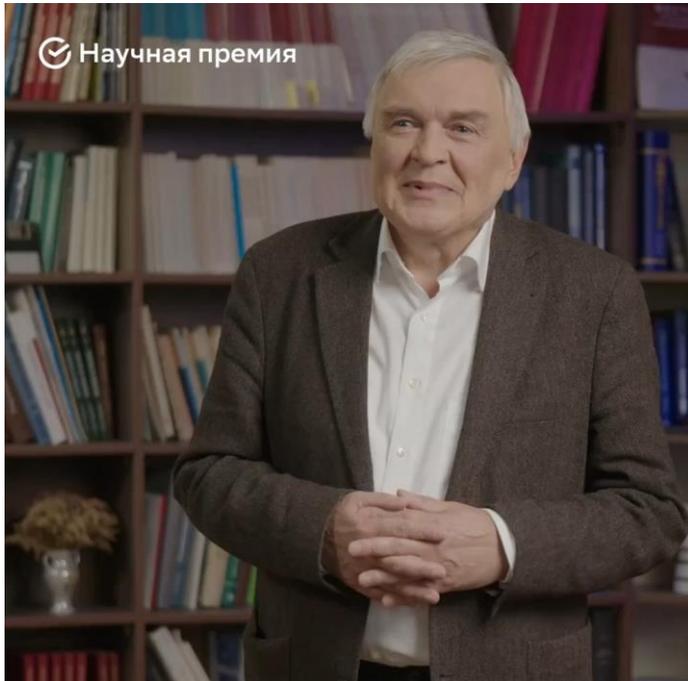


ВСИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

курс: Введение в профессиональную  
деятельность

# ЛЕКЦИЯ 1: МОТИВАЦИОННАЯ.

8.02.2024



Объект изучения **математики:**

Воображаемые объекты и их соотношения

Объект изучения **компьютерных наук** — информация

Главная задача научного направления «математика и компьютерные науки»: реализовать фундаментальные идеи «взаимопонимания» между

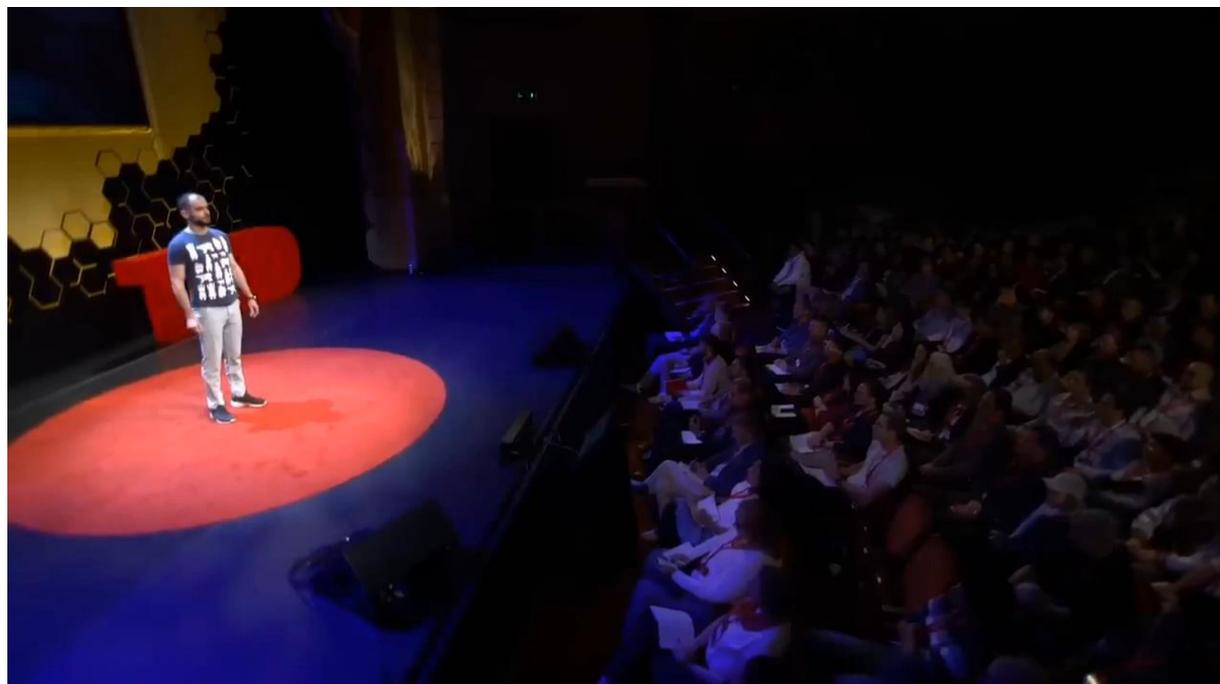
- людьми и машинами,
- людьми с участием машин,
- самими машинами.

реализация проблем «понимания» требует создания:

- специального **метаязыка**,
- **моделей описания** физических и интеллектуальных процессов
- «цифрового» аналога человеческого мозга

... AI IS NOTHING BUT DIGITAL BRAINS INSIDE LARGE  
COMPUTER

ИЛЬЕЙ СУЦКЕВЕР, ОСНОВАТЕЛЬ





Гипотез Джеффри Хинтона (автор метода «глубокого обучения»):

- **«Биологический интеллект** нужен был Природе, чтобы появился **«цифровой интеллект»**.
  - Мотивация: цифровой интеллект требует для своего пожелания (развития) **много энергии**, поэтому нужен был "биологический интеллект», создавший современную **энергетику**

Ряд сложных вопросов, на которые мы будем пробовать найти ответы:

**Могут ли «математика и компьютерные науки»** ответить на основные вызовы **современной** цивилизации:

- поиск решений за границей интуиции
- создание экзо-интеллекта
- моделирование процессов мышления



*«My view is throw it (AI) all away and start again»*

Джеффри Хинтон



Нет  
ничего **практичнее**  
хорошей **теории.**

*Л. Больцман*



Проблема  
сложности  
«обратного  
моделирования»  
Объектов Природы

Символ

Объекты

Триплеты научных знаний:

материя, энергия, **информация**

числа, слова, **СМЫСЛЫ**

модели, вычисления, **ПОНЯТИЯ**

Есть две одинаково удобные позиции:  
либо **верить** во все, либо во всем сомневаться;  
то и другое избавляет от необходимости **думать**.

**А. Пуанкаре**

- Босс В. Лекции по математике, Том 6, От Диофанта до Тьюринга, URSS, 2006.
- Мах Э. Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 456 с.
- Шеннон К. Э., Работы по теории информации и кибернетике, пер. с англ., М., 1963;
- Колмогоров А. Н., Три подхода к определению «количество информации», «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1,
- Ю. И. Манин. Математика как метафора. М., 2008.
- Д. Дойч. Структура реальности. - Ижевск, 2001, 400 с.
- М. Клайн. МАТЕМАТИКА утрата определенности.-РИМОС, Москва 2007
- В. И. Арнольд. Экспериментальное наблюдение математических фактов. МЦНМО, 2021

# Структура курса

- **Тема 1. Введение. «Математика и компьютерные науки» -**  
Математические свойства физической реальности. Вычислимые функции, невычислимые понятия. Принцип неопределенности. Информация, данные, знания: основы современной концепции компьютерных наук.
- **Тема 2. Математика как метафора (явления vs представления)**  
В начале было слово. «Все есть число»!? Понятие кода и виды кодирования. Виртуальная реальность. Киберфизическая картина мира – суперверность физического и информационно/ментального описания.
- **Тема 3. Фундаментальные задачи компьютерных наук (КН)**  
Объект КН – информация (отвечает на вопрос – что) , а предмет – компьютеры (отвечает на вопрос – как ). Принцип Ландауэра – физика вычислений. Натуральные вычислительные процессы. Носители информации, квантовая реальность. Наличие интеллекта и проблема сознания. Передача информации. Телематические каналы связи.
- **Тема 4. Технологии ИИ: методы и средства решения «обратных задач».**  
Все ли можно вычислить - развитие наук от Диафанта до Тьюринга. Кодирование числа и использование знаний. Теорема Геделя. Истина в числе? Естественный vs. «Искусственный интеллект», Cogito ergo sum или computo ergo sum. Обработка информации в виртуальном пространстве. Роботы в «облаке». Процессы, программы и алгоритмы. Интеллект — способность воспринимать информацию и сохранять её в качестве знания для построения адаптивного поведения в среде или контексте
- **Тема 5. Суперкомпьютеры - современные инструменты наукоемких технологий**  
Классификация задач: простые и супер. Что можно ждать от цифровой цивилизации. Структуры данных и их знаний в форме компьютерных программ. Ускорители - нейронные сети и системы глубокого обучения.

# Три персональные контрольные задания ( формат ppt, 7 слайдов)

- Экспериментальное наблюдение математических фактов : «золотое сечение», числа для счета, числа как мера (срок сдачи 3.03.2024)
- Информация как атрибут реальности: it from bit (срок сдачи 4.04.2024)
- «Мое» понимание будущей профессиональной деятельности (5.05.2024)

# Введение в проблему «Что такое математика»

Понятие «математика» через набор **афоризмов**:

- «Математика – это знание отвлечённое от вещей» (Аристотель)
- «Всё есть число» ( Пифагор).
- «Математика — это язык, на котором написана книга природы»(Г. Галилей)
- «Математика — это искусство называть разные вещи одним и тем же именем». (Анри Пуанкаре).
- «Математика – это иерархия формальных структур» (Н. Бурбаки)
- «Математика — это наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира» (А. Колмогоров)

**К. Гедель:** доказательство непротиворечивости любой достаточно богатой формальной теории невозможно средствами самой этой теории .....

**Число** – это .... элемент **поля** ...поле- алгебраическая структура, где определены операции арифметики и ... справедлива **аксиома Архимеда**: «**какие бы два отрезка ни взять, отложив достаточное число раз меньший из двух заданных отрезков, можно перекрыть другой**», для  $a, b > 0$ , существует натуральное  $N$ , такое, что  **$N \cdot a > b$** .

**Итого: в Архимедовой реальности бесконечно малых величин нет!?**

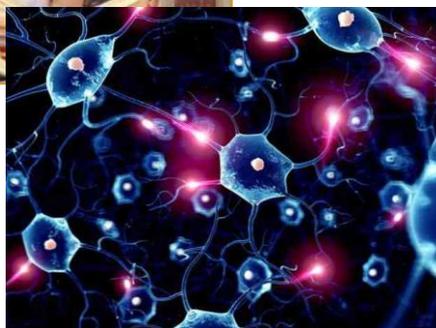
# Физика vs компьютерные науки

Физические науки – это знания о **состоявшиеся** **возможностях**

- Физические законы – описание устойчивых причинно-следственных связей (отношений) между «воплощенными объектами реальности»

**Компьютерные науки** – это знания о существующих **возможностях**

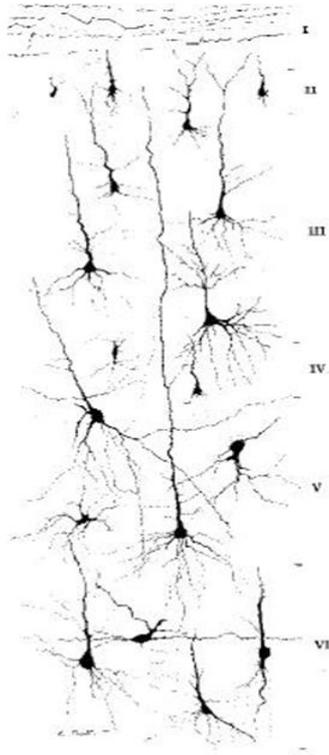
- Объект комп.науки (отвечает на вопрос «что»): **информация**
- (то, что потенциально возможно)
- Предмет науки (отвечает на вопрос «как»): **процессы вычислений**



Итак, компьютерные науки про то, как **потенциально возможное** переходит в **реальное**, используя процессы **вычисления**

Механизм работы мозга обычно моделируется с помощью концепции нейронов и нейронных сетей. Предполагается, что мозг содержит примерно 80 миллиардов нейронов, которые взаимодействуют друг с другом с помощью специальных каналов, позволяющих им обмениваться информацией. У каждого нейрона до 1000 каналов, что формирует нейротрансмиссию из нейромодуляторов

# Процессы формирования связей нейронов под влиянием обучения и опыта



Birth



Fig. 92. Drawings from Golgi-Cox preparations

2 years

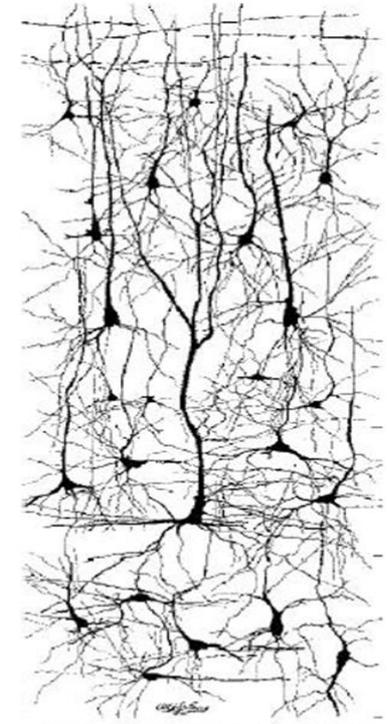


Fig. 116. Drawings from Golgi-Cox preparations

6 Years

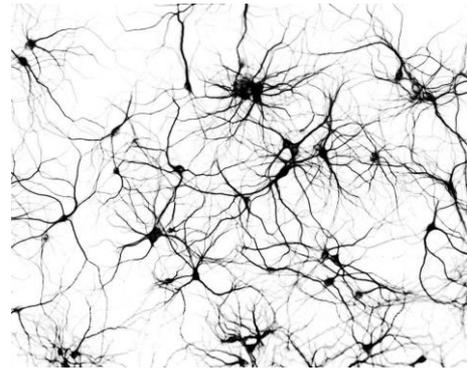
**Основная особенность:** фильтрация всего лишнего, что не отражает сложность среды обитания субъекта

# Развитие науки: от классической физики к компьютерным наукам

Классическая физика Р. Декарт: **Cogito, ergo sum** (лат).  
— «Мыслю, следовательно, существую» ??!!!



**Современность: Computo, ergo sum** (лат. - «Вычисляю, значит») — суть информационно-вычислительного натурализма: законы физики — «компьютерные» программы, с помощью которых **квантовый компьютер Природы, вычисляет самого себя?!**



Нейроморфный компьютер мозга вычисляет функцию **активации** нейрона и формирует **поток нейромедиаторов** (химических информационных пакетов) **передачи информации с помощью кодов ДНК**

# Научный скептицизм Р. Декарта

- «Чувственный опыт не способен дать **достоверное знание**, ибо мы часто сталкиваемся с иллюзиями и галлюцинациями, поэтому мир, воспринимаемый с помощью чувств, может оказаться только «сном».
- Однако не являются достоверными и наши рассуждения, ибо мы **не свободны от ошибок**
- Рассуждение есть выведение заключений из посылок, и до тех пор, пока у нас нет достоверных посылок, мы не можем рассчитывать на достоверность заключений».
- Скептицизм – не учение, а метод, основанный на отношении к недостаточно обоснованным идеям, какой бы источник они ни имели:
  - Если я сомневаюсь в том, что мыслю, то по крайней мере достоверно то, что я сомневаюсь
  - значит **Cogito, ergo sum**

# Critik der reinen Vernunft

von  
Immanuel Kant  
Professor in Königsberg.



Königsberg,  
verlegt bey Johann Friedrich Hartnoch  
1781.

## Иммануила Канта

«**разума**» — исследование  
способности **разума**, в отрыве от  
**эмпирическим** (опытным) путём.

«**правого разума**» - понимание  
нравственных правил,  
отношения между людьми или как  
они **должны** мыслиться необходимо  
для,

«**невозможности**  
познания природы... исходя только  
из законов», однако, познание может

быть интуитивным (непрерывным), а не только  
дискурсивным, т.е. основанными на конечном  
объеме объяснимых понятий и эмпирическом  
созерцании» - т. н. **эктипный интеллект** или  
интеллект отображение



об активности  
субъекта в  
познании,  
моральной  
практике и  
научном  
творчестве

# почему и как возможно получить информации о внешнем мире ?!

- Из факта существования материи, независимой от способа восприятия (**сознания**) следует, что законы природы были сформулированы в терминах **пространства и времени**. Но если кроме материи существует также **нематериальное** сущности - **сознание (разум)**, то ... возникают ключевые вопросы:
  - – действует ли разум на материю ?
  - - обладают ли идеи тем, что мы называем «энергией» ?
  - - является ли воспринимаемый мир лишь воспринимаемой совокупностью идей и информации?

..... что же такое информация ?

## Итак, как понимать то, что будет в курсе лекций

Окружающая реальность невероятно сложна. Никакое воспринимаемое явление не существует само по себе, все явления находится во взаимосвязях, суть которых мы **не понимаем до конца**

**Цель курса:** Сформировать основы профессиональных знаний о том, как можно описать (закодировать) окружающую реальность так, чтобы ее можно было **понять и объяснить**.

Пример:

- Рассмотрим бильярдный стол. По столу мечется шар, отскакивая от бортов. Предположим, мы знаем направление и скорость шара с точностью, которая допускается принципом неопределенности (открыт В. Гейзенбергом в 1927 г.  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$ , где  $\hbar$  — постоянная Планка;  $\Delta x$  — среднеквадратическое отклонение координаты частицы;  $\Delta p$  — среднеквадратическое отклонение импульса частицы)
- Можем ли мы предсказать, где будет шар после **десятого отскока от борта?**

**К сожалению ответ – «нет».** Так даже уже для **пятого отскока**, чтобы вычислить положение шара, придется принимать в расчет положение всех предметов вокруг стола, а для седьмого и восьмого – положение всех частиц во Вселенной.

# Предварительные выводы

- Процессы реального физического мира происходят в «4D мерном пространстве-времени» намного сложнее процессов на 2D бильярдном столе. Даже там, где существуют явные причинно-следственные связи, их проявления не однозначны.
- Принцип достаточного основания был сформулирован Лейбницем в работе «Монадология» следующим образом: «...ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение справедливым, — без достаточного основания, но каковы эти основания нам известны» .
- Выводы:
  - истинная причина любого события – зависят от **от создания Вселенной** до момента совершения события. **История - суть информация прошлых событиях**, «В начале было слово» - первая строка пролога Евангелия по Иоанну.
  - Чтобы понять всю сложность мира, нужен **разум** который способен **вычислить** **нужное объяснение** события.
  - Вселенная – скорее всего некий макроскопический **квантовый компьютер**, который вычисляет «самого себя», а наблюдаемые человеком природные явления - суть результаты воспринимаемых природных явлений – «тени реальности»

# Познание возможно через компьютерное моделирование

**Что для одного ошибка, для другого  
- исходные данные.**

*следствие  
из закона Мерфи*

Очевидно, что homo sapiens – лишь небольшая часть физической реальности и мира живых организмов.

Вопрос: за счет каких свойств (каких органов и процессов) люди могут накапливать информацию? Ответ – можно использовать экзо-интеллект то есть компьютерные технологии и **модели, кодирующие результаты наблюдений**

- Наш мозг пред-обучен (способен к упорядочиванию фактов) **фундаментальным навыкам** находить различия в воспринимаемых явлениях. Феномены мышления (**понимания**) и восприятие (**ощущения**) генетически обусловлены. Если мы говорим «Это моя собака», то применяем одновременно оба этих феноменов
  - отличаем «свое» животное от всех не-собак,  
и одновременно
  - отличаем «свою» собаку от всех остальных собак

# Окружающая реальность: мир вещей, процессов и ...информации

Знания о материальном мире разделяются на две категории , а именно

- эксплицитные или имплицитные знания,
  - **эксплицитное**— это знание, которое можно описать каким либо способом
  - **имплицитные** – это знание которое трудно выразить словами и труднее передать путем его записи или вербализации (например, интуиция)

Люди могут использовать только те вещи и процессы, о которых они имеют определенные знания или представления, т.е. те вещи, которым можно сопоставит **мыслимые понятия (другими словами, ОБРАЗУЮТ ПРОСТРАНСТВО ПОНЯТИЙ)**.

Вопрос: как можно формально упорядочить представления о реальности?

Можно, но это требует введения вне физического **понятия информация**, считая информацию **атрибутом** того, что для человека является **мыслимым (информация – суть предмет компьютерных наук)**.

# интерпретация без/с использованием моделей

**Люди** – как «потребители» информации или результатов восприятия.....

**Методы** восприятия «непрозрачность» алгоритмов восприятия и интерпретации )

**Модель «черного ящика»** где физические процессы/данные превращаются в слова/понятия

**Данные** экспериментов - цифровые двойники («digital twins») сигналов, изображений, текстов

**Реальный мир**, в котором протекают физические процессы – носители информации.

Humans



↑ inform

Interpretability Methods



↑ extract

Black Box Model



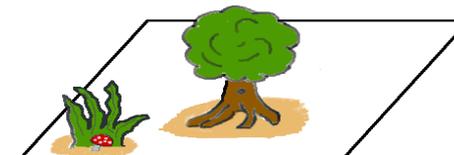
↑ learn

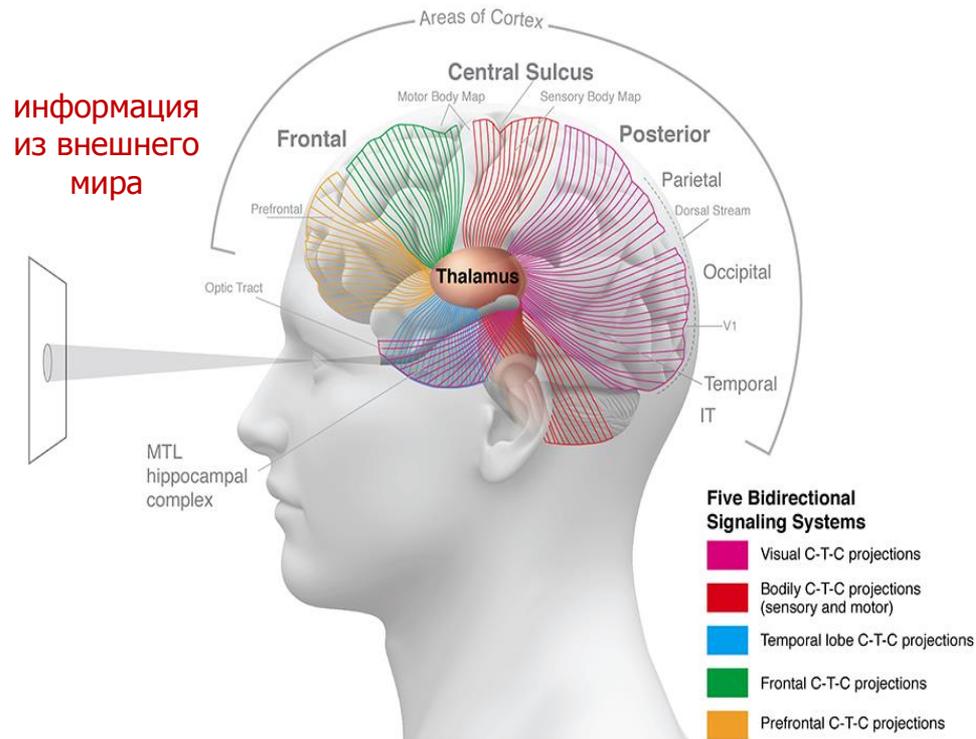
Data

$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$
10	2	0		
5	4	0		
1	-1	0		
				0.10

↑ capture

World





ИНС — это математические модели, созданные по аналогии с биологическими нейронными сетями.

ИНС способны моделировать и обрабатывать нелинейные отношения между входными (физическими «сырыми») и выходными (наделенные смыслом) сигналами.

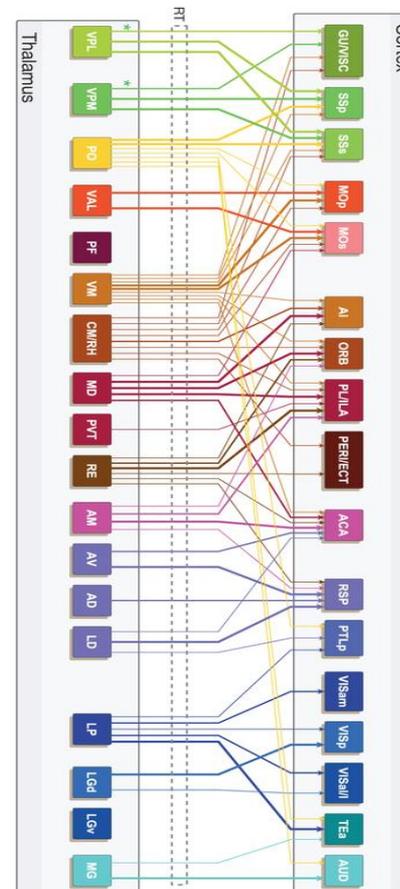
ИНС моделируется с использованием нескольких слоёв нейронов. Нейроны в такой структуре – вычислительные устройства, способные получать входные данные и применять к ним некоторую функцию активации для определения того, надо ли передавать данные дальше.

# Слои ИНС: Лестница абстракций – основа информационного описания

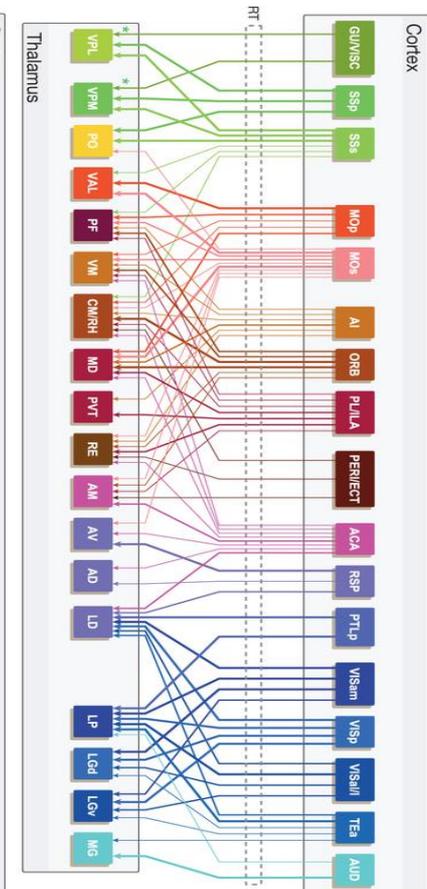
Правильно настроенная ИНС способна без участия человека определить основные черты входных данных:

- По слоям ИНС можно «двигаться» в разных направлениях как лестнице абстракций (моделей).
  - «Вверх» – дедуктивное обобщение
    - «Собака» - суть «млекопитающее»; «позвоночное»; «многоклеточное».
  - «Вниз» – индуктивная характеристика
    - «собака хаски»

прямые связи:  
таламус - кора



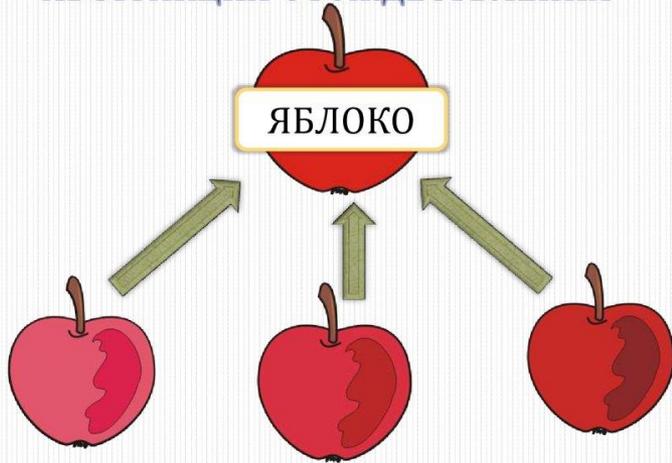
обратные связи:  
кора - таламус



# пример

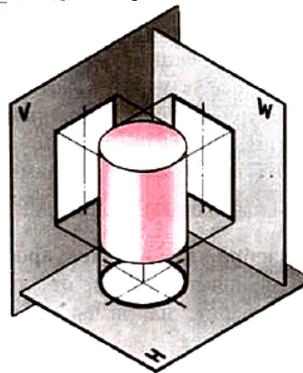
## Приемы абстракции

### АБСТРАКЦИЯ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ



Абстракция неразличимости и тождество неразличимых – энтропия опытных данных

Абстрагирование имеет барьеры и порождает побочные эффекты



*Абстра́кция (от лат. abstractio — отвлечение) — отвлечение в процессе познания от несущественных сторон, свойств, связей объекта (предмета или явления) с целью выделения их существенных, закономерных признаков*

## Две «основные» опасности работы с моделями

- пытаться применять модель даже там, где она **неэффективна**, и .... не понимать существование того, что этой моделью не описывается.
- использовать в модели понятия каждое из которых отражает только часть целостного мира: все собаки в чем-то похожи, а все синие предметы - похожи по цвету. Но похожесть это лишь внешний фактор, который не отражает внутреннюю природу объекта.

# Фундаментальная проблема - реификация

Что общего между физикой, математикой, историей, географией, экономикой и психологией?

- У этих наук разные области, разные методы и принципы исследования, не сводящиеся друг к другу теории.
- Суть в том, что эти науки описывают **один и тот же реальный мир** – по сути они и есть разные модели этого мира (математика, однако, описывает не реальный мир, а только «саму себя»)
- **реификация** – reification (от лат. res - «вещь») или овеществление абстрактных вещей и понятий, хотя в конкретном контексте конкретному слову может не соответствовать никакая материальная вещь.
  - Примеры:
    - красный **мяч**, красный стол, красный карандаш – ошибка реификации в том, что кроме мяча, стола, карандаша и шляпы присутствует еще некий пятый объект – **краснота**.
    - Понятие «Интеллектуальный человек» – но интеллект не является **частью организма человека**
- Итак, слова сами по себе не имеют **«возможностей**, способных наделять обозначаемые ими вещи **физическим (предметным) существованием**



- Какая информация получена при анализе этой записи (процесса) ??

**Неправильно** сформулированный вопрос: Существуют ли объективные законы, управляющие миром?

**Правильная** формулировка вопроса: Каким образом нужно говорить о существовании законов мироздания, чтобы это говорение не было пустой тратой времени?

**Неправильный** вопрос: **Что есть информация?**

**Правильная** формулировка вопроса: Как нужно рассуждать об информации, чтобы эти рассуждения имели научную ценность/смысл?

Когда мы говорим, что Солнце восходит на востоке, а заходит на западе, мы неявно подразумеваем, что Солнце «движется», **хотя с точки зрения гелиоцентрической системы это не так.**

**Суть компьютерного подхода в том, чтобы** не допускать обсуждения проблем, для которых не существует способов вычисления непротиворечивых логических объяснений.

Центральная идея, заложенная в основу компьютерных наук – идея существования объективной реальности, воспринимаемой субъектом, и допускающая **реификацию описания в форме алгоритма**

Воспринимающий субъект – сущность пассивная, если она не наделена способностью к коммуникации с другими сущностями.

Для компьютерных наук реальность – то, что может быть вычислено на основе имеющейся информации.

Компьютер воспринимает реальность (через данные) и использует полученную информацию (данные) с какой-то целью – реализуя «алгоритм действия».

С точки зрения естественнонаучного знания (эпистемологии), объективная реальность устроена таким образом, что места для свободной воли в ней нет.

Максимум, что есть в природе «свободного» – это случайность (в частности, фундаментальная квантовая неопределённость), из которой **свобода воли** всё равно никак не может быть выведена.

Р. Декарт существование свободы воли выводил напрямую из сентенции «я мыслю, значит я существую».

В сознании субъекта существует только «мыслимое», а границы мыслимого можно раздвинуть путем... путем обучения

В первой половине 20 в. математики создали «модель» познания – машину Тьюринга, которая в принципе может выполнить любое мыслимое вычисление.

Для этого надо допустить, что в самом процессе вычислений есть какой-то пока науке неизведанный «скрытый» компонент, связанный мышлением.

Одна из целей КН – найти этот компонент, опираясь на понятие **эмерджентность** - наличие у системы свойств, которые несводимы к свойствам её отдельных компонентов.

Для объяснения этих свойств необходимо научиться получать, обрабатывать, передавать и хранить информацию.

# Пример: Что и как «управляет» движением автомобиля ?

Гипотеза: Основа реальности: **вычисления**, которые порождают изменения информации (структуры) материи

- Сложные системы характеризуются **эмерджентными** свойствами, которые НЕ могут быть получены исключительно из свойств составляющих систему компонент
- Изменения материальных структур подчиняются законам «открытых систем», а **ингерентность** (согласованность модели и реальности) которых есть следствие самоорганизации и адаптации.



# Модели реальности



# Основные вопросы, на которые надо уметь отвечать

В мае 2024 Г:

- Природа **информации** – что это такое с точки зрения физики
- Понятие **информации с точки зрения компьютерных наук**
- Суть концепции информационно-вычислительного натурализма через понятия:
  - Прото-информация (первичная информация)
  - Квантовая информация
  - Теоретическая информатика и энтропия
  - Информационные технологии и виртуальная реальность

# ОСНОВЫ «КОМПЬЮТЕРНОГО» ПРОФЕССИОНАЛИЗМА

Причину свойств силы тяготения  
я до сих пор не мог вывести из  
явлений, а гипотез же  
я не измышляю.

*И. Ньютон.* Математические  
начала натуральной философии

- Профессионал всегда «видит» суть проблемы, может ее описать словами и **МЫСЛИТЬ СИСТЕМНО**.
- **Системно** – это значит воспринимать окружающую действительность как целостную структуру, в которой равновесие (целостность) достигается через «единство противоположностей». Другими словами:
  - «0» - это  $(-1+1)$ , а не «отсутствие чего либо»
  - если есть закон «всемирного тяготения», то должен быть закон «всемирного «отталкивания» ???!!!
- Профессионал должен обладать знанием об «альтернативном взгляде» на рассматриваемую проблему. **В этом - суть системного мышления.**

## О значении слов и определений :

- «Если **значения слов (объем понятия)** не определены, то нет и смыслов. Если нет **смыслов, то действия** не происходят».  
(Конфуций, 551-479 г. до н.э.).
- «**Определите содержание слов**, и вы избавите человечество от половины его заблуждений».  
(Рене Декарт, 1596 -1650).
- «Информация – это **не материя и не энергия**. Это третье».  
(Норберт Винер)  
Кибернетика, или Управление и связь  
в животном и машине. 1958 г.)

# Сущность – явления – события – понятия

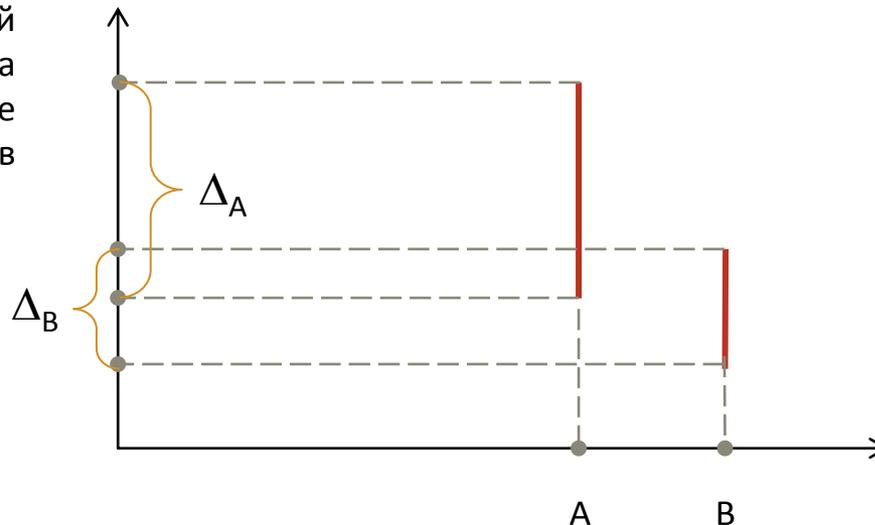
- Определения:
  - явления, сопровождаемые актом наблюдения – есть события
  - события, проявляющиеся в самих себе – есть феномены
  - феномены, в которых проявляются сущности, факторизуют физическую реальность на дискретное множество понятий – сущности языка науки
- Требования к понятиям:
  - валидируемость (верификация) с помощью наблюдений
  - фальсифицируемость – возможность экспериментального опровержения

К. Поппер: *утверждения, полученные путем индуктивного обобщения, делают их лишь весьма вероятными. Одного факта достаточно, чтобы это утверждение опровергнуть.*

# Эволюция «языка науки»

- Гегель, Кант, Аристотель:
  - метафизика и логика = философские аргументы
- К. Гёдель, Р. Карнап:
  - формальный синтаксис понятий vs философские аргументы
- Р. Карнап, А. Тарский, А. Тьюринг, А. Колмогоров:
  - {синтаксис понятий, семантика отношений} + программная модель из конечного числа операторов

информационный  
аспект языка  
науки с мире  
субъектов



К. Поппер:

Научную теорию нельзя проверить на окончательную истинность, но ее можно опровергнуть (фальсифицировать):  
«мир» объектов и «мир» субъектов  
⇒ «мир» научных знаний

материальный аспект явлений  
в «мире» объектов