



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

Введение в профессиональную деятельность

Лекция 6-1:

**Мимикрия компьютерных технологий
(КТ) – от цифровой имитации
процессов к «вычислению» знаний**

СПб,
7 апреля, 2020 г.

Напомню, что обсуждали на прошлых лекциях.

1. Материальные объекты «ведут» себя в соответствии с объективным законам физики.
2. Компьютерные системы (КС), являясь материальными объектами, «ведут» себя в точности так, как их запрограммировали, **но не всегда так, как предполагали их создатели - программисты!**

Почему так «ведут» себя КС:

- **«К.П.Д.» математической формализации** $< 100\%$ в силу теоремы Геделя. Поэтому какова бы ни была сформулирована совокупность аксиом теории, содержащей арифметику, если эта теория непротиворечива, то существует такое утверждение A , что ни A , ни его отрицание ($\neg A$) – в рамках этой теории не **доказуемы**.
- Итак, **истина** не формализуема, но познаваема !?
- Согласно парадигме компьютерных наук ... познать / **понять** \rightarrow **значит уметь ВЫЧИСЛИТЬ**. Вопросы: хватит ли времени на вычисления «правильного ответа»; вычислить, но **что и как**

Введение в фундаментальную **проблему**, обсуждаемую на лекции

- **Проблема** т.н. «**цифровой трансформации**» обсуждается давно и имеет вполне понятные политико-экономические резоны. Однако **долгосрочные последствия** (эко-эволюционные аспекты) интеграции компьютерных технологий в современную среду обитания и деятельности человека, пока остаются вне поля зрения фундаментальной науки.
- Хорошо известно, что эволюция идет в сторону **отказа от «излишеств»**, а существование живых организмов в общей среде обитания (экосистеме) придает различным видам не только общие внешние признаки, но и, из-за повторяемости поведенческих практик, формирует **стандарты на функции** и «**интерфейсы**», которые и обеспечивают целостность **экосистемы**.
- Идентификационным маркером **homo sapiens** как вида являются наличие **функций интеллекта**, сознания и развитого логического мышления.
- Фундаментальные вопросы науки: может ли феномен **интеллекта** иметь место в электронных аналогах частей мозга человека ? Как «контролируемо» ускорить процесс ко-эволюции технологий, но при этом сохранить целостность экосистемы Земли и социума? Какие знания для организации такой ко-эволюции потребуются ?

В это лекции обсудим некоторые аспекты этой **проблемы.**

Фундаментальный аспект. Новая формулировка «КОНТИНУУМ-ГИПОТЕЗЫ»

Континуум-гипотеза



Hilbert

- Давид Гильберт (1862 –1943)
- Первая проблема Гильберта (континуум-гипотеза):
С точностью до эквивалентности существуют только два типа бесконечных числовых множеств: счётное множество и континуум.
- В 1963 году американский математик Паул Коэн доказал, что континуум-гипотезу
- **НЕЛЬЗЯ НИ ДОКАЗАТЬ, НИ ОПРОВЕРГНУТЬ**



«Новая» формулировка 1-й проблемы Гильберта: существует ли «промежуточное» множество между множествами неживых и живых объектов Природы ?

Ответ: в биологии – это вирусы. А что в технике ? В технике «доказать» – значит «создать» ! Попробуем ?

пространства неживой и живой природы в рамках парадигмы КН

Исходные положения. **Живые организмы** на планете развиваясь (эволюционировали) в тесной связи с неживым веществом, приспособляясь к окружающей среде (экосистеме). Экосистему планеты можно рассматривать как структурный **континуум** живой и неживой форм существования материи.

- Рассматривая «жизнь» как результат эволюции, приходим к выводу, что «жизнь» возникла. Вопрос как? Ссылка на то, что «жизнь» способ «существования белковых тел» не является конструктивным объяснением (Ф. Энгельс). Уточнение, что «жизнь - это высшая по сравнению с физической и химической форма существования материи, не отвечает на ключевые вопросы - **можно ли «химические» составляющие заменить на какие-либо другие**? Что при такой замене должно сохраниться (
- Понятно, что «жизнь» не сводится к химическим реакциям, прежде всего потому, что у живых организмов «налажен» **непрерывный** процесс обмена и сохранения информации, представленной на языке генетических кодов, ... а **информация** – это и есть как раз **объект изучения компьютерных наук**.

«Истина – это не то, что можно убедительно **доказать**, а это то, что делает мир **проще и понятнее**».

А. Сент-Экзюпери

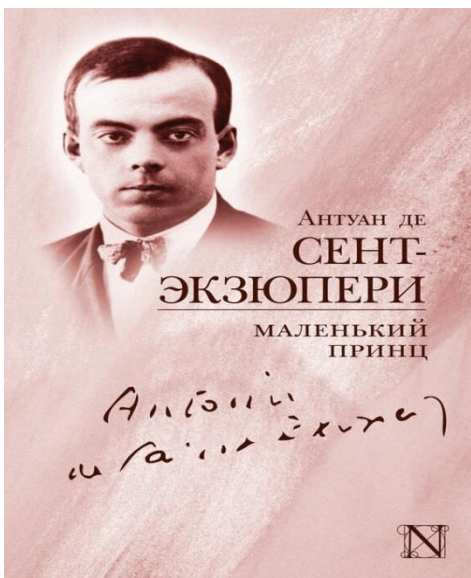
Мир, окружающий человека, состоит из объектов **неживой** и **живой** природы. Традиционно их пытаются изучать независимо друг от друга. **Изучение первых** – основа фундаментальных наук (математика, физика, химия...), которые описывают объекты с помощью числовых, топологических и логических **структур**. (суть этих наук – аналитика и синтез «подходящих» структур описания объектов)

Изучение вторых – суть феноменологических наук, которые связаны с исследованием биологических феноменов, характера взаимодействий и природы социальных **явлений** (суть этих наук – фактология, точнее классификация и концептуализация)

Компьютерные науки (КН) – пример синтеза аналитики и фактологии – вычисления суть устойчиво неравновесный процесс манипуляция с символами.

КН исходят из того, что **понять – значит уметь вычислить**.

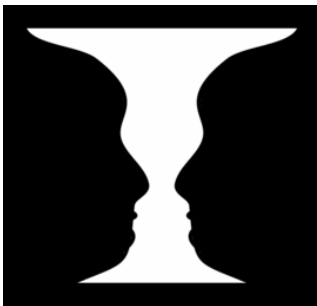
Попробуем разобраться, что и как же можно «вычислить» с помощью современных компьютеров ?



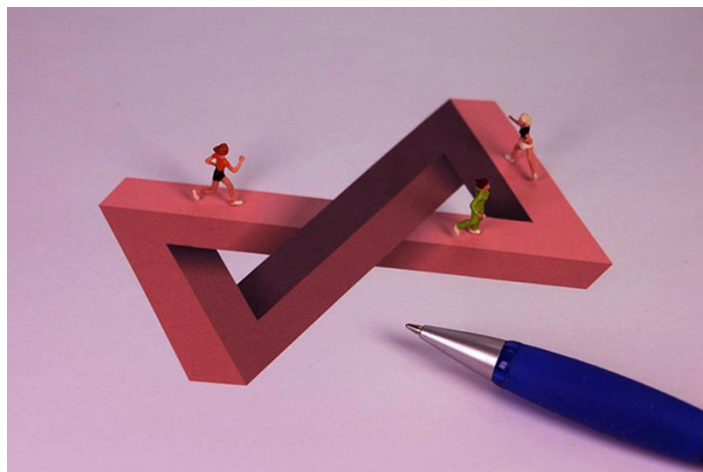
Понимание – целостное восприятие данных о физических явлениях в сознания человека.

Актуальные вопросы компьютерных наук: 1) можно ли «цифровым способом» смоделировать «понимание», 2) является ли «сознание» вычислимой функцией. Что «вычисляет» сознание? 3) Можно ли программировать «сознание» и доверять результатам таких «вычислений»?

Артефакт - рисунок



Фотография реального объекта



Целостность восприятия - **согласованность** частей, составляющих «образ» воспринимаемого **объекта** (достигается посредством механического движения, химических реакций, формы или.... ментальных ассоциаций).

«Экст» и «инт» – енсиональные аспекты целостного описания

ИМЯ → денотат -> экстенсионал –объем **понятия** – структурные **отношения**
↙ **концепт** -> интенсионал - семантика **понятия** – смысловые **ограничения**

Объем понятия – характеризует объект на основе **понижение** уровня абстракций описания

Содержание понятия – характеризует объект через **повышение** уровня абстракции

Формальное представление знаний в процессе концептуализация

Концептуализация – это абстрактное, **упрощенное** для каких-то целей, описание «мира» с использованием ограниченного набора понятий

Суть концептуализации: «расчленение» какой-либо области знаний на отдельные объекты-понятия, а затем определение отношений, которым следуют эти объекты-понятия в рассматриваемой части «мира».

Две трактовки «упрощения»:

- (экстенсиональная) каждое понятие и отношение исчерпывающе описываются перечислением **индивидуальных сущностей**
- (интенсиональная) каждое понятие описывается заданным **ТИПОМ ОТНОШЕНИЙ**

(характеризует объем понятия путем понижением порядка абстракции - **денотат**)



В живом организме есть три уровня информационного взаимодействия:

Первый – **гуморальный** т.е. жидкостной — взаимодействие с помощью молекул.

Второй - **клеточный** — взаимодействие между клетками — (лейкоциты макрофаги и пр.)

Третий уровень — **нервная система** (вегетативная и ЦНС).

Вопрос: На каком уровне из отдельных клеток образуется организм ?

Ответ:

Интенсиональная форма целостного – описание содержание понятия путем повышения порядка абстракции - **концепт**



картины- ассоциации
художника Джузеппе Арчимбольдо (16 в.).

Проблемы компьютерных наук:

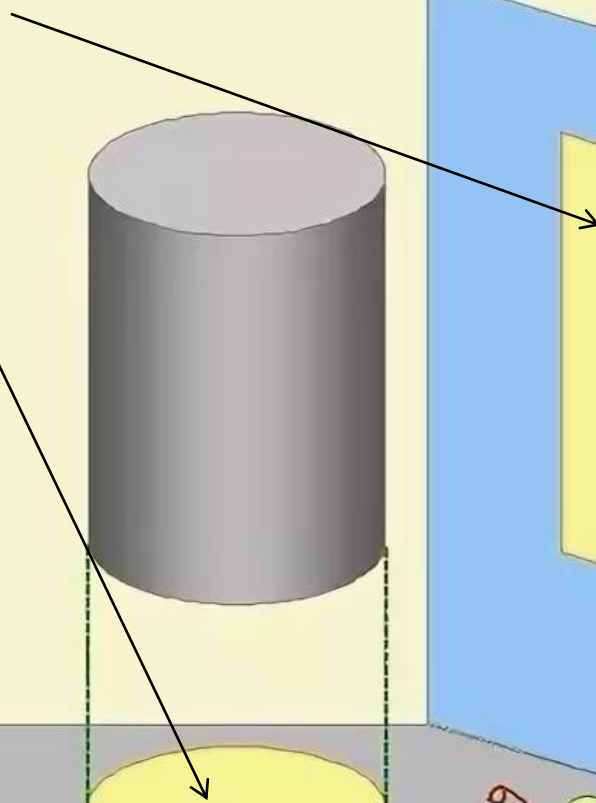
- если «**целое**» состоит из конечного количества «простых» частей , тосуществуют ли части «сами по себе» ?
- Какие новые качества приобретает «целое» по отношению к своим «частям» ?
- **Есть ли у «целого» «вычисляемый» признак или маркер ?**

Принцип дополнительности КН «Истина в неполноте?!»

К. Гедель

12

Модели цилиндра :



Цилиндр –
это
прямоугольник!

Цилиндр –
это круг!

Цилиндр – это ни то и
ни другое!
Это что-то объемное!

Модели как контекстные интерпретации

В одном мгновенье видеть вечность,
Огромный мир – в зерне песка,
В единой горсти – **бесконечность**
И небо – в чашечке цветка.

В. Блейк (перевод С. Маршака)

Модель – это поиск конечного в **бесконечном**
Д. И. Менделеев

Наблюдая за шахматной партией можно изучить
правила, но понять **СМЫСЛ** игры невозможно.

В. Смыслов

А. Перлис о том, что можно ожидать от компьютерных наук (первый лауреат премии А. Тьюринга)



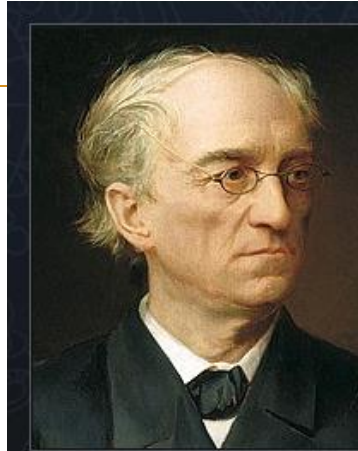
У каждой программы два **назначения**: что она **должна** делать и чего **не должна**.

Как и каламбур, **программирование** — это игра слов.

Простота не предшествует сложности, а **вытекает** из нее.

Строка — это застывшая структура **данных** - средство для **сокрытия информации**

Проблема «конечности» текстового описания явления и «бесконечного» разнообразия интерпретаций



www.litafor.ru

*Мысль изреченная
есть ложь.*

ТЮТЧЕВ Федор Иванович

Прикладной аспект гипотезы континуума:

- Г. Кантор - бесконечное множество обладает свойством быть количественно (по «мощности») **эквивалентной одной из своих частей**, а конечное множество может быть определено лишь посредством того факта, что оно не обладает частью, равномошной **целому**.
- Именно **бесконечное** является первичным и конструктивным понятием, так что **конечное может быть понято** лишь посредством **отрицания** бесконечного.

Пример 1: базы данных: экстенциональная и интенциональная составляющие

Целостность б/д достигается через три вида информации.

- Во-первых, информация, характеризующая **структуры** пользовательских **данных** (описание структурной части схемы базы данных, имена базовых отношений и имена и типы данных их атрибутов).
- Во-вторых, собственно наборы **кортежей** пользовательских **данных**, сохраняемых в определенных пользователями отношениях.
- Наконец, в-третьих, **правила**, определяющие ограничения на отношения.

Информация первого и второго вида в совокупности явно описывает объекты (сущности), моделируемые в базе данных. Эту часть базы данных принято называть **экстенциональной** (значения)

Информация третьего вида служит для выполнения операций с данными, задаваемых пользователями. Эту часть базы данных принято называть интенциональной (смысл) - содержит не факты, а информацию, характеризующую **семантику** предметной области.

Интенсиональная характеристика знаний и экстенциональное описание ситуаций

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОППР



От информации к знаниям

Знания – представляемая в определенной форме **информация**, ссылаясь на которую делаются различные заключения на основании имеющихся **данных** с помощью логических выводов.

- знание как “результат познания”
- знание как система суждений
- метазнания – способ использования знаний и свойства самих знаний

Пример 2: знание как отношение супервентности частей и целого

Супервентность (англ. Supervenience) — отношение детерминированности состояния любой системы состоянием другой системы.

Концепция «дуала» материализует **принцип** супервентности ментальных и физических аспектов Реальности, используя их связанность в рамках процесса мышления.

Пример «дуала» что такое музыка - это ноты или звуки ?



Код физического процесса



Интеллектуальный субъект, «понимающий» код



Инструмент «расшифровки» кода



физический «процесс»

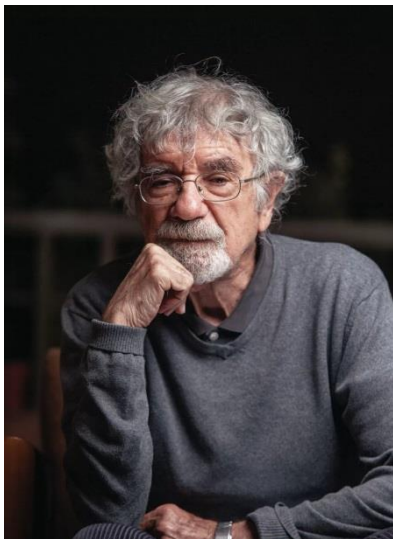
Все объекты Реальности образуют «дуал» - супервентное отображение своих физических составляющих в ментальное целостное

Примеры супервентности: 1) **отсутствие различий в компьютерной программе** при отсутствии различий в аппаратной конфигурации компьютера; 2) **отсутствие различий в экономике** при отсутствии различий в поведении экономических агентов.

Жизнь как процесс представляет собой процесс по-знания. Познанным можно считать лишь то, что логически доказуемо, осознано (закодировано с помощью понятий) или вычислимо.

«Биология познания» (1970)

Умберто Матурана:



Современная парадигма компьютерных наук основана на понятии «**вычислимо**» и «**доказуемо**» которые следуют формальным законам математической логики:

- если что-либо доказуемо, то оно истинно;
- логическое противоречие недоказуемо .
- если высказывание истинно, то неверно, что его отрицание также истинно

Ключевым понятие, которое из сферы психологии перешло в сферу компьютерных наук – есть **знания**.

Онтологии – структуры, описывающие знания

Онтология – как спецификация концептуализации»

Н. Грубер, 1992

«Логика» компьютерных наук:

- «существует» то, что можно представить с помощью **вычислений** (what "exists" is that which can be represented).
- Если «объект» или «процесс» существует, то они в со-знании субъекта «имеют» имя, представленное в «толковом» (human-readable text) словаре, объясняющим значение понятия, которое обозначено этим именем (reflected in the representational vocabulary)
- Взаимодействие объектов может быть или природным феноменом или основано на знаниях. В последнем случае взаимодействие начинается с синхронизации «общего» словаря, с помощью которого **согласованным и последовательным** образом формируются ответы на запросы с помощью слов, входящих в общий «толковый» словарь.

Физический vs Ментальный гештальт (целостный объект)

- Не всякое **движение** порождает физическую реальность. Так совокупность **кадров «кино-реальности»** не порождает физических явлений, потому, что «энергетически» такое движение не замкнуто, Однако.... «кино» оказывает информационное воздействие на тех, кто эту информацию способен воспринимать и затем «перевести» в физическое действие.
- Итак, изменение физической реальности возможно как в следствии «физических сил или **причин**», так и путем передачи чисел - **информации**. В последнем случае **необходим субъект, способный воспринимать информацию**. Такой субъект должен быть наделен не только не только физической или «инерционной» памятью (сохранять направление движения как проявление свойств инерции), но и способностью не к «инерционному», а к целенаправленному «движению» на основе обработки чисел-информации, хранящейся в форме кода или мема «оперативной памяти».

Физика вычислительных процессов: все ли можно измерить и вычислить

«Истина всегда рождается как ересь, а умирает как предрассудок»
(Гегель).

Вопросы физика:

Можно ли то, **чего нет** физически, представить с помощью цифровой «модели» ?!

Да – например, число « π »

Если процессы обладают нулевой энергией то можно ли их измерить ?!
(«нуль» – это, либо нечто, либо разность двух одинаковых количеств)

Согласно современным представлениям физики - виртуальные частицы с нулевой энергией наблюдать нельзя. Но они могут оказывать действие на внесённые в физический вакуум реальные объекты. Это воздействие нефизическое, а информационное .

Сознание – суть использование информации для **материализации знаний**

Виртуальные объекты и подходы к их координатизации

Все числа состоят из некоторого количества единиц»

Диафант

Под числом мы понимаем не столько множество единиц, сколько отвлеченное отношение какой-нибудь величины к другой величине того же рода, принятой нами за единицу.

Ньютон

Идея координатизации - «**датафикации мира**» основана на гомоморфизме реальности и множества «число-подобных» объектов – носителей операций для описания свойств физических объектов или процессов

- «Координаты» объектов – это суть числа, которые должны обладать некоторыми свойствами общего характера, вытекающими из принципов:
 - Индивидуализации
 - Абстракции (обобщения)
 - Порождающих операций (сложение, умножение, ...)

Ментальная реальности –с чем «работает» сознание

Все есть число

Пифагор
(2000 лет назад)

Истина в неполноте

Гедель
(100 лет назад)

It from bit

Арчибальд Уильер
(50 лет назад)

Любые вычисления рассматриваются как физический процесс над носителями информации. Результат вычислений - ментальная (виртуальная) реальность, существующая, в силу принципа дополненности, одновременно в физической и информационной формах. Между физической и информационной формах реальности нет изоморфизма или взаимно однозначного отображения – информация теряется, энергия рассеивается.

Прямое восприятие знаний как вид высших умственных отношений стоит на базе операций, которых **не «координатизируются»**, а именно для операций:

- качественное сравнение
- анализ,
- синтез,
- индукция,
- дедукция.

нельзя ввести свойства **гомоморфизма**, следовательно нельзя построить ядро гомоморфизма, ввести понятие идеала, модуля (обобщения векторного пространства) и пр. Машин Тьюринга не является носителем этих операций.

Заключение

Путь от данным к информации и далее к знаниям лежит через редукцию когнитивных процессов к цифровым вычислениям. В этом процессе отражается тройственность суть знаний, то есть «знания»:

- суть информационный процесс (надо передавать)
- способ записи экстенционала свойств («надо хранить»)
- характеристика интенционала понятий («смысл» описания)

Вопросы:

- Как число может характеризовать экстенционал (денотат) объекта ?
- Каким образом словами и числом выразить интенциональную характеристику (концепт) объекта ?
- Согласно теореме Геделя формальная система – неполна или противоречива. Может ли формальная система быть «целостной» ?