

ВСИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

курс: Введение в профессиональную
деятельность

ЛЕКЦИЯ 1: МОТИВАЦИОННАЯ.

2.02.2023

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 понятия «количество информации», «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1,
- Ю. И. Манин. Математика как метафора. М., 2008.
- Д. Дойч. Структура реальности. - Ижевск НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001, 400 с.
- М. Клайн. МАТЕМАТИКА утрата определенности.-РИМОС, Москва 2007
(глава XV Авторитет природы)
- В. И. Арнольд. Экспериментальное наблюдение математических фактов. МЦНМО, 2021

Структура курса лекций

- **Тема 1. Введение. «Математика и компьютерные науки» -**
Математические свойства физической реальности. Вычислимые функции, невычислимые понятия. Принцип неопределенности. Энергия, информация, данные, знания: фундаментальные основы современной концепции компьютерных наук.
- **Тема 2. Математика как метафора физической реальности (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 основы компьютерные науки (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 - «тонкие» инструменты разработки 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.

Тематика практических занятий (семинара)

- Экспериментальное наблюдение математических фактов («золотое сечение», числа для счета, числа – как решения уравнений)
- Математические задачи и вычислительные процессы (фракталы, множества дробной размерности, множества, алгебры, отношения)
- Информация как атрибут и функция объектов реальности (it from bit)
- Базы данных и базы знаний (реляционная алгебра, отношения «текст-смысл»)
- Интеллект как мета-алгоритм: способы решения «обратных задач»

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

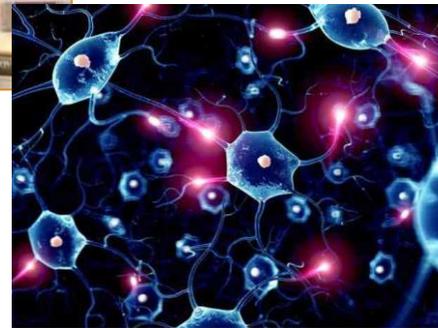
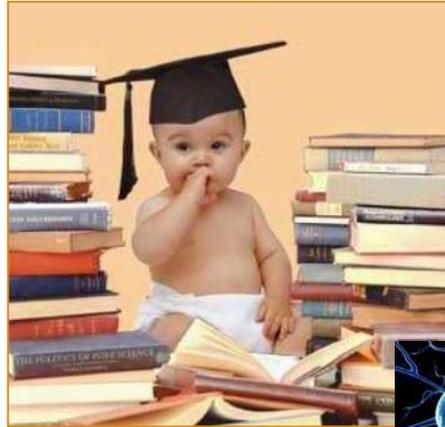
Число – это элемент **поля** ...поле- алгебраическая структура, где определены операции арифметики и ... справедлива **аксиома Архимеда**: «какие два отрезка ни взять, отложив достаточное число раз меньший из двух заданных отрезков, можно перекрыть другой», для $a, b > 0$, существует натуральное N ,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

Итого: согласно аксиоме бесконечно малых величин в Архимедовой реальности нет ?!

Что такое компьютерные науки?

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

- Физические законы – описание устойчивых причинных связей (отношений) между имеющимися «потенциальными» возможностями



Итак,
компьютерные
науки про то,
как
потенциально
возможное
переходит в
реальное
через
информацию

Компьютерные науки–

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

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

Развитие современной науки: от классической физики к кибер-физике и вычислениям потенциальных возможностей

Классическая физика : **Cogito**, ergo sum

(лат. — «Мыслю, следовательно, существую»

Р. Декарт).



Современность: Computo, ergo sum (лат. - «Вычисляю, значит существую»). 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 (пакетов) передачи информации**.

Вопросы: является ли

- движение нейромедиаторов **основой феномена мышления** ?
- человеческое мышление феноменом существующим в некотором информационном пространстве ?

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**

Эпистемология : почему и как возможно получить знание о внешнем мире ?!

- Из факта существования материи как сущности, независимой от **сознания** следует, что ее законы физики могут быть сформулированы в терминах **пространства и времени**. Но если кроме материи существует также **нематериальное сознание (разум)**, то ... возникают ключевые вопросы:
 - – действует ли разум на материю ?
 - - являются ли выделение энергии только физическим процессом ?
 - - обладают ли идеи тем, что мы называем «энергией» ?
 - - является ли воспринимаемый мир лишь совокупностью идей и информации?
- что же такое информация ?

На что направлен этот курс лекций и практика

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

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

Пример:

- Рассмотрим бильярдный стол. По столу мечется шар, отскакивая от бортов. Предположим, мы знаем направление и скорость шара с максимально возможной точностью, что допускается принципом неопределенности (открыт Вернером Гейзенбергом в 1927 г. и является одним из основ квантовой механики, а именно: $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$, 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**? Нет, 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

- Очевидно, что 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, они не просты и 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, почему именно дело обстоит так, а не иначе, хотя в большинстве случаев сами основания вовсе **не могут быть нам известны**» .

Выводы:

- истинная причина любого физического события – зависят от всей **истории Вселенной от создания** до момента совершения события. История - суть информация прошлых событиях, но «В начале было слово» - первая строка пролога Евангелия по Иоанну.
- Чтобы понять всю сложность мира, нужен **разум** который способен **вычислить** **нужное объяснение события**.
- М.б. Вселенная – это **квантовый компьютер**, который производит обратимые вычисления «самого себя», а наблюдаемые человеком природные явления - суть результаты процессов природных **natural вычислений....**

Познание мира через моделирование

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, познавать реальность и использовать полученные знания для «своей пользы»? Ответ – для познания можно использовать **модели реальности, кодирующие результаты наблюдений** (И. Кант – книга: Критика чистого разума).

- Чтобы построить и затем использовать модель «мира», нужно уметь
 - во-первых, замечать и различать **существенные** свойства и явления,
 - во-вторых, не замечать и **не различать** все то, что несущественно.
- Наш мозг генетически пред-обучен (способен к **научению**) **фундаментальным навыкам** находить различия в явлениях. Феномены **мышления (понимания)** и **восприятие (ощущения)**- все построены на них. 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

Материальный мир, состоит из вещей и процессов, которые разделяются на две категории, а именно те о свойствах которых люди :

- имеют эксплицитные или имплицитные знания, полученные на основе опыта
- знают лишь то, что они могут, некоторым образом, влиять на окружающую материальную реальность.

В своей деятельности 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 ультраметрическое ПРОСТРАНСТВО ПОНЯТИЙ)**.

То, о чём люди ничего не мыслят или не знают, находится **целиком за возможностями** целенаправленного использования, поэтому не являются объектом компьютерных наук.

Очевидно, что вещи по другую сторону **границы** относительно познанного или мыслимого по определению являются немислимыми. Вопрос: можно ли формально упорядочить представления о реальности в целом?

Да, но это требует введения вне физического **понятия информация**, но считая информацию **атрибутом** лишь того, что для человека является **мыслимым**.

Возможна ли интерпретация без моделей

(model agnostic interpretation):

Люди – «потребители» результатов восприятия.....

Методы восприятия – «непрозрачность» алгоритмов интерпретации ([the opacity of machine learning models and methods of explanations](#))

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

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

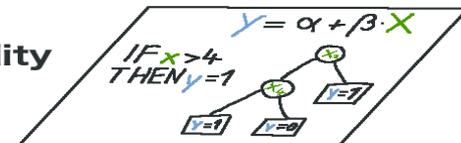
Реальный мир, в котором протекают реальные процессы.

Humans



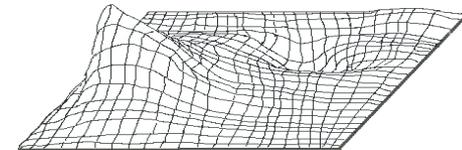
↑ inform

Interpretability Methods



↑ extract

Black Box Model



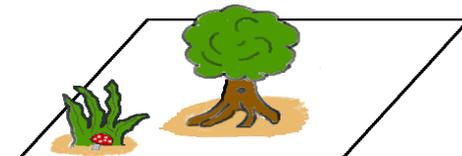
↑ learn

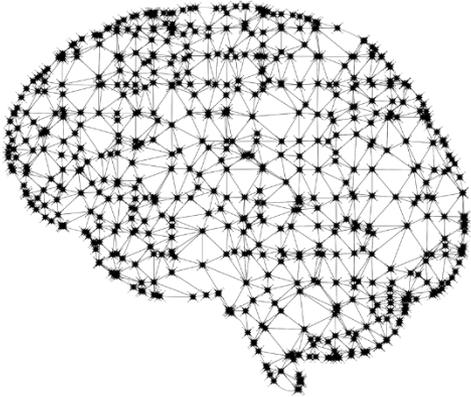
Data

X_1	X_2	X_3	...	X_n
10	2	0		
5	4	0		
1	-1	0		
				0.10
				0.20
				0.30
				0.40
				0.50
				0.60
				0.70
				0.80
				0.90
				1.00

↑ 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.

Адаптивное взвешивание сигналов между искусственными нейронами достигается благодаря обучающемуся алгоритму, считывающему наблюдаемые данные и пытающемуся улучшить результаты их обработки.

ИНС моделируется с использованием нескольких слоев нейронов. Структура этих слоёв – архитектура ИНС. Нейроны в такой структуре - вычислительные единицы, 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

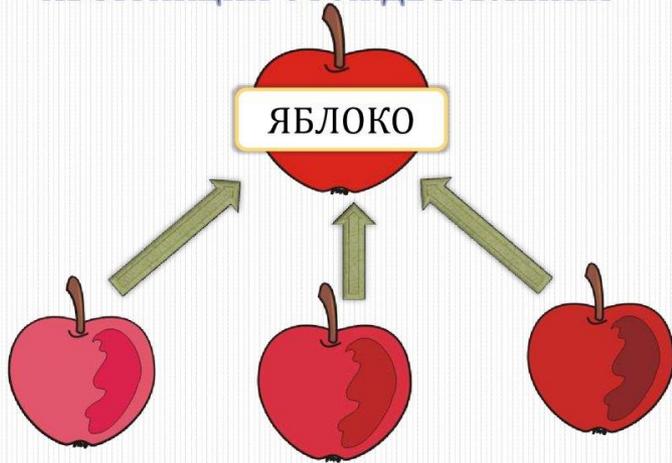
Правильно настроенная ИНС способна без участия человека определить основные черты входных данных:

- По слоям ИНС можно «двигаться» в разных направлениях как лестнице абстракций (моделей).
 - «Вверх» – дедуктивное обобщение
 - «Собака» - суть «млекопитающее»; «позвоночное»; «многоклеточное».
 - «Вниз» – индуктивная характеристика
 - «лайка хаски»
- Любые обобщения - это **абстракции-упрощения (абстракция отождествления или неразличимости)** , которые создают субъективную «картину мира» – **упрощенную, но полезную на практике.** Такая модель позволяет лишь приблизительно описывать процессы реального мира, такие представления. достоверны с какой-то долей вероятности.
 - отождествление одинаковых букв (слов, алфавитов) — приводит к понятию абстрактной буквы (абстрактного слова, абстрактного алфавита);
 - отождествление эквивалентной фундаментальной последовательности рациональных чисел — приводит к понятию действительного числа;
 - отождествление изоморфных групп — мы приходим к понятию абстрактной группы

пример

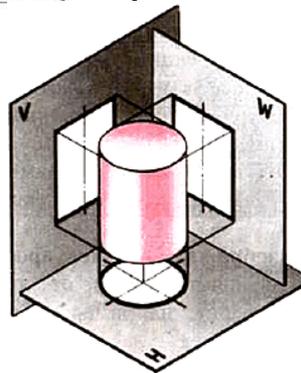
Приемы абстракции

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

- Есть две опасности, которых должен остерегаться всякий, кто работает с моделями.
 - Одна из них известна – человек пытается применить модель даже там, где она **неэффективна**, и отрицает существование всего, что этой моделью не описывается.
 - Модели состоят из имен, каждое из которых отражает только часть целостного мира, где все части подобны по свойствам: все собаки в чем-то похожи, а все синие предметы - по цвету. Но подобие может оказаться внешним или вообще **мнимым**.

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 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 — предположение, что слова или понятия **всегда** обозначают реальные вещи, 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**.
 - Интеллектуальный человек – интеллект не является частью организма человека
- Итак, слова не имеют **реальных «сил»**, 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**. Сегодня мы уже имеем понятийный аппарат, позволяющий адекватно рассуждать о движении небесных тел, но этот аппарат пока не позволяет переводить все рассуждения в **формат вычислительных процессов**.

Функция научного подхода в том, чтобы не допускать обсуждение проблем, для которых **пока** не существует способов формализации и непротиворечивых логических объяснений.

Центральная идея, заложенная в основу науки – идея существования объективной реальности, воспринимаемой субъектом и используемой им для целенаправленной деятельности.

но...

Воспринимающий субъект – существо пассивное, если не наделено способностью к коммуникации с другими субъектами. Хотя субъект воспринимает объективную реальность, получая знания (информацию) о ней, но в рассуждениях о том, **что собой представляет информация**, эта концепция отправной точкой быть не может в силу «рекурсии» - эта концепция уже включает в себя до конца не определенное понятие информации.

Должен появиться **целенаправленно действующий** субъект, который не просто «отражает» (воспринимает) объективную реальность (через данные), а использует полученную информацию (данные) с какой-то целью.

С точки зрения философской основы 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 «игрушку» – машину Тьюринга, которая в принципе может выполнить любое мыслимое вычисление. Поскольку деятельность мозга рассматривается как обработка информации, а обработка информации – суть вычисления, получилось, что либо Тьюринг машину можно научить мыслить, либо надо допустить, что в самом процессе мышления есть какой-то пока науке неизведанный «скрытый» компонент, одна из целей КН - этот компонент найти, опираясь на понятие **эмерджентность**.

Для этого понадобится научиться адекватно рассуждать об информации, а также о способах её получения, обработки, передачи и хранении.

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», **ингерентность** (согласованность модели и реальности) которых есть следствие самоорганизации и адаптации.
- А «наблюдатель» процессов есть составная часть исследуемой системы управления



Модели реальности



Основные вопросы, на которые надо уметь отвечать

В мае 2023 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.)

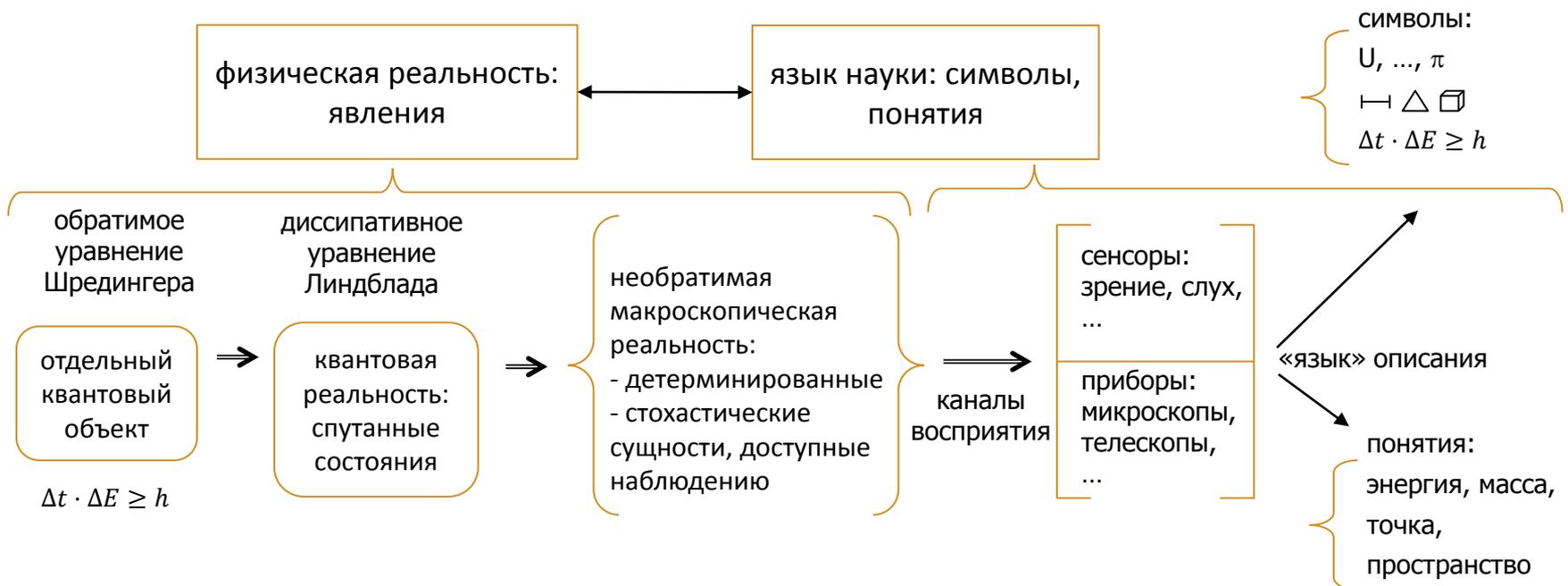
Сущность – явления – события – понятия

- 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.*

Перевод проблем науки в математическую и лингвистическую плоскости

- аксиома модели:
 - Окружающая человека физическая реальность – есть целостная система, состоящая из разных, но совместимых элементов-сущностей. Система имеет модель
- аксиома системы:
 - Система обладает эмерджентными свойствами, которых ее отдельные элементы не имеют. Эмерджентные свойства составляют сущность модели системы.

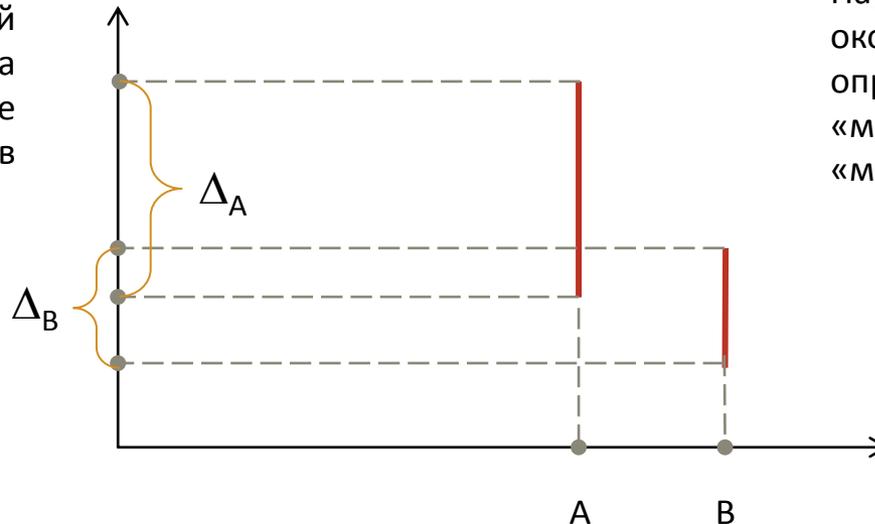


Приложение 3

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

материальный аспект явлений
в «мире» объектов