

Высшая школа ИСКУСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТА

курс: Введение в профессиональную деятельность

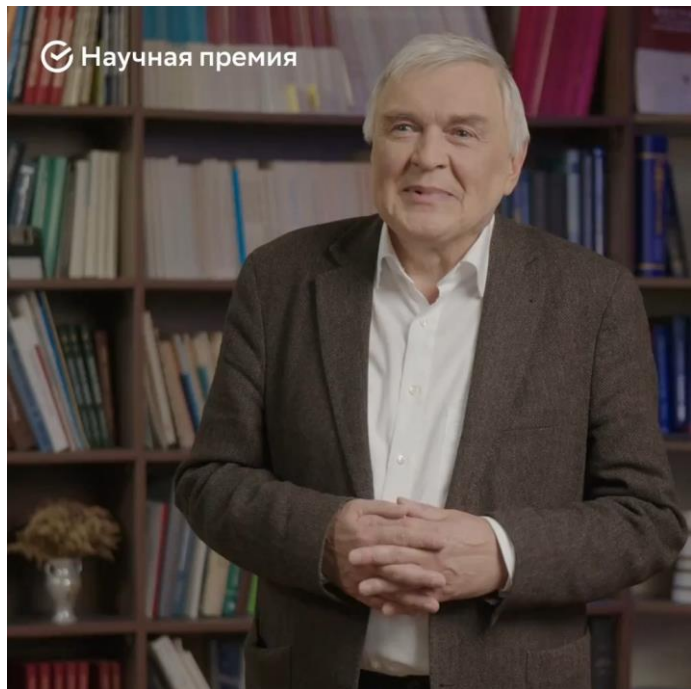
«математика и компьютерные науки»

«математическое обеспечение и администрирование
информационных систем»

ЛЕКЦИЯ 1: МОТИВАЦИОННАЯ.

4.09.2025

1. «Длинное» введение
2. Рекомендуемая литература и структура курса
3. Обзор используемых методов: от физики и математики к компьютерным наукам
4. Перспективы и фундаментальные задачи
5. Выводы



АКАДЕМИК ЕВГЕНИЙ
ТЫРТЫШНИКОВ (МГУ)

Объект изучения (что):

математики (с точки зрения метафизики)-
мыслимые объекты и «правила» их
использования

компьютерных наук — информация и
технические средства ее обработки и передачи
математическое обеспечение – программы,
как средство обработки информации, хранящейся
в памяти компьютеров (вычислительных машин)

Предмет изучения (как) : знать, понять и
воплотить **фундаментальные принципы**
математических наук в процессы обмена
информацией между:

- людьми и вычислительными машинами,
- людьми, которые используют выч. машины,
- самими вычислительными машинами.

Суть «понимания» : умение описать «словами»
изучаемую проблему с использованием:

различных языков, моделей и методов обработки информации

Есть мнение: ... AI is nothing but digital brains inside large computer



Однако не вполне ясно, что такое «digital brains» и какой компьютер можно назвать «large» ?



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

Джеффри Хинтон

....**инструмент** воплощения в «железо» и алгоритмы процессов обработки **информации**

Дж. Хинтон - лауреат Нобелевской премии по физике 2024

- «**Биологический интеллект** нужен Природе, чтобы появился **«цифровой интеллект» ???**
 - **Мотивация:** цифровой интеллект требует для своего появления (развития) много энергии, поэтому нужен был «естественный интеллект», чтобы создать современную энергетику ?!?!??



Цель курса: **найти ответы** на ряд вызовов **современной** цивилизации:

- **поиск** решений за границей **интуиции**
- **создание** экзо-интеллекта (экзо: внешний, наружный, посторонний) как дополнения к **естественному интеллекту людей**
- **моделирование** физических, био и «когнитивных» явлений с целью **понимания феномена сознания и мышления**



+



=



...

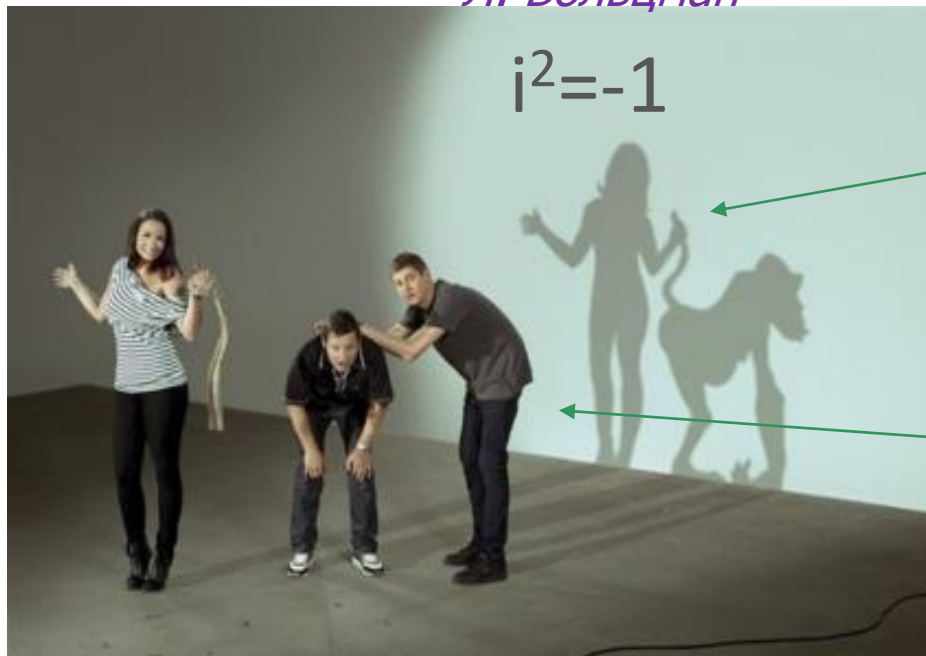


Проблема КН:
«где найти
источник **света**»



Свет это....и
«волна» и
«частица» ???

Нет
ничего **практичнее**
хорошей **теории**.
Л. Больцман



Суть «понимания» -
решение задачи
«обратного
моделирования»
объектов Природы

Символ/как
«тень»
объекта

Объекты

задача
«обратного
моделирования»
имеет множество
решений !!! ???

Триплеты научных знаний:

- материя, энергия, **информация**
 - числа, слова, **смыслы**
 - модели, вычисления, **понятия**

СУТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

умение формулировать вопросов так, чтобы «обратные задачи» имели «вычисляемое» решение («промпт»-инжиниринг, «prompt» - суть подсказка)

Примеры:

- Неправильно сформулированный вопрос: **Существуют ли законы Природы, 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 говорят, что Солнце восходит на востоке, а заходит на западе, неявно подразумевается, что Солнце «движется», хотя с точки зрения гелиоцентрической системы это не так!



Суть профессионального «компьютерного» подхода в том, чтобы не допускать обсуждение проблем, для которых не существует способов «вычисления» логически непротиворечивых (?) объяснений.

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 должен уметь объяснять словами суть решаемой проблемы, **мысля при этом системно.**
- **Системно** – это значит воспринимать действительность как целостную структуру, в которой равновесие (устойчивость) достигается через «единство противоположностей» (то есть диалектически). Например:
 - «системный 0» - это не «отсутствие чего либо, а сумма «противоположностей»: $(-1+1)$
 - если есть закон «всемирного тяготения», то должен быть закон «всемирного «отталкивания» ???!!!, но который пока **еще не открыт**
- Профессионал должен понимать, что существует **«альтернативный взгляд»** на решаемую проблему. **В этом - суть системного мышления.**

Рекомендуемая литература

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 впечатления vs понятия)**

В начале было «слово» или все есть «число»? Понятие «смысла», кода и виды кодирования. Виртуальная реальность. Физико-информационная картина мира – супервентность физического и информационно/ментального описания. Информационные модели физической и ментальной реальности.

- **Тема 3. Фундаментальные задачи компьютерных наук (КН)**

Объект КН – информация (отвечает на вопрос – «что»), а предмет – компьютеры (отвечает на вопрос – «как»). Углеродный след ИТ. Принцип Ландауэра – термодинамика вычислений. It from bit: натуральные вычислительные процессы в Природе. Математическое обеспечение цифровых систем. Носители информации и квантовая реальность. Воплощение интеллекта, обратные задачи моделирования и проблема сознания. Передача информации и виртуализация процессов передачи данных

- **Тема 4. Идеи и технологии : средства решения «обратных задач» и интерпретации результатов.**

Все ли можно вычислить - развитие наук от Диафанта до Тьюринга. Вычислимость, перечислимость, разрешимость. Кодирование слов числами и передача знаний. Теорема Геделя. Истина в числе? Естественный vs. «искусственный» интеллект – в чем разница. Cogito ergo sum или computo ergo sum. Обработка информации в виртуальном пространстве квантовые вычисления. Роботы – ИИ агенты в «облаке». Физические процессы, компьютерные программы и алгоритмы обучения машин. Интеллект как средство «вычисления» адаптивного поведения в динамической среде и с учетом контекста «времени и места»

- **Тема 5. Суперкомпьютеры как инструменты наукоемких технологий** Классификация : простые и супер задачи. Что можно ждать от цифровой цивилизации. Представление данных и знаний в форме компьютерных программ. Ускорители, нейронные сети и «леса» глубокого обучения.

Три персональных контрольных задания (формат ppt, объем 7 слайдов)

- Экспериментальное наблюдение математических фактов : «золотое сечение», числа для счета, числа как мера (срок сдачи 15.10. 2025)
- Информация как атрибут реальности: it from bit (срок сдачи 15.11.2025)
- «Мое» понимание будущей профессиональной деятельности (15.12.2025)

Метафорические определения фундамента КН «

Понимание 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 — 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**: для $a, b > 0$, существует натуральное число N , такое, что **$N * a > b$** .

Итого: в Архимедовой (физически состоявшейся то есть доступной для чувственного опыта и измерения) реальности бесконечно малых и бесконечно больших величин нет!?

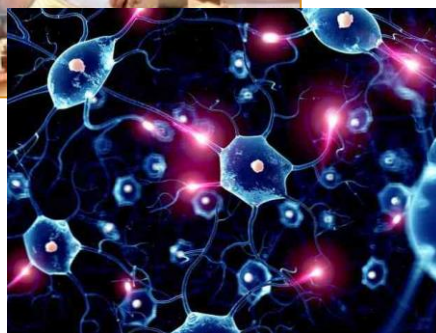
Физика vs компьютерные науки

Физические науки — это знания о **состоявшихся возможностях**

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

Компьютерные науки — это знания о существующих и **потенциальных возможностях**

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

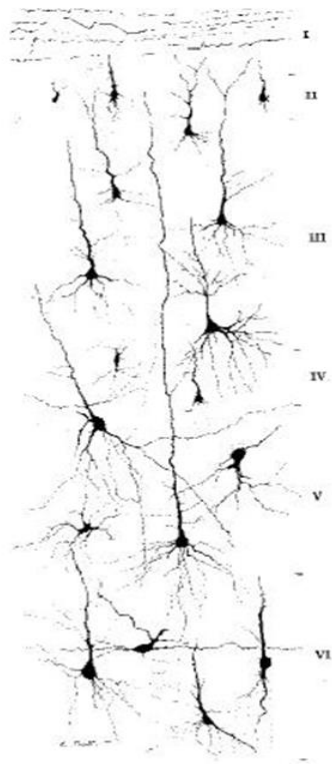


Итак, компьютерные науки про то, как потенциально возможное (информационное) переходит в **Реальное** (физическое), используя процессы вычисления

Мозг человека содержит примерно 80 миллиардов нейронов (процессоров), которые взаимодействуют друг с другом с помощью специальных каналов (сети нейронов), позволяющих им обмениваться информацией. У каждого нейрона до 1000 физических каналов, которые используются для передачи нейро-модуляторов. **Пространство потенциальных состояний**

$1000! \cdot 80 \cdot 10^9$ — это много !!!

Инфраструктура передачи и обработки информации в природе: суть обучения и опыта – все «лишнее отбрасывается»



Birth



Fig. 92. Drawings from Golgi-Cox preparations

2 years

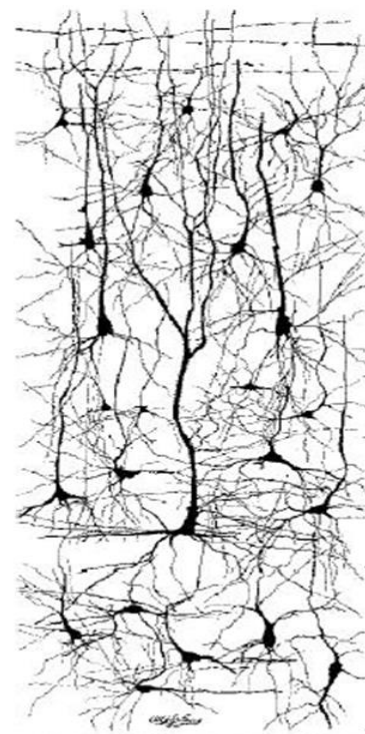


Fig. 116. Drawings from Golgi-Cox preparations

6 Years

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



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

Модели окружающей человека реальности



Интерпретация реальности с использованием моделей

18

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

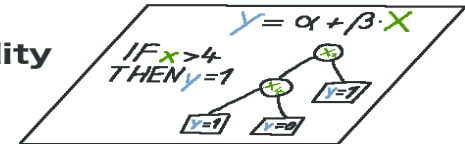
Реальный мир, в котором протекают физические процессы – носители информации.

Humans



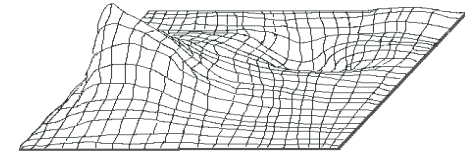
↑ inform

Interpretability Methods



↑ extract

Black Box Model



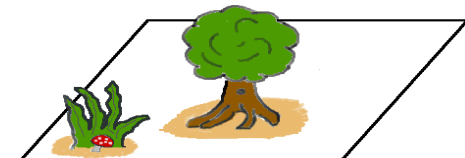
↑ learn

Data

K ₁	X ₁	K ₂	X _n
10	2	0				0.1
5	4	1				0.1
1						

↑ capture

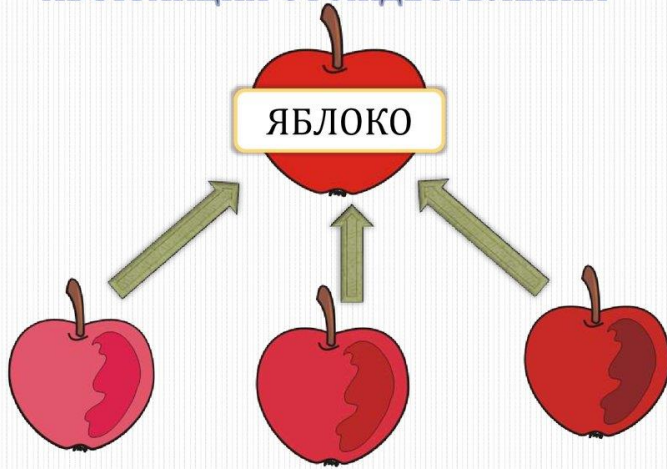
World



Математика как абстракция отождествления

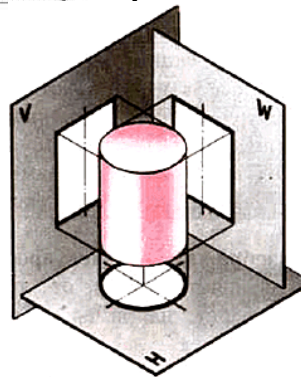
Приемы абстракции

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

«ОСНОВНЫЕ» опасности работы с абстрактными моделями

- пытаться применять модель даже там, где она **неэффективна**, то есть не понимать существование в Природе 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
- рассуждения о «квалиа» в терминах КН

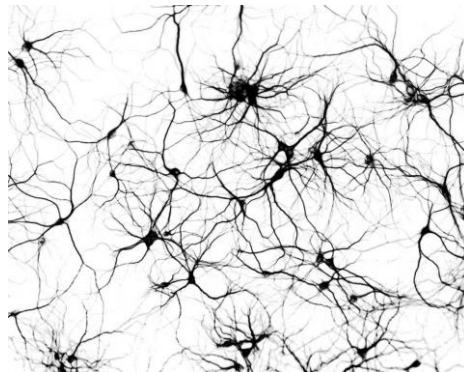
Развитие : от классической физики к компьютерным наукам

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, вычислят самого себя?**



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

Пример: Кто, 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.

Научный скептицизм Р. Декарта

1. «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».
2. 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 понимания, основанный на отношении к недостаточно обоснованным идеям, какой бы источник информации они не использовали :
 - Если я сомневаюсь в том, что мыслю, то по крайней мере достоверно то, что я сомневаюсь
 - значит **Cogito, ergo sum**

Три книги «критики» Иммануила Канта

- **«Крѣтика чѣстого рáзума»** — исследование познавательной возможности разума, в отрыве от знаний, получаемых эмпирическим (опытным) путём.
- **«Критика практического разума»** - понимание оснований и сути нравственных правил, регулирующих отношения между людьми или как добродетель и счастье мыслятся необходимо соединенными между собой,
- **«Критика способности суждения»** - невозможность «объяснить явления живой природы... исходя только из механических принципов
- Познание может быть интуитивным (непрерывным), а не только основанными на конечном объеме слов понятий



Суть философии Канта: **активность субъекта** в познании, используя моральные практики и **творчество**

Как возможно получить и использовать информации о внешнем мире ?!

- Из факта существования объективной реальности, независимой от способа восприятия (**сознания**) следует, что законы природы могут быть сформулированы терминах описания свойств материальных объектов, проявляющихся в пространстве и времени. Однако, кроме материи также объективно существуют **нематериальное сущности - сознание (разум)**, поэтому ... возникают ключевые вопросы:
 - – как действует разум на материю и материя на разум?
 - - обладают ли разум тем, что мы называем «энергией» ?
 - - является ли воспринимаемый мир совокупностью информации (темной материей)?

..... Так, все таки **что же такое информация ?**

Основные вопросы, на которые надо уметь отвечать в декабре 2025 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 и цифровые вычисления
 - Теоретическая информатика vs физическая неопределенность
 - Информационные технологии, энтропия и виртуальная реальность

Выводы из материала лекции.

О важности понимания значения 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.)

Понятие «сложность»: физическая интерпретация и как ее можно «закодировать»

Окружающая реальность **невероятно сложна**, так как никакое явление не существует само по себе, а все явления находится во взаимосвязях, суть которых мы **не понимаем до конца**

Вопрос: можно ли описать (закодировать) окружающую реальность так, чтобы ее можно было **понять, объяснить и управлять.**

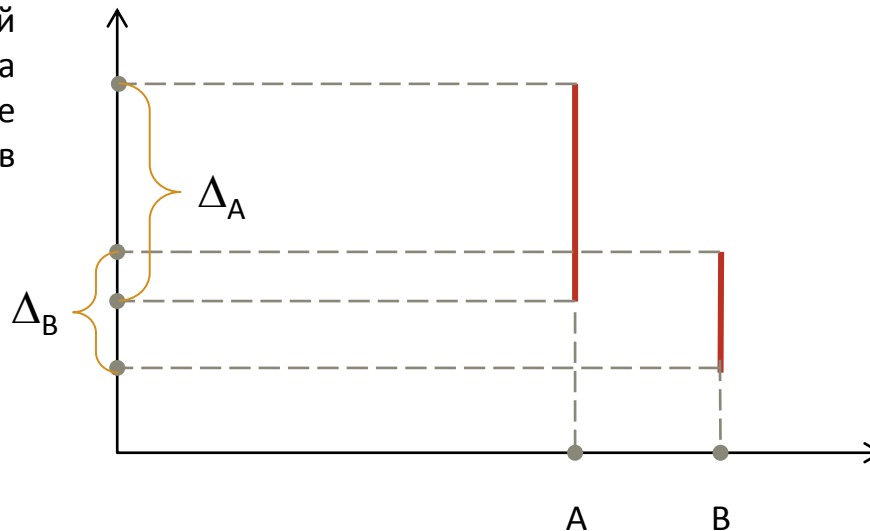
Пример:

- Рассмотрим бильярдный стол. По столу мечется шар, отскакивая от бортов. Шар следует принципу неопределенности (открыт В. Гейзенбергом в 1927 г. $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$, где \hbar — постоянная Планка; Δx — среднеквадратическое отклонение координаты частицы; Δp — 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.

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
 \Rightarrow «мир» научных знаний

Что «внутри» и что «во вне»: эксплицитные или имплицитные знания

30

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 нельзя выразить словами, поэтому его передать путем записи или вербализации (например, интуиция)

Люди могут использовать в своих интересах только те объекты и процессы, о которых они имеют определенные знания или представления, т.е. вещи, которым можно сопоставит мыслимые понятия (элементы тезауруса или ПРОСТРАНСТВА ПОНЯТИЙ).

Вопрос: как «компьютерно» профессионально упорядочить знания о реальности можно?

Для этого требуется введения вне физического **понятия информация**, считая информацию **атрибутом** того, что для человека является **мыслимым (информация – это суть предмета «компьютерных наук»)**.

Фундаментальная проблема реификации

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 разные науки описывают **один и тот же реальный мир** – по сути эти науки создают разные модели мира (математика, однако, описывает не реальный мир, а только «саму себя»)
- **реификация** – reification (от лат. res - «вещь») или овеществление абстрактных вещей и понятий.
- 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 биологического организма человека**
- Итак, слова сами по себе не имеют **«возможностей»**, способных наделять обозначаемые ими вещи **физическим (предметным) существованием !!!**

Лейбниц о понятии истина: принцип «достаточного основания»

- сформулированы Лейбницем в работе «Монадология» : «...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 приложенных сил и состояния Вселенной до момента совершения события. **История - суть информация прошлых событиях**
 - Чтобы понять и описать всю сложность мира, нужен **разум** который способен сформулировать **объяснение события**.
 - Вселенная – суть макроскопический **квантовый компьютер**, который вычисляет «самого себя», воспринимаемые природные явления – коллапс волновой функции Вселенной или «тени реальности»

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

Цифровой инструмент познания теорема Геделя - машина Тьюринга

34

В первой половине 20 в. К. Гедель сформулировал теорему о неполноте формальных систем, а его ученик А. Тьюринг создал механическую «модель» формальной системы – машину Тьюринга, которая в принципе может выполнить почти любое мыслимое вычисление, кроме «вычислить» саму себя.

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.

Утверждения, полученные путем индуктивного обобщения, делают их лишь весьма вероятными. Одного факта достаточно, чтобы это утверждение опровергнуть

К. Поппер: .

- 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