теорий - дополнены информационным фактором «механизма памяти»**
  - **Итого**, проблему ИИ надо разделить «физические» и «информационные» аспекты , чтобы разработать новое поколение вычислительных платформ на основе алгоритмов «обучения машин»

Уровень  
«объяснения»  
решений  
(решение  
обратной

Уровень  
«обобщения»  
результатов в  
«умные данные»  
> 10 Гфлопс/Вт

... нового  
доступа  
к «большим данным»  
> 20 Гфлопс/Вт





ПОЛИТЕХ

# ЦИФРОВАЯ «ЭКОНОМИКА» : ТОВАРОМ СТАНОВИТСЯ «ЧИСЛО»

«Все есть число» Пифагор 570-490 до н.э.

«В начале было Слово» Евангелия от Иоанна

Вычисления чисел → Вычисление «слов»

**Эра генеративных компьютерных платформ,** объясняющих «СМЫСЛЫ» вычисленных результатов

**Эра** механических автоматов, исполняющих один алгоритм, вычисления



Алгоритм записанный на естественном языке, понятном человеку

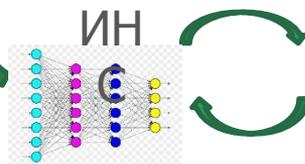


**Эра** машин Тьюринга (МТ), вычисляющих числа с использованием разнообразных программ-алгоритмов

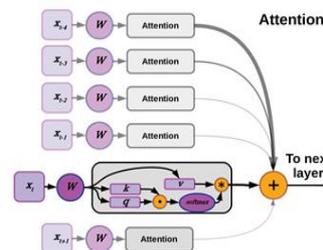


Алгоритм вычисления – текст, записанный человеком на языке «понятным» (?) вычислительной машине

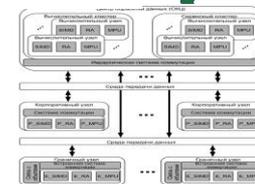
X-входны данные и описание заданий



представление информации на языке процессов вычисления в памяти

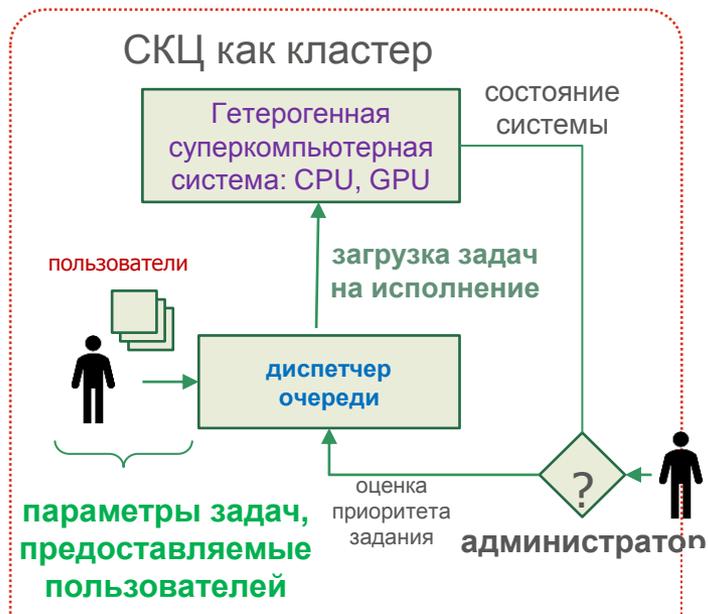


у – выходные данные - результаты



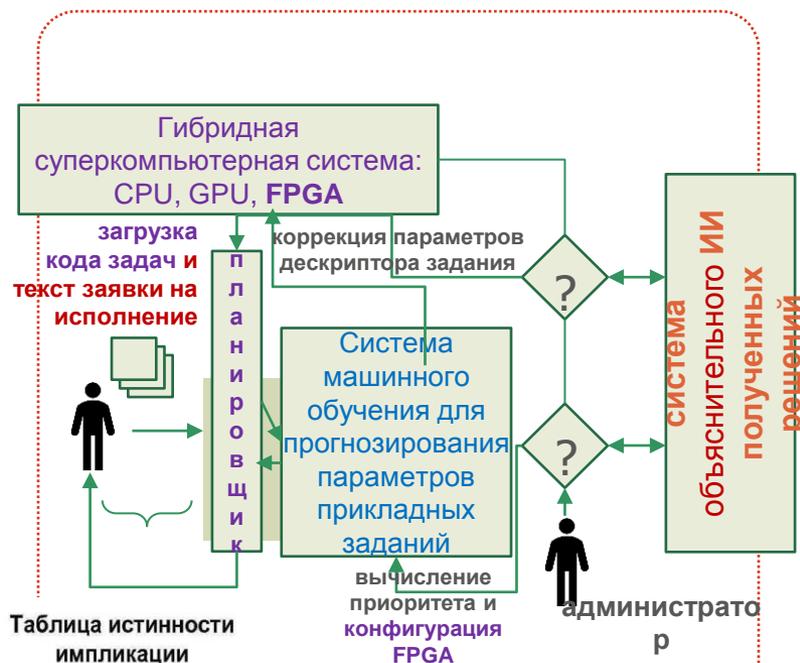
Описание процессов на «языке понятий»

- NVIDIA стоит \$1,973 трлн. (сама дорогая компания в мире, делающая «лопаты и кирки» для добычи «цифровых монет»)



### Проблемы:

- неточность оценок параметров задания которые формирует пользователи
- Неточные оценки порождают «ошибки» диспетчера в выделении ресурсов для пользовательских заданий



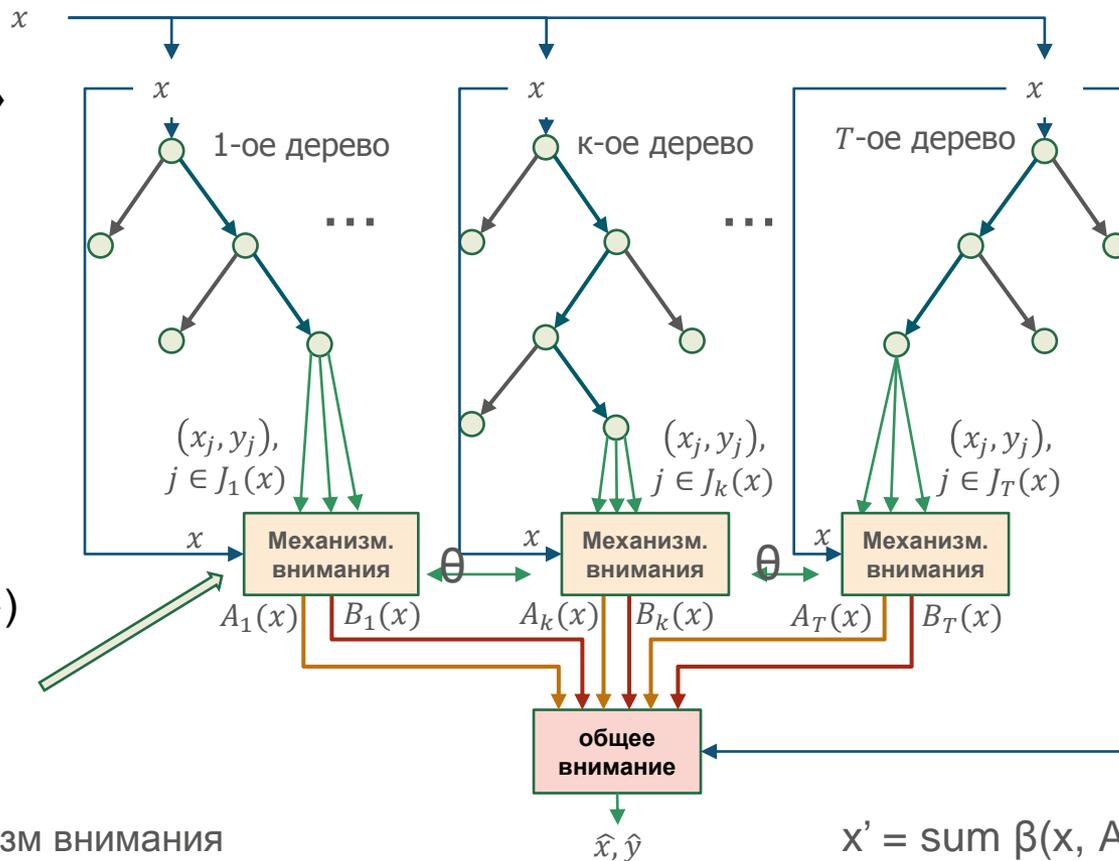
A	B	A→B
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Парадокс «материальной импликации»: «из лжи может следовать все, что угодно» (первая строка  $A=0$  и  $B=0$  следует «1»)



# КОМПОЗИТНЫЕ РЕШЕНИЯ (ПРЕОДОЛЕНИЯ) : ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «СЛУЧАЙНОГО ЛЕСА» ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ С МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ

Борьба за повышение «объяснимой» точности : композиция ансамбля случайных деревьев решений с **МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ** (контекстного «голосования»)



Механизм внимания представлен весами  $\alpha(x, x_j, \theta)$ , имеющими общие обучаемые параметры  $\theta$

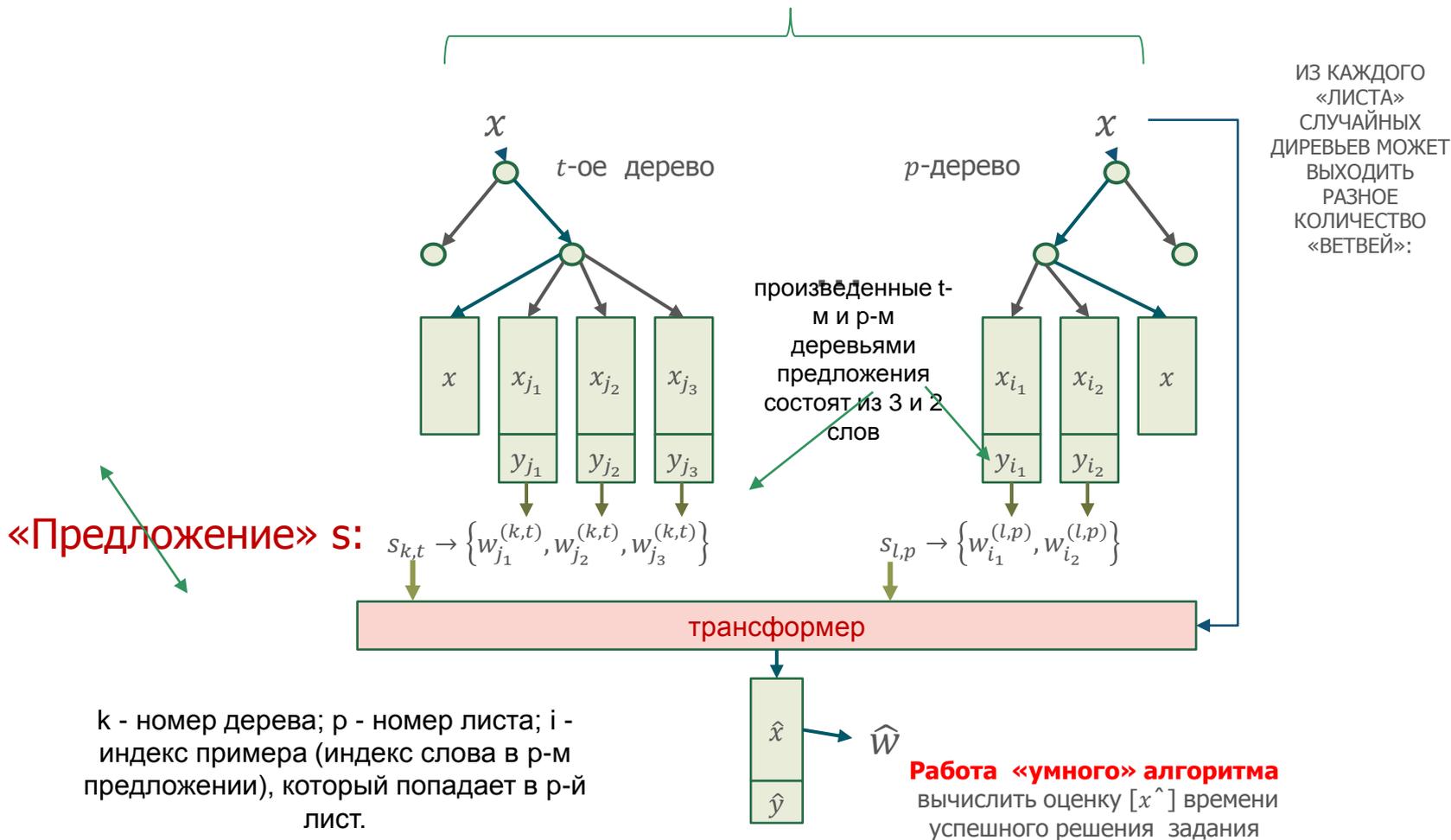
$$x' = \sum \beta(x, A_k(x), \psi) \cdot A_k(x),$$

$$y' = \sum \beta(x, A_k(x), \psi) \cdot B_k(x),$$



# КОМПОЗИЦИЯ «БАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ» И LLM ТРАНСФОРМЕРОВ

Деревья классификации возможных состояний СК





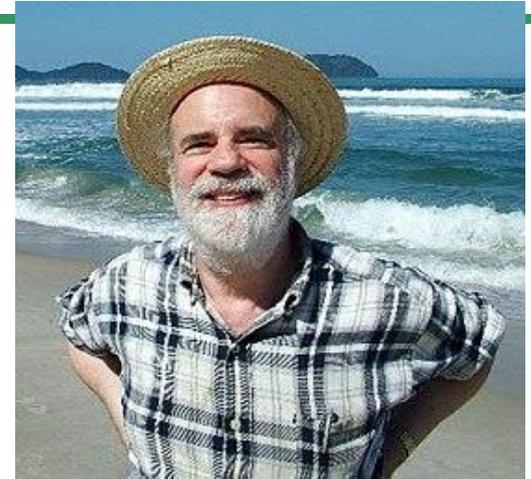
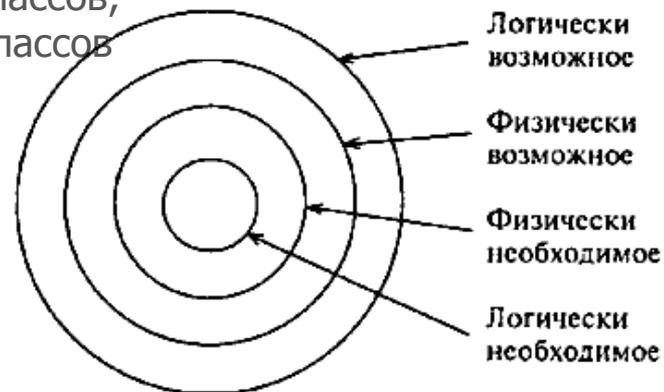
# ДВУХКОНТУРНАЯ АДАПТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СКЦ



Теория «возможных миров» С. Крипке:  
конвенциональная область чувственного опыта,  
которая следуют примату смысла наименований как  
функции их «успешного» применения к множеству  
вещей.

Основа теории – **модальная логика**, использующая  
термины «возможно», «необходимо», «невозможно»

При этом в теории выделяются:  
имена собственные,  
имена естественных классов,  
имена номинальных классов



1940 - 2022

- Идея теории «возможных миров» С. Крипке, выраженная в каузальной теории референции: Значение выражения не сводится к его лексике и семантике, а зависит от контекста использования...
- Смысл выражения – это его содержание (**сущность**), которое, однако, может быть выражено в различных формах (определение, описание, вектор,,,)
  - например: понятие «большой» может по отношению к животному означать «крупный», а в контексте обсуждения размера комнаты – «просторный».
- Цель теории каузальной референции:
  - объяснить возможную причинную связь (смысл референции) между обозначаемым (физическим) и обозначающим (семантическим), а именно : почему «X является причиной Y»

В теории С. Крипке вводятся понятия:

- Референт - **Имя** определяется через дискрипции (формальные языковые описания)
- «Возможные миры» различные дискрипции с неизвестными элементами

Однако, дискрипторов будет не достаточно, чтобы однозначно выделить **референт**....

– Пример: Имя «Ньютон». Вопрос какова его референция :

- открыл закон всемирного тяготения,
  - «формализовал» идею «падающего яблока» у Р. Гука
  - ???
- Фундаментальная проблема «отношение имени к миру вещей» (проблема «интенциональности») математическими методами не разрешима, так как природа «идентичности» не сводится к анализу синтаксиса «дискрипции», а **имеет существенно семантический** характер....



ПОЛИТЕХ

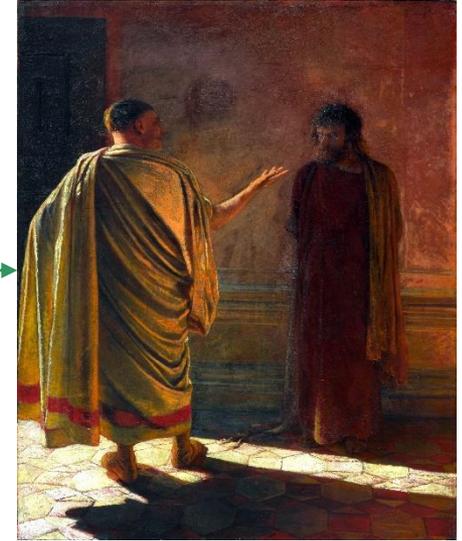
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ: К КАКИМ ВЫВОДАМ МЫ ПРИШЛИ

Существует различие между понятиями «**наименование**», «**значение**» и «**смысл**», также как существует различие между аналитическими (формальными) и синтетическими (экспериментальными) истинами.

На вопрос : «**что есть истина**», Пилата ответа не получил....

- Значение слов определяется не только их лексическим значением, но и контекстом, смысл выражения есть его содержание, которое выражено в различных формах.
- вопрос об истине получают свое **значение** и объяснение на основе **понятий**, которые относятся к опыту.

Итак, «**лингвистический поворот**» в развитии компьютерных наук позволяет **объединить поиск аналитических и синтетических моделей истины** ... используя для этого формализм модальных логик, теорию референций, а также наделение «квалиа» концептуально-контекстным описанием (содержанием)



картины  
Николая Ге

Для формализации теории «возможных миров» необходимо задать порождающее множество аксиом, определяющих семантику наименования и отношения между объектами теории. Пример простейших из «возможных миров»: кольцо целых чисел, поле вещественных чисел....

- Так понятие «натуральное число» определяет ссылку на смысл операции арифметики, которая позволяет через «имя (код) числа» выразить понятие «исчислимое количество», рассматриваемое как причинно-следственное отношение между мерой объектов теории и соответствующим наименованием - «кодом числа».
- Абстрактная математика «истина» в любой возможной «вселенной» (в отличие от физики, химии, социологии) ???
  - $1 + 1$  неизбежно равняется 2 и для этого ничего не нужно, кроме логики.
- В любой точке Вселенной, если где-то ещё существует разумная жизнь, истинно выражение
$$1 + 1 = 2,$$
впрочем как и
$$1+1=10$$
 ,, ,, ??? (если мыслится запись как двоичное кодирование)
- Представители любых «разумных цивилизаций» на определенном этапе своего развития точно так же смогут исследовать свойства натуральных чисел, а затем смогут перейти к изучению «возможных миров» не из чисел, а из фракталов или миру объектов из комплексных чисел, в котором « $e$  в степень  $i\pi = -1$ »

- Между **этапом начального наименования** сущности (объекта) и употреблением имени на практике объяснения «наблюдаемого» есть различие. Так как, согласно философу Юму – каузальные (причинные) цепочки событий человек никогда не наблюдает, поэтому наименования не отражают их сущности (причины) наблюдаемого.
- **Вопрос об использовании мыслимых символов** (наименований), включая имена собственные, совершенно нерелевантен процессу понимания внутреннего смысла происходящих явлений.
- Подход Крипке – «каузальная цепь» анализа языковых выражений с точки зрения «обозначение объекта и идентификации смысла используемых наименований» подразумевает радикальное различие терминов вроде
  - «стол», «философ», «пирамида» и «Круглый Стол», «Аристотель», «Пирамида Хеопса»

**Суть различия:** одни основаны на значениях переменных, входящих в формулу предиката, поэтому независимы от экспериментальных фактов, другие - основанные на наблюдаемых фактах.

Смысл – суть описание свойств, присущих всем входящим в описание объектам («экстенционал» - объем наименования), которые удовлетворяют соответствующим мыслимым признакам («интенционал» - содержание наименования)

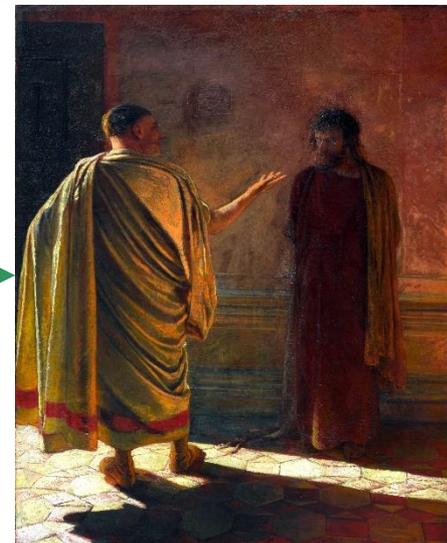
## К КАКИМ ВЫВОДАМ МЫ ПРИШЛИ

Существует различие между понятиями «**наименование**», «**значение**» и «**смысл**», также как существует различие между аналитическими (формальными) и синтетическими (экспериментальными) истинами.

На вопрос : «**что есть истина**», Пилата ответа не получил....

- Значение слов определяется не только их лексическим значением, но и контекстом, смысл выражения есть его содержание, которое выражено в различных формах.
- вопрос об истине получают свое **значение** и объяснение на основе **понятий**, которые относятся к опыту.

итак, «**лингвистический поворот**» в развитии компьютерных наук позволяет объединить поиск аналитических и синтетических моделей истины ... используя для этого формализм модальных логик, теорию каузальных референций и наделение «квалиа» концептуально-контекстным описанием



картины  
Николая Ге



ПОЛИТЕХ

## ПОНЯТИЕ ИСТИНЫ В СМЫСЛЕ «АФИНСКОЙ ШКОЛЫ»

истина ...состоит в **объяснении возможной** (вероятностную) причинной связи между обозначаемым (существующим физически) и обозначающим (существующим семантическим). Истина заключена в ответе на вопрос: почему «X является причиной Y ? »

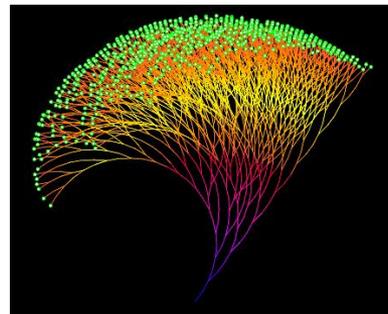


фреска Рафаэля Санти  
"Афинская школа"

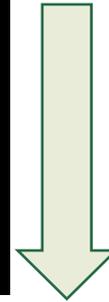
Начнем с гипотезы Коллатца (известная также как сиракузская проблема) —независимо от начального целого числа можно построить последовательность, которая путём **многократного применения** простых действий, **всегда сходится к единице**.

«входное» множество положительных чисел

3 — нечётное,  
 $3 \times 3 + 1 = 10$ ,  
 10 — чётное,  $10 : 2 = 5$ ,  
 5 — нечетное,  
 $5 \times 3 + 1 = 16$   
 16 — чётное,  $16 : 2 = 8$   
 8 — чётное,  $8 : 2 = 4$   
 4 — чётное,  $4 : 2 = 2$   
 2 — чётное,  $2 : 2 = 1$   
 1 — нечётное.



«1»



Дано: любое целое положительное число

Алгоритм действий:

1. Если число чётное, разделите его на 2. Иначе умножьте его на 3 и прибавьте 1.
2. Повторите шаг 1 с полученным числом

Для любого заданного целого положительного числа рано или поздно следуя алгоритмы Коллатца, получим «цикл» 4 – 2 - 1.

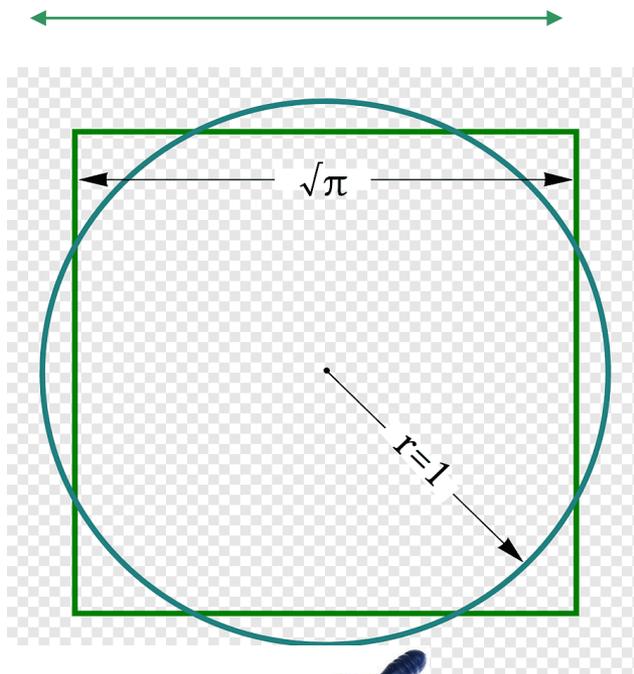
**Значит ли это**, что в основе любых числовых множеств лежит некий **«глубинный порядок ?** Можно ли это порядок найти ? ,

# КАК «ЧИСЛОМ» ЗАПИСАТЬ «ГЛУБИННЫЙ СМЫСЛ» ?!

«античная» формулировка проблемы «квадратуры круга»: **с помощью циркуля и линейки** построить квадрат с площадью такой же, как и площадь круга



Дзенский  
каллиграфический  
символ



«вычислительное»  
превосходство квадрата над  
кругом» в отношении меры  
«площадь»

площадь квадрата круга  
равна  $S_1 = a^2$ , а площадь круга  
 $S_2 = \pi r^2$ , где  $\pi =$   
3,14159265358... -

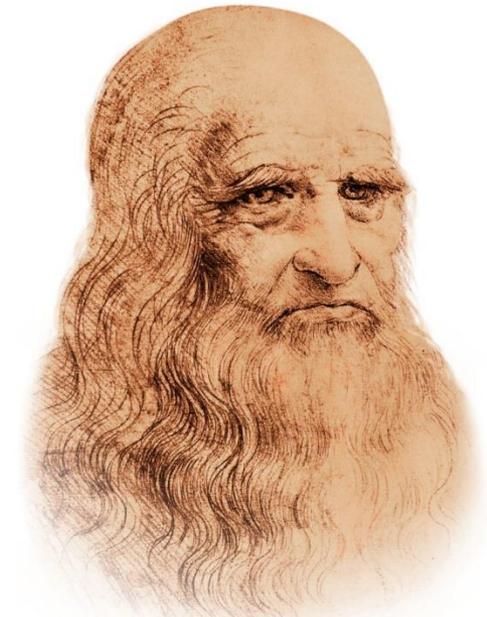
трансцендентное число,  
которое имеет бесконечное  
число знаков после запятой и  
не является корнем ни  
какого многочлена с рациона  
льными коэффициентами



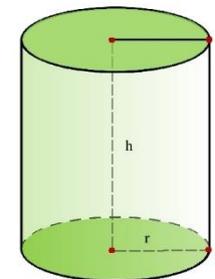


механический способ «вычисления» решения задачи (Леонардо да Винчи).

- Изготовим круговой цилиндр с радиусом основания  $R$  и высотой  $R/2$ , покрасим чернилами боковую поверхность цилиндра и покатаем его по плоскости.
- За один полный оборот (цикл или так «вычисления») цилиндр оставит на плоскости прямоугольный след своей площади....
- Формула:  $R/2 \times 2 \cdot \pi \cdot R = \pi \cdot R^2$  в квадрате. Вывод: площадь прямоугольного отпечатка на плоскости равна площади круга.
- Если  $a=1$ , то  $S_1=a^2=1$ , если  $r=1$ , то  $S_2=\pi$ .  $S_1=S_2$ , если  $a=(\pi)^{**1/2}$
- «понимание» состоит в том как формула, порождающая «проблему»



Автопортрет  
Леонардо да Винчи  
(15.04 1452- 2.05.1519 года)



$AB = h$  — высота цилиндра  
 $r$  — радиус цилиндра

Если имеется **инструмент, например, циркуль**, то с его помощью можно построить (вычислить или решить прямую задачу) множество **различных объектов**. Например это может быть конечное (счетное) множество **кругов различного радиуса**,

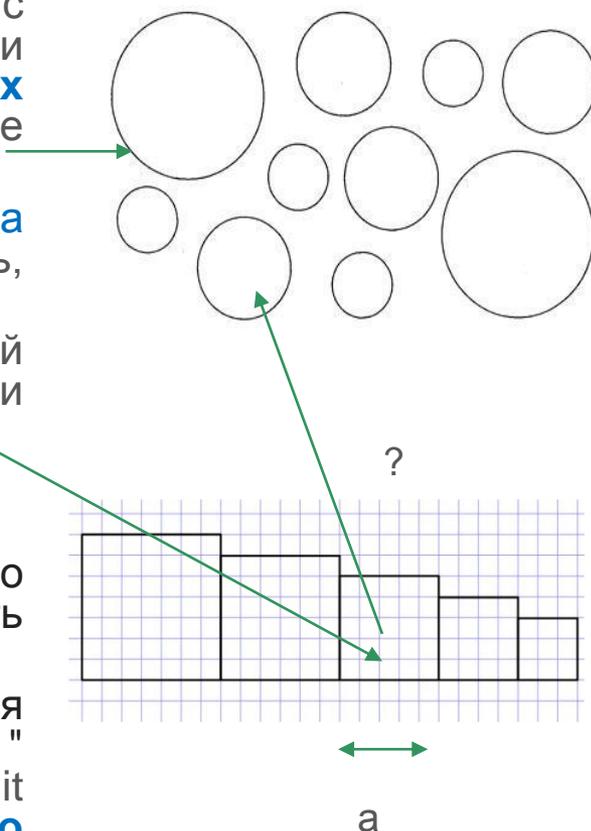
**Вопрос 1:** Среди конечного (счетного) **множества объектов** найти круг, который будет иметь площадь, равную площади квадрата со стороной «а».....

**Вопрос 2:** Существует ли алгоритм, позволяющий построить «круг», площадь которого равна площади квадрата со стороной равной «а»?

**Ответ:** нет, **радиус** такого круга **алгоритмически не вычислим**

- Выражение "возведение в квадрат круга" часто используется как метафора попытки сделать невозможное....

**Вопрос 3:** не является ли задача ИИ вычисления «смысла» потока входных данных попыткой "возведение в квадрат круга". Если ответ **«да/нет»** (it from bit), то можно ли **определить формально вычисляемое на современном компьютере понятие «смысла»** ?



## УТОЧНЕНИЕ ЗАДАЧИ И «ВОПРОСА 3» В ДУХЕ «ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПОВОРОТА» КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

**Уточнение задач ИИ:** Дан текст (шифrogramма), который имеет смысл, сопоставить данному «тексту» другой текст, объясняющий смысл этой шифrogramмы....

**Уточнение 1:** Имеет ли такая задача решение, если объяснение содержит конечное число слов (понятий) ?

**Уточнение 2:** Какими признаками должен быть описан субъект, которому будет понятно составленное (вычисленное) объяснение ?

К вопросу об «вычислительной» разрешимости задачи ИИ  
(теоремы Геделя)

- В формальной системе построенной на счетном наборе аксиом (например арифметике чисел) сама система не может доказать свою полноту (существование конкретного ответа) ...поэтому для разрешимости задачи ИИ создаваемая вычислительная система должна быть «открытой» - включать в себя наблюдателя или оракула.
- Если допустить, что число слов в объяснении может быть «бесконечность» ... то вычислительная сложность такого объяснения экспоненциально возрастает....



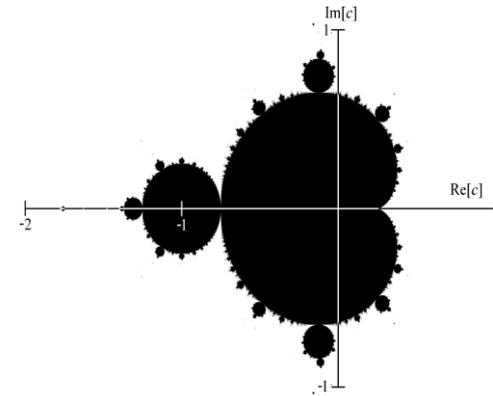
### Античные философы и «задача» ИИ:

- **Анаксагор**: материя существовала всегда, но форма, которую принимает материя - это **суть мысль** «мирового разума».
- **Парменид**: мышление тождественно бытию, а мысли «мирового ума» **это и есть материя**.
- **Гераклит**: В одну реку дважды не войдешь, и вода уже не та, и человек уже не тот. (модальная логика истинности)

**Объяснение происходящего:** в основе движения материи лежит, то что противоположности постоянно стремятся перейти друг в друга, из-за чего возникает поток изменений вещей и явлений

### Античная идея неизменности «глубинного порядка»:

- **«логос» (закон движения)** остается вечным и неизменным.
- из тех же вещей, из **которых рождаются** все вещи, в эти же самые вещи **они разрушаются** согласно предназначению



«глубинный смысл»  
фрактала  
Мандельброта –  
простая рекурсивная  
формула:

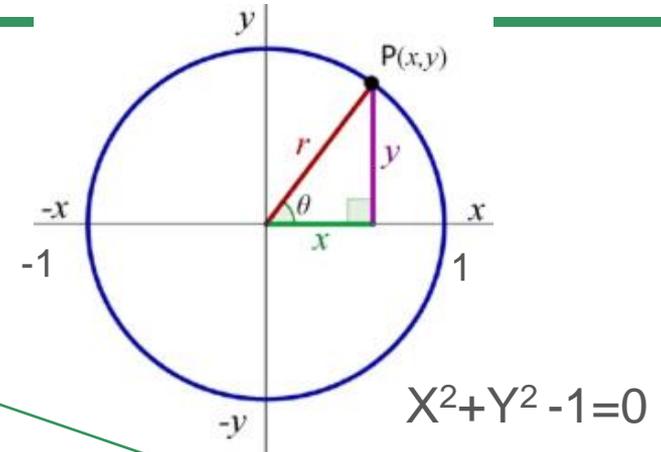
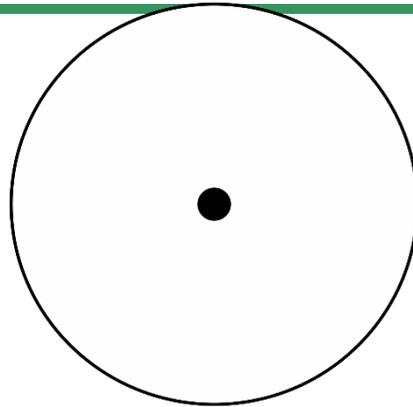
$$z_{k+1} = z_k^2 + c, \text{ где}$$

$z$  - **комплексное число**

## СИМВОЛ ( $\infty$ ) – «СЕРЕБРЯНАЯ ПУЛЯ» ФОРМАЛЬНЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ?!

- Античные греки — приверженцы концепций, имеющих строгий логический смысл, **принципиально избегали** использования для объяснения своих взглядов **понятия «бесконечность»**.
- Однако уже в средние века **строгость античных концепций отбросили** ради получения новых результатов. В результате были разработаны формальные методы математического анализа - «серебряная пуля» современной физической науки, которая свободно оперирует с «символом» ( $\infty$ ), обозначающим «бесконечность».
- Хотя символ ( $\infty$ ) в современной науке широко используется в рамках обоснования доказательств, но при этом не входит в аксиоматику компьютерных наук. Не ясно также, как можно конструктивно использовать числа, которые невообразимо огромны, но меньше бесконечности (числа Мерсенна, Дедекина, Коллатца и пр.).
- Введение «конструктивного» (а не только формального) смысла для **понятия ( $\infty$ ) открывает возможности решения различных «вычислительных» проблем от «комбинаторного взрыва» до проблемы формирования обучающей выборки в задачах ИИ, решение которых «доказательно объяснимо с помощью конечного числа мыслимых понятий (суть проблемы «**квадратура цифрового круга**» в задачах ИИ)**

# СМЫСЛ ЦИФРОВОГО КОДА – ПОЛНОТА И НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ИСЧИСЛЕНИЯ (МОНАДА ПИФАГОРА, ФОРМУЛА ЭЙЛЕРА....)



Пифагор и его последователи наделяли число "1" глубоким смыслом полноты и непротиворечивости. Число «1» связывали с понятием **монады, которую** изображали в виде круга с точкой в центре, придавая этому символу мистическое значение.

На примере идеи монады они **сформулировали «обратный закон», а именно** - идея существует, если нет причины, по которой она не может существовать.

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

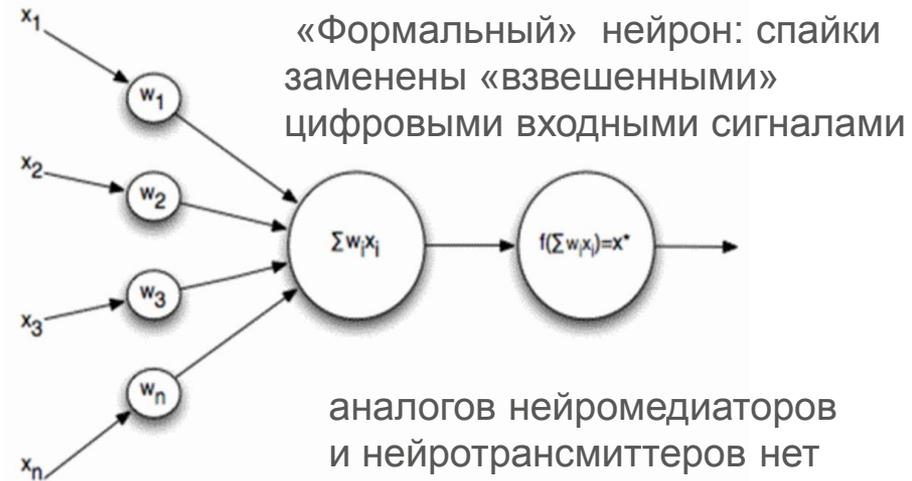
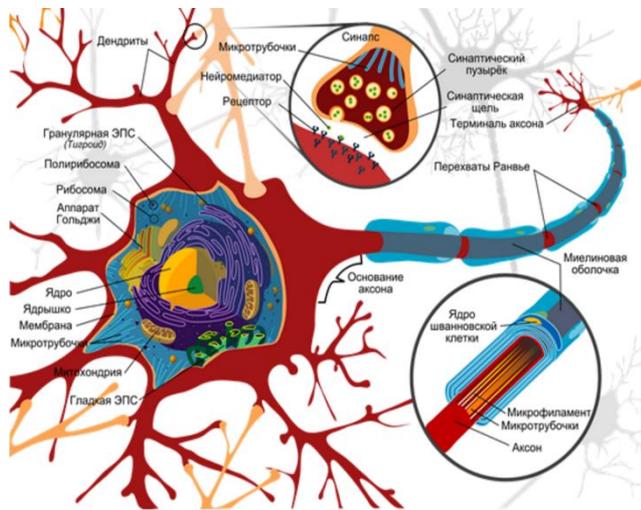
Арифметический символ «-1» имеет и алгебраический код

В чем смысл формулы Эйлера ?

Ответ:  $-1+1=0$ , операция не противоречит арифметической аксиоматке



Реальный нейрон: участок мозга. Из 50 тысяч нейронов содержит 130 млн. синапсисов



Чем больше становится известно о строении мозга и работе реального нейрона, тем все менее он становится похож на формальный нейрон.

Выводы: Модель «формального нейрона» не отражает сложность его реального нейрона.

Судить о работе сети из формальных нейронов по наблюдению прохождения сигнала «цифрового спайка» – это аналогично тому, как делать выводы о работе компьютера

## ПОЯВЛЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИНТЕЛЛЕКТА - ПРИНЦИПИАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ ПАРАДИГМЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

- Биологические системы развивались миллионы лет, приспособляясь к различным условиям и демонстрируя **когнитивные способности**
- Изучение процессов функционирования **биологического интеллекта** позволило создать «простые» модели и алгоритмы работы систем искусственного интеллекта (ИИ).

Очевидно появление «лингвистически ориентированных» систем ИИ требует: 1) разработки новых алгоритмов, 2) создание высокопроизводительной цифровой аппаратуры для обработка огромных объемов данных. У цифровых систем ИИ есть ряд преимуществ : .

- цифровой интеллект можно **скопировать и сохранить в цифровом виде, что** открывает новые возможности для сохранения и передачи знаний
- цифровой интеллект может работать с огромными объемами данных, **обрабатывать информацию с невероятной скоростью** и постоянно совершенствоваться за счет повторяющихся **процессов обучения**

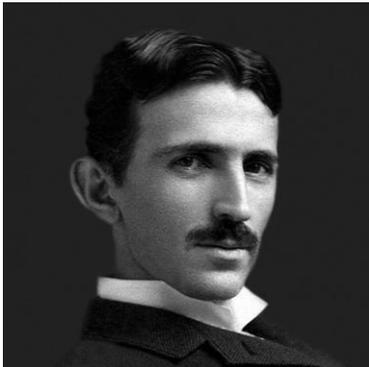
Но .... существующие цифровые вычислители пока не способны ...моделировать когнитивные процесс... Пока наилучшим «модельным прототипом» мозга является «мультипротокольная сеть «Интернет», дополненная механизмами «интеллектуального поиска» по запросам, а-ля GPT

## СУТЬ «ВЫЗОВА»: ИНТУИЦИЯ VS ТОЧНЫЕ ЗНАНИЯ НА ОСНОВЕ «ФОРМАЛЬНОГО» ОПИСАНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ ЯВЛЕНИЙ

Когда беспроводная связь будет применяться повсеместно, вся земля превратится в огромный мозг. **Мы сможем видеть и слышать друг друга** так же хорошо, как если бы мы стояли лицом к лицу»

Н. Тесла

«Интуиция — это нечто такое, что опережает **точное знание**».



В окружающем человека мире есть вещи/объекты/предметы, которым можно сопоставить **МЫСЛИМЫЕ ПОНЯТИЯ**.

Предметы, о которых люди ничего не **МЫСЛЯТ** или не знают находятся **за границей возможностей их** целенаправленного использования.

При этом вещи по другую сторону **границы мыслимого** по определению являются **НЕМЫСЛИМЫМИ**.

Упорядочить представления о мыслимой и немыслимой частях реальности можно **путем введения понятия информация**, считая ее

атрибутом **лишь той части реальности**, которая для людей является **МЫСЛИМОЙ**.

# МЫСЛИМОЕ О МАТЕРИАЛЬНОМ – СИМВОЛЬНЫЙ «КОД» ИЛИ ФИЗИЧЕСКИЙ «ПРОЦЕСС»

Понятие «материальное» можно определить через «обратное» как все, что отличается от информационного. Такое определение не конструктивно, но пока мы не можем точно определить, что является информационной сущностью объекта реальности.



Музыка – это атрибут, который присущ определенным наборам звуков, имеющих «гармоническую организацию» и инструмент для «воплощения».

А каждому музыкальному произведению сопоставляется конкретный **дискриптор** – название, а также автор и ... код для извлечения звуков – нотный ряд

Ответ на вопрос: что такое музыка – ноты или звуки ... зависит от контекста

С точки зрения описания системы ее состояния могут образовывать статистически **независимые** во времени, но не **заменяемые** (перестанавливаемые местами) последовательности состояний-атрибутов. У таких последовательной м.б. **разные информационные сущности** (результаты восприятия):

**Формализация** проблемы: задана последовательность переменных, которые получены в результате наблюдений за системой, но которые можно «переставить» (**to be exchangeable**)

Дано:  $X_1, X_2, X_3, \dots$

Сформирования  $X_{i_1}, \dots, X_{i_n}$  and  $X_{j_1}, \dots, X_{j_n}$

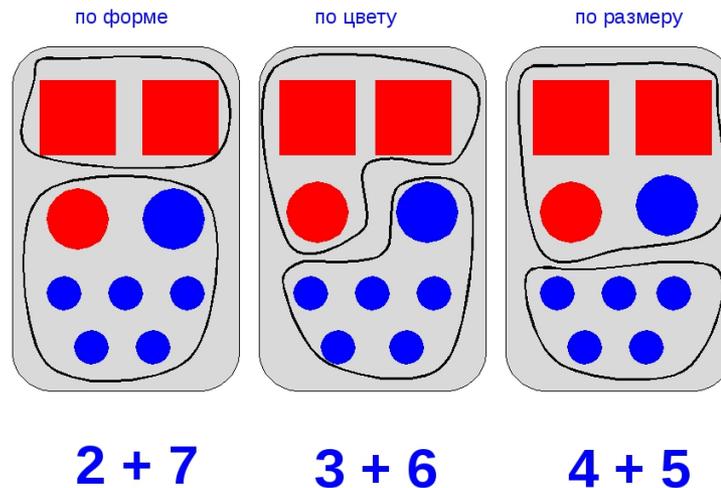
Вывод: Комбинации переставленных переменных выборки субъективна.

Парадокс де Финетти: переставляя «комбинируя» переменные можно получить различные модели восприятия системы (интерпретации).

**Проблема:** как построить «обучающую выборку» для системы искусственного интеллекта, чтобы ... результат был «объясним» ?



# Модель урны Дж. Поли – ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНЦЕПЦИИ «РАЗЛИЧИМОСТИ»



В модели урны Поли наблюдаемое значение с большей вероятностью будет наблюдаться снова, а акт измерения влияет на результаты будущих измерений.

**Вопрос:** влияет ли «возможное будущее» ранее сформированную концепцию различимости значений?

**Ответ:** если 1) все состояния системы можно запомнить, 2) у системы есть внешний наблюдатель, 3) у внешнего наблюдателя есть формальное исчисления используемых понятий

## Создание новых мыслимых абстракций

Функции в компьютерных программах похожи на кубики Лего. Когда мы строим программу, она состоит из отдельных «кубиков», причём каждый из них решает свою задачу.

В рамках компьютерной парадигмы программируемых конечных автоматов, часть «кубиков» это встроенные функции, готовые библиотеки и код, написанный ранее.

Для создания новых «кубиков» можно используем уже существующие. Комбинации «кубиков» субъективны и ... всегда содержать ошибки. Аналогичная ситуация с системами ИИ



- Сознание судя по всему существует как процесс «движение», но не ясно «чего». Это «нечто» движется в особом «расширенном» пространстве, в которое соединяет физическое пространство, время и материю..... информацию и смыслы
- Объяснить мыслительные процессы с помощью законов физики вряд ли возможно.
- Хотя для этого привлекаются разные идеи, например, выдвигается теория :
  - Организованной объективной редукции - Orchestrated objective reduction, которая обосновывает то, что сознание возникает на квантовом уровне **внутри нейронов**, а не как результат связей между нейронами.

### Память; хранящая смыслы – *is all you need*

- трактовка любого явления «t» это то, что выразимо через ранее уже «знакомое», то есть то, что может быть определено с точностью до вектора из конечного числа признаков.
- Чтобы это «нечто знакомое» использовать в дальнейшем его надо запомнить и хранить в памяти, но не как набор данных, а как «топологическое» многообразие смыслов
- Память можно рассматривать как механизм, позволяющий использовать ранее полученные знания, чтобы их сравнивать с возможной трактовкой «t» воспринимаемого явления в контексте «x» с тем, что храниться в памяти и было ранее уже «знакомо».

Итак, обнаружив в потоке информации, что-то «знакомое» (совпадающее с какой либо трактовкой явления «t»), можно одновременно определить контекст явления «x», которому соответствует определенное понятие.

Для всех возможных контекстов память, хранящая трактовки, должна быть одна и та же. Машина вычисления смысла текста может быть аналогична той «цифро-аналоговой» конструкции, которую Л. Да Винчи применил для конструктивного решения «классической проблемы квадратуры круга»...

- Надо исходить из того, что существует различие между понятиями **наименование, смысл и значение**, также как существует различие между **аналитическими** и **синтетическим** истинами.
- Значение слов определяется не только их лексическим значением, но и контекстом, смысл выражения есть его содержание, которое может быть выражено в различных формах.
- Синтетические утверждения об истине получают свое **значение** и соответствующее объяснение на основе **исчисления понятий (терминов)**, которые непосредственно относятся к опыту.
- Аналитические утверждения носят референтный характер, поэтому удовлетворительного объяснения всех наблюдаемых в экспериментах фактов с их помощью получить сложно.
- **«Лингвистический поворот»** в развитии технологий машинного обучения и компьютерных наук в целом позволяет объединить эти две модели истины ... используя формализм мультимодальных логик, теорию каузальных референций и концептуальное описание доступных для восприятия свойств «возможных миров»