



КАФЕДРА
ТЕЛЕМАТИКА

Введение в профессиональную деятельность

Лекция 3

Тема: Логика математическая

vs. логика разумного –

почему,

ТО ЧТО ЛОГИЧНО МОЖНО ВЫЧИСЛИТЬ

ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРА

Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

10 февраля 2021 г.

Что было на прошлой лекции

- Обсуждали понятия «вычисления, мышление ... информация и моделирование». **а именно то, что модель научных знаний основана на понятиях «доказуемо» и «вычислимо»**, которые следуют законам:
 - если высказывание доказуемо, оно истинно (доказать можно только истину, **доказательств лжи не существует**);
 - логические следствия доказуемого также являются доказуемыми;
 - логическое **противоречие недоказуемо** и т.п.
 - вычислимы те сущности природы, которые однородны и делимы
- состояние аппаратной конфигурации компьютера, **супервентно** (обусловлена отношением детерминированности) состоянию **компьютерной программы** – т.е. не может быть двух компьютеров, идентичных по всем своим физическим характеристикам, но различающихся по свойствам своего программного обеспечения.
- сознание **супервентно** состоянию мозга – т.е. физические свойства мозга первичны по отношению к свойствам сознания, т.е. определяют их, но каковы отношения сознания и мозга, понятие супервентности не конкретизирует,
- Супервентность указывает на принцип **каузальной замкнутости физического**, а именно физические события в качестве своих причин могут иметь только физические события и никакие другие.

Введение к теме лекции

*Thinking is not the ability to manipulate language; it's the ability to manipulate **concepts**. Computer science should be about concepts, not languages.*

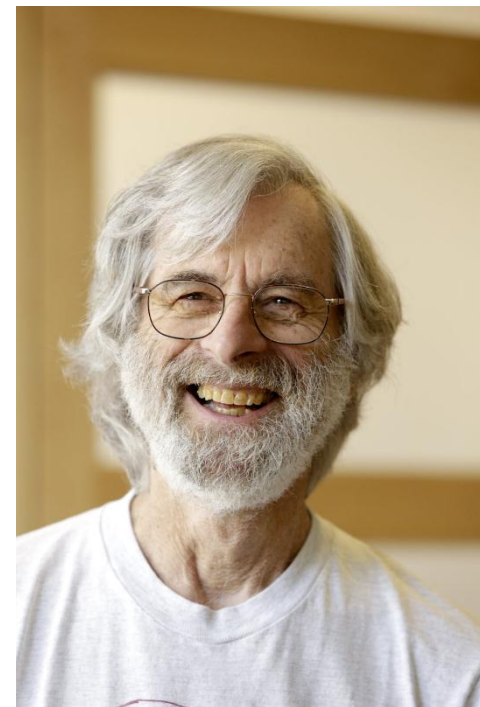
Лесли Лэмпорт

автор концепции распределенных вычислений «How to Make a Multiprocessor Computer That Correctly Executes Multiprocess Programs», 1978,

и концепции логических часов «Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System» 1978,.

Развил «концепцию» математики как перенесение свойств формальных вычислений на объекты физической реальности - компьютеры

и дополнил концепцию компьютерных наук процессом преобразования информации под управлением как алгоритма/программы, так и данных



О чем будет лекция

- О том, что надо знать, «как минимум», чтобы считаться профессионалом в области компьютерных наук ?

Будем обсуждать:

- доктрина «it from bit» все физические сущности в своей основе являются информационно-теоретическими.
- Логику связи алгоритмов и процессов вычислений. Неполноту арифметики.
- Неформализуемость истины.
- Основы модальной логики и принципы конструктивной математики.

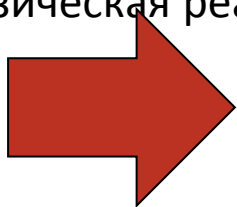
Что важно иметь в виду

Для **творческого духа** усовершенствовать себя до такой степени, чтобы стать машиной - **пытка**.

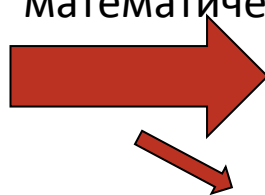
Г. Гегель. Наука логики. Т.1

Математизация **реальности** есть путь формализации используемых знаний, основанная на сведении их к **СИМВОЛЬНЫМ** «однородным» и «делимым» сущностям, которые инварианты количественным или синтаксическим преобразования с помощью цифровых автоматов - компьютеров.

физическая реальность



математическая модель



компьютерная модель



неформализуемая
часть **реальности**

Фактор цифровой точности,
эффективности и разрешимости

...ТО ЧТО ЛОГИЧНО, ТО МОЖНО ВЫЧИСЛИТЬ ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРА

- Компьютер – это физическое устройство, состояния которого суть последовательность физических событий, формально соответствующих исполняемому программному коду;
- Нет логики в допущении существования нефизических причин у физических событий;
- Нефизические причины не обладают пространственно-временными характеристиками, поэтому у физических событий, определяющих процессы вычислений с помощью компьютера, не может быть нефизических причин.

Информация – атрибут физической реальности

Д. Уильер автор двух концептуальных терминов:

- «чёрная дыра» (англ. black hole) и
- «кротовая» нора (англ. wormhole).

Исследования посвящены квантованию гравитации, гравитационному коллапсу, структуре материи чрезвычайно большой плотности и температуры.



Джон Арчибальд Уильер
(John Archibald Wheeler
(1911 – 2008))



В 1990 году Уилер высказал предположение, что информация является фундаментальной концепцией физики. Согласно его доктрине **«it from bit»** все физические сущности являются информационно-теоретическими в своей основе

Теорема Геделя

Сформулировал фундаментальное положение логики науки, которое описывает соотношение «**феноменального, сознательного и формального**».

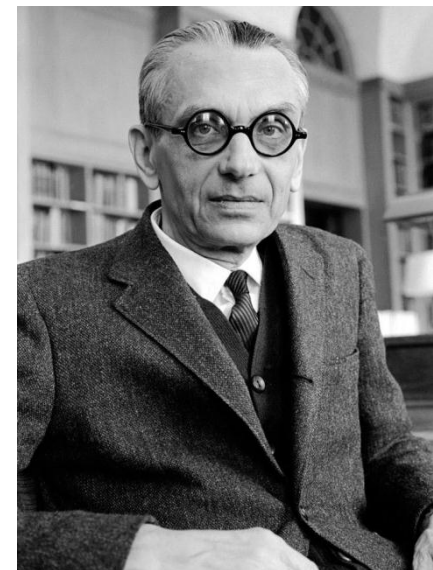
Д. Гильберт: «...даже в самых обширных по своему охвату областях знания нередко бывает достаточно небольшого числа исходных положений, обычно называемых аксиомами, над которыми затем чисто логическим путем надстраивается всё здание рассматриваемой теории».

К. Гедель: Теорема о неполноте. Для любой непротиворечивой системы аксиом существует утверждение, которое в рамках принятой аксиоматической системы не может быть ни доказано, ни опровергнуто».

Что из этого следует:

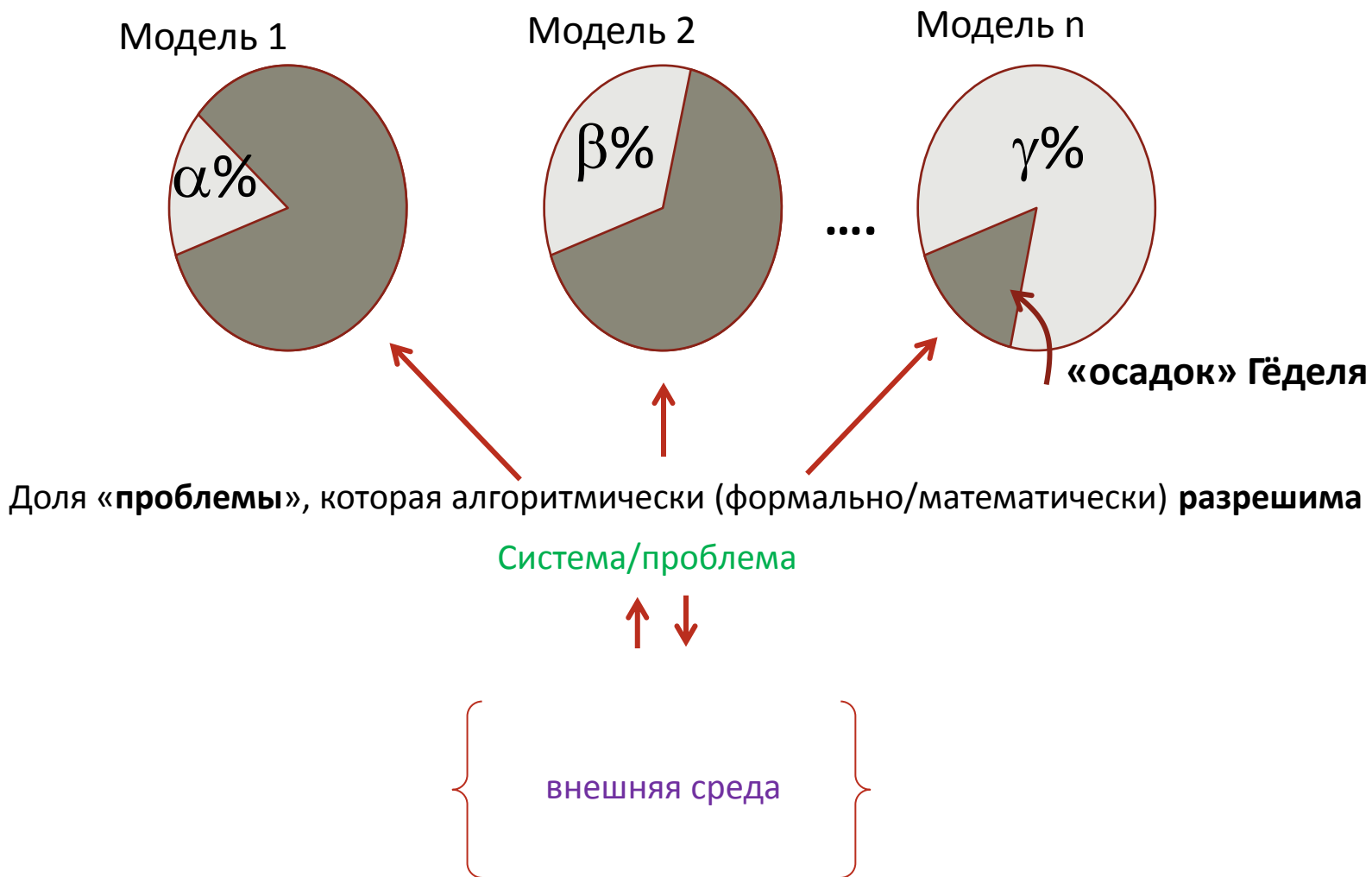
Без **понимания** теоремы, генерируемые на основе правил формализованного логического вывода на основе аксиом, представляют собой лишь своего рода «математический спам».

Фундаментальный вопрос науки : можно ли «формализовать» понимание ? Ответ – нет. Что же делать? Развивать свой интеллект !!!



Курт Гедель
1906- 1978

Однако «К.П. Д.» формализации всегда $< 100\%$



Логическая супервентность.

- Это самый сильный вид супервентности. Согласно ему свойства одной системы (например **мозга**) **полностью** определяют свойства другой системы (например **сознания**).
- Логически супервентно – это значит «редуктивно объяснимо» в терминах физических свойств, т.е. отвечает на вопрос: почему этот физический процесс сопровождается данным феноменом?
- Редуктивное объяснение — это демистифицирующее объяснение того как «как некое состояние физической системы могло бы играть ту или иную причинную т.н. каузальную роль?

Специалист в области «математики и компьютерных наук» должен понимать, что

Моделируемая на компьютере «реальность» должна иметь причинную основу, в которой «реализуются» феномены :

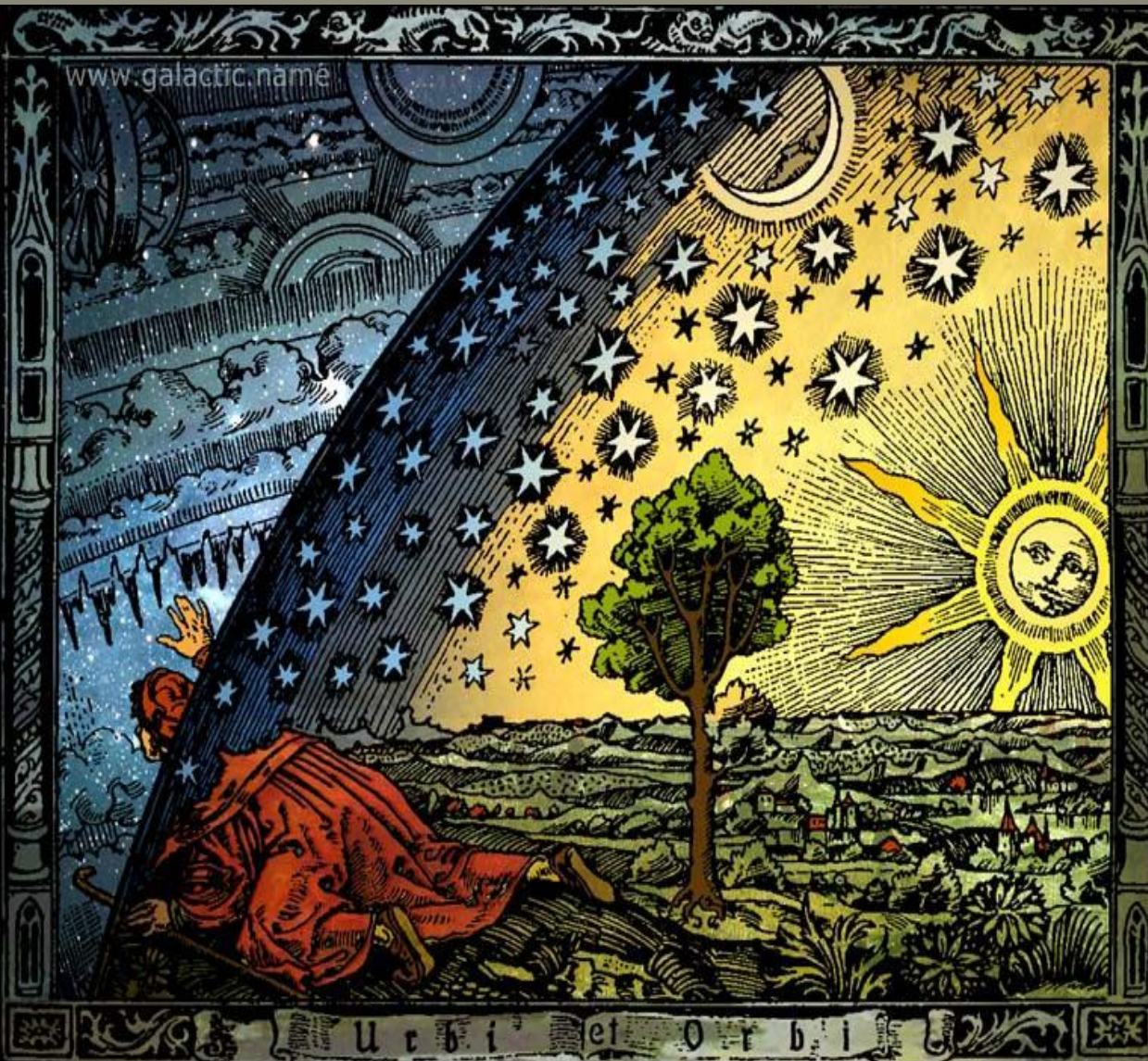
- **информации** – феномен индивидуальных различий, включая аспект возможных, но еще не состоявшихся преобразований. Этот феномен связан с **вычислениями** и формализацией знаний.
- **сложности** проявляется в форме суперпозиции «потенциально несовместных состояний» - *для полного описания явлений необходимо применять два **взаимоисключающих** («дополнительных») набора понятий, совокупность которых даёт исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных.*
- «**дополнительности**» - реального сосуществования формально логически противоположных состояний
- **неформализуемости** истины как неполноты арифметики (теоремы Геделя)

Теоремы формализации

Теоремы Геделя:

- T1: какова бы ни была совокупность аксиом, в арифметике, если она непротиворечива, существует такое утверждение A , что ни A , ни его отрицание ($\neg A$) – не доказуемы.
- T2: Если непротиворечивая теория T содержит в себе арифметику, то непротиворечивость T не доказуема в T .

Реальное в науке есть метафора «потенциально ВОЗМОЖНОГО»



Вопрос:
Существуют ли
математические
операции, которые
позволяют построить
модели «потенциально
возможного» ?

гравюра Фламмарiona

... у границы логически ДОКАЗУЕМОГО



Причинное представление физики о наличии **одного и только одного исхода** у любого эксперимента — неверно. Согласно принципам квантовой механики – результат измерения фундаментально случаен.

Это значит, что закон исключенного третьего

$$A \vee \bar{A} = 1$$

не является универсальной основой научного **понимания** мира

“И создал человека по своему образу и подобию...”



Сотворение
Адама
Микеланджело
Сикстинская
капелла

Гипотеза Человеку дана возможность стать **ТВОРЦАМИ** новой **цифровой реальности (it from bit)** и поселить в ней «ИСКУССТВЕННУЮ ЖИЗНЬ», которая будет сосуществовать и **ЭВОЛЮЦИОНИРОВАТЬ** вместе с людьми **на Земле и... в космосе (???)**

Вопрос: Что для этого требуется ? Каких знаний не хватает ?

Но на этом «творческом» пути есть проблемы ..

Основная проблема состоит в том, что

Компьютерные системы, которые мы строим, ведут себя в точности так, как мы их запрограммировали,

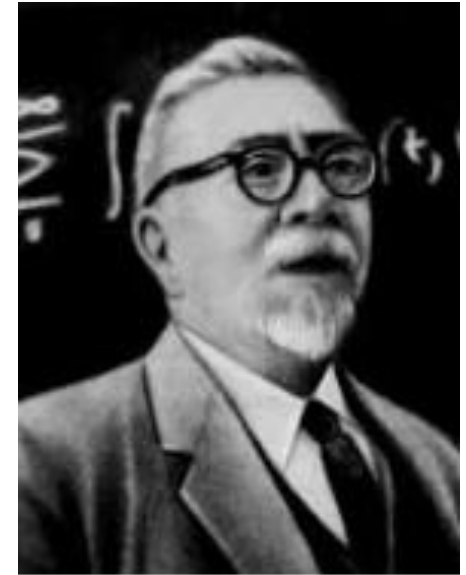
НО

совсем не так, как мы предполагали!

Человеческий мозг сам по себе не в состоянии справиться с комбинаторной сложностью компьютерных программ объемом в сотни миллионов строк кода на алгоритмическом языке.

Можно ли создать т.н. «язык мысли» без посредников воспринимаемый компьютером ?

*“Если магия вообще способна даровать что-либо, то она дарует именно **то, что вы попросили**, а не то, что вы подразумевали, но не сумели точно сформулировать.*



Н. Винер
1894 -1964

Н.Винер: в компьютерах *“исполнение заданного осуществляется машинами-автоматами в высшей степени буквально.”*

Цифровая трансформация, учет и контроль.

*«Компьютеры похожи на ветхозаветных богов:
сплошные правила и ни капли жалости».*

(Дж. Кэмпбелл)

... и если компьютер «решит» (реализует логический вывод), что вы умерли, то вы УМЕРЛИ ...

Кто отвечает за ошибки в компьютерных программах ?!

Обычно ПО имеет 10-15 ошибок на 1000 строк кода,
ПО высокого качества – 3 ошибки на 1000 строк кода.

Современное ПО, управляющее реальной технической системой,
состоит из сотен миллионов строк кода.

**Программы, управляющие техникой вокруг нас,
наполнены ошибками.**

Мы постоянно находимся под угрозой !

Специалисты в области МиКН: их историческая ответственность за развитие «цифровой» цивилизации



ГЛОБАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Мы

- сами создаем искусственный цифровой мир.
- сами реализуем в нем законы поведения искусственных агентов-роботов.

Основной вопрос «компьютерных наук»

Как формализовать нужные законы *«работы», поведения и этики* программных агентов?

- Как можно построить "**компьютерные мозги**", которые будут взаимодействовать с ДРУГИМИ мозгами - машинными либо биологическими?
- Какие права и обязанности могут иметь агенты и их авторы?
- Является ли компьютерный агент объектом интеллектуального права
- На основе каких законов и как долго на компьютерных агентов распространяются права интеллектуальной собственности ?

- Онтологические сущности **И-В реальности: вычисления**, которые порождают изменения информации (структуры) материи – «цифровая генетика»
- Системы, которые **обретают эмерджентные свойства** НЕ могут быть «вычислены» исключительно с помощью «логического вывода» из свойств составляющих систему компонент
- Изменения материальных структур подчиняются законам «открытых систем», ингерентность (inherent) которых есть следствие самоорганизации и адаптации.
- «**Наблюдатель**» процессов есть составная **часть** наблюдаемой системы



Эмерджентность —

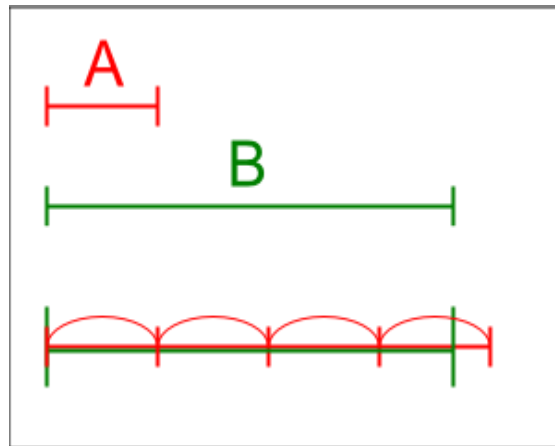
- появление у системы свойств, не присущих её элементам в отдельности;

Ингерентность —

- согласованность, приспособленность к окружающей среде, совместимость с ней

Аксиома Архимеда вычислительной математика» и проблема суперпозиций цифровых пространств

Аксиомой Архимеда называется такое утверждение: если даны отрезки A (масштаб) и B (объект измерения) , то можно так отложить отрезок A несколько раз, что сумма будет равна или «немного» превосходить отрезок B



Утверждение : изучаемое математикой ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ архимедово то есть **одномасштабно**, значит гладко, «делимо и однородно».

Закон исключенного третьего «исключает» спутанность состояний макрообъектов

В «реальном» мире суперпозиции (спутанности) состояний нет – в макромире происходит коллапс «вектора состояний» или редукция «волновой функции» к одной из возможностей.

Пример:
«Кот Шредингера»:



Ключевой вопрос: можно ли «остановить» редукцию волновой функции и, если да, то на какое время? Значение волновой функции в любой момент пространства и времени позволяет нам рассчитать только вероятность обнаружения частицы в этом месте

Квантовый парадокс Зенона – как остановить коллапс ВФ

Формулировка парадокса Зенона в том, что стрела в полёте остаётся неподвижной в каждый отдельно взятый момент времени. Как на фотографическом снимке. Значит, на самом деле... никуда не летит, а если и летит, то только с точки зрения наблюдающих за ней людей. Вещь (**смысл/становление/материя**) – это воплощенный в **материи** (**не-смысл**, инобытие) **смысл** (**не материя**, нечто логически определенное).....

Итак: стрела – это **смысл**, который не изменяется, т.е. «не движется».

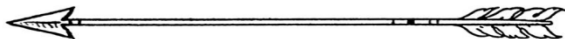
Суть – различие между чувственным **восприятием** (летит) и **мышлением** (неподвижна)

Квантовый вариант (1958, Ленинград, Л. Халфин): При условии дискретности энергетического спектра, распад волновой функции квантовых состояний напрямую зависит **от частоты измерений**. Если наблюдать за нестабильной частицей достаточно часто, то она не распадется вообще. Т.е. сам **факт наблюдения** способствует продлению **существования наблюдаемой сущности**. Есть гипотеза, что этот эффект – основа процесса **мышления** людей

«Летящая стрела»

Движения не существует.

Летящая стрела неподвижна, так как в каждый момент времени она покоится, а поскольку она покоится в каждый момент времени, то она покоится всегда.



<https://www.youtube.com/watch?v=DqhG9jemZvM>

<https://www.youtube.com/watch?v=7cQ5n9j5Guo>

<https://www.youtube.com/watch?v=A8oiYBo1gvs>

сказать **Стрела – летит**

это тождественно тому, что

сказать **неизменное изменяется... $0^0=1$**

Проблема «вычисления» мышления/поведения

Суть: Почти все живые **организмы** (компьютеры) построены из одних и тех же веществ/клеток (компонент/модулей), которые в процессе жизни **меняются**, причем различия между видами организмов (типов компьютеров) определяются различиями в способах объединения этих основных веществ (компонент).

Предмет: Механизмы, контролирующие объединение клеток в живых организмах основаны на том, что информация, которая содержится в генах, контролирует развитие организма, детерминируя синтез белков, которые регулируют организацию процессов **онтогенеза**. Т.н. регуляторный ген (**причина**) через рецепторы (**каналы связи**) взаимодействует с клеткой (**смысл**), реакция которой зависит от ее внутренней организации (**«смысл» у реакции есть только тогда, когда она «создает» условия для «становления» себя**).

Вопросы

- Какая информация нужна, чтобы «генный» проект превратился в «здание организма», какая информация нужна от внешней среды?
- Механизмы функционирования современных компьютеров не изменяют их структурно-компонентную основу. Что нужно сделать, чтобы ПО стало частью «**цифрового онтогенеза**»?

Вычислимость по Тьюрингу

Формулировка:

Проблема/задача вычислима, если она может быть решена каким-нибудь алгоритмом....**за конечное время**.

Понятие вычислимости в КН адресовано ... **числам, функциям.....**

Вопрос:

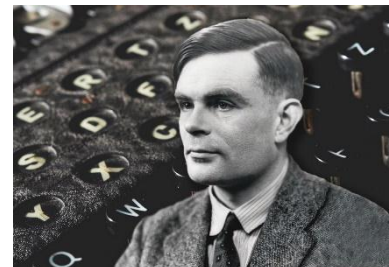
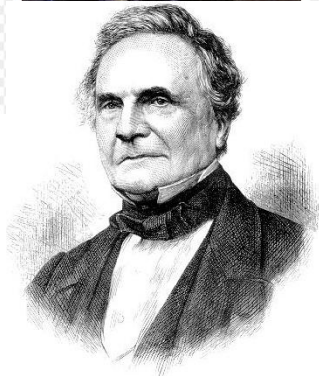
- Восприимчивы ли к проблеме «вычислимости» когнитивные функции ?
- Какие операционные издержки, связанные с цифровыми вычислениями, которые надо для этого преодолеть, чтобы «вычислить» смысл результата ?
- Какие **новые классы компьютеров** (cloud, IoT...) смогут перестраивать наши когнитивные возможности ?
- Какой «модуль» в компьютере надо создать (см. тему Машина Корсакова) , чтобы успешно моделировать функции, которые сейчас доступны только сознанию человека ?
- Как Сатоши Накамото решает проблему смысла цифровых транзакций производимых ПО в сети?

Авторы «цифровых» идей: Корсаков (1832), Бэббидж (1833) , Тьюринг (1932)

С.Н. Корсаков (1832). «Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи». Цитата: «Человек мыслит, но действия его носят механический характер: он приказывает, и его ноги идут, а руки двигаются.

Бэббедж-Лавлейс (1833): проект **универсальной цифровой вычислительной машины**, которая выступает прототипом универсальной цифровой вычислительной машины Тьюринга.

А. Тьюринг (1936) проект **абстрактной вычислительной «Машины Тьюринга»**, которая является моделью компьютера общего назначения, позволяя формализовать понятие алгоритма



«Первая перфокарта» Корсакова

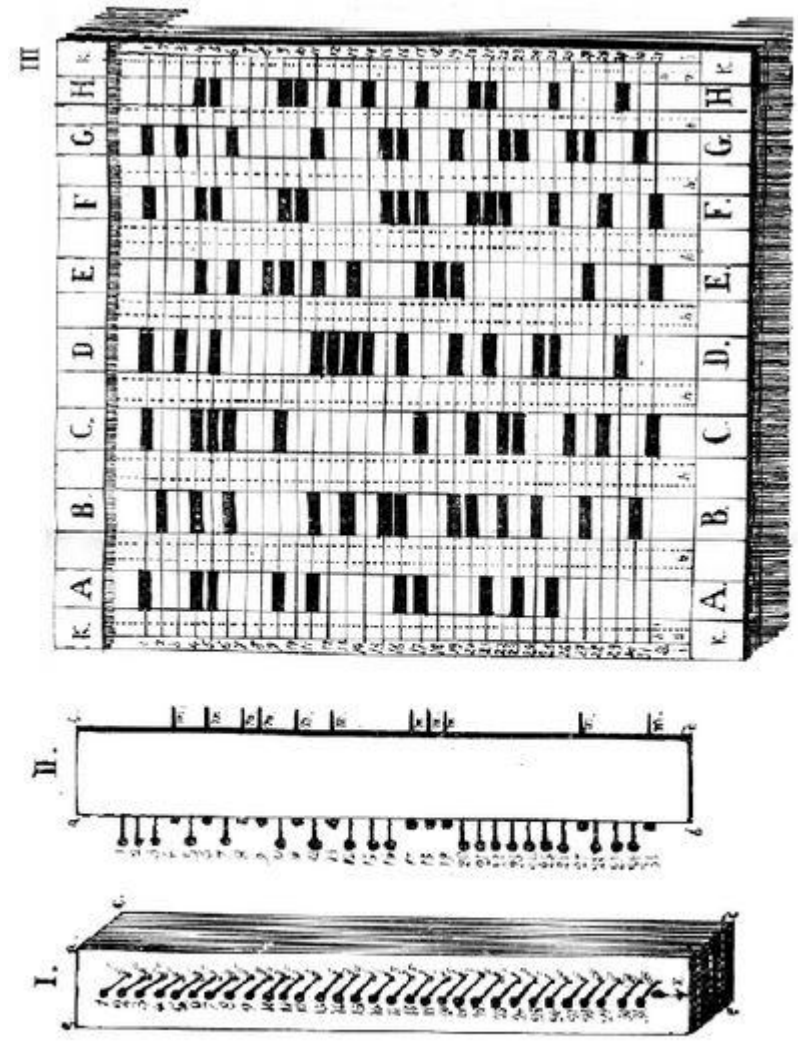


Рис. 1. Прямолинейный гомеоскоп с неподвижными частями (I, II); гомеоскопическая таблица (вид сверху) (III)

Вопросы +

- Какая физическая система могла бы быть способна не только к обучению или запоминанию, но и к «объяснению» выполняемых действий?
- Какое состояние физической системы могло бы играть такую-то каузальную (причинную) роль?
- Что именно является содержанием конкретных интенциональных состояний «интеллектуальной» системы.
- Могут ли изменения структуры и системного ПО компьютера быть основным механизмом адаптации к особенностям решаемых задач ?

Итого

- Основная концепция МиКН состоит в том, что для преобразования информации за конечное время нужны логико-арифметические и нейро-когнитивные системы (гетерогенные компьютерные системы)

Всем прочитать **S. Lomonaco**, “A Rosetta Stone for Quantum Computation”

Темы докладов (1)

1. Компьютерные науки в свете материалов книги Д. Гильберта: «Познание природы и логика».
2. Теорема Геделя и ее значение для развития компьютерных наук
3. Аксиома Архимеда: метрики и суперметрики цифровых пространств и виртуальных объектов.
4. Машина Корсакова-Тьюринга:
5. Компьютер-сознание-мозг: в чем разница. По материалам лекции Т.В. Черниговской
<https://www.youtube.com/watch?v=EyUwnFzjXXU&t=9s>