



КАФЕДРА
ТЕЛЕМАТИКА

Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

Введение в профессиональную деятельность

Лекция 8
От физического феномена к
данным и информации

СПб,
3 апреля, 2018 г.

Что обсуждали на прошлой лекции

- Всё, что человек **знает и понимает** об объектах Природы, дано ему в сознании. Процесс понимания через «датафикацию» (Data Science) становится глобальным трендом. **Знания** о свойствах наблюдаемых феноменов формируются на основе информации, полученной от органов чувств (ощущения, аналоговые данные) и компьютеров/приборов (цифровые данные)
- «Цифровая трансформация» **знаний** в рамках феноменологического подхода (понимание на основе наблюдений) к описанию объектов Природы основа применения компьютерных технологий. Феноменология не ставит своей задачей объяснить причины, лежащие в основе наблюдаемых явлений или связать их с общими законами Природы. Цель – **прогнозирование** развития наблюдаемых процессов
- Результаты компьютерных измерений или цифровые данные, имеют принципиально вероятностный характер, поэтому доступное человеку «цифровое» описание реальности по своей сути является информационным.
- Устойчивые информационные связи (информационный пепел реальности) , существующие на разных уровнях описания Природы (как на квантовом уровне, так и на макроскопическом уровне), открывают возможность познания на основе цифровых компьютерных моделей.

Феноменологический vs физический подходы к описанию

3

Феноменологический подход - это построение моделей процессов и явлений непосредственно на основании имеющихся данных (макромоделирование) .



Для ЭТОГО: Необходимо разделить два уровня описания - физический (понимание) и феноменологический (знание)

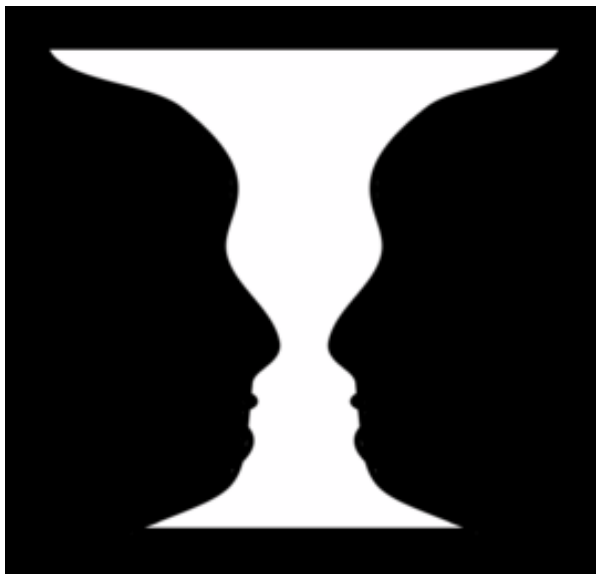
Принципы:

Причинный редукционизм: описание процессов на макроуровне можно объяснить исключительно как феномен свойств процессов микроуровня

Системная сложность: на макроуровне проявляются свойства самореализации, которым не соответствуют физическим свойствам процессов, характерных для микроуровня. Это приводит к тому, что у системы как целого появляются свойства, которые у отдельных ее частей **отсутствуют**.

Целостное восприятие физического феномена

Определение: Модель феноменологическая — модель, охватывающая набор наблюдаемых явлений, которую можно использовать для прогнозирования. При этом не ставится целью объяснить причины, лежащие в основе наблюдаемого явления или связать его общими законами Природы



Материя проявляет себя феноменально как посредством механического движения, так и посредством формы существования

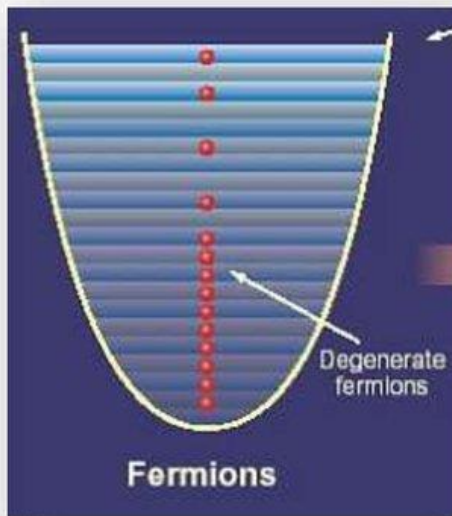
Феноменология физических законов или знание без свойств без понимания причин

5

Статистика Ферми-Дирака

$$f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} + 1}$$

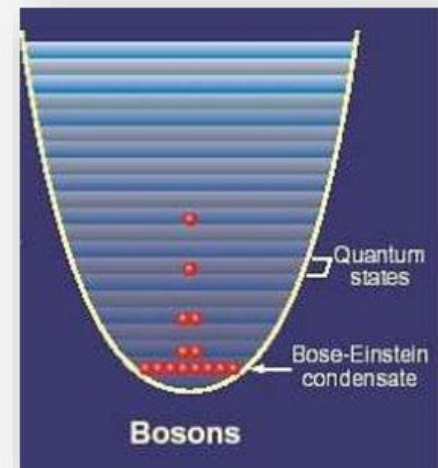
Спин - полуцелый



Статистика Бозе-Эйнштейна

$$f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} - 1}$$

Спин - целый



Проблема конечности описания и бесконечного разнообразия возможностей



- 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.

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

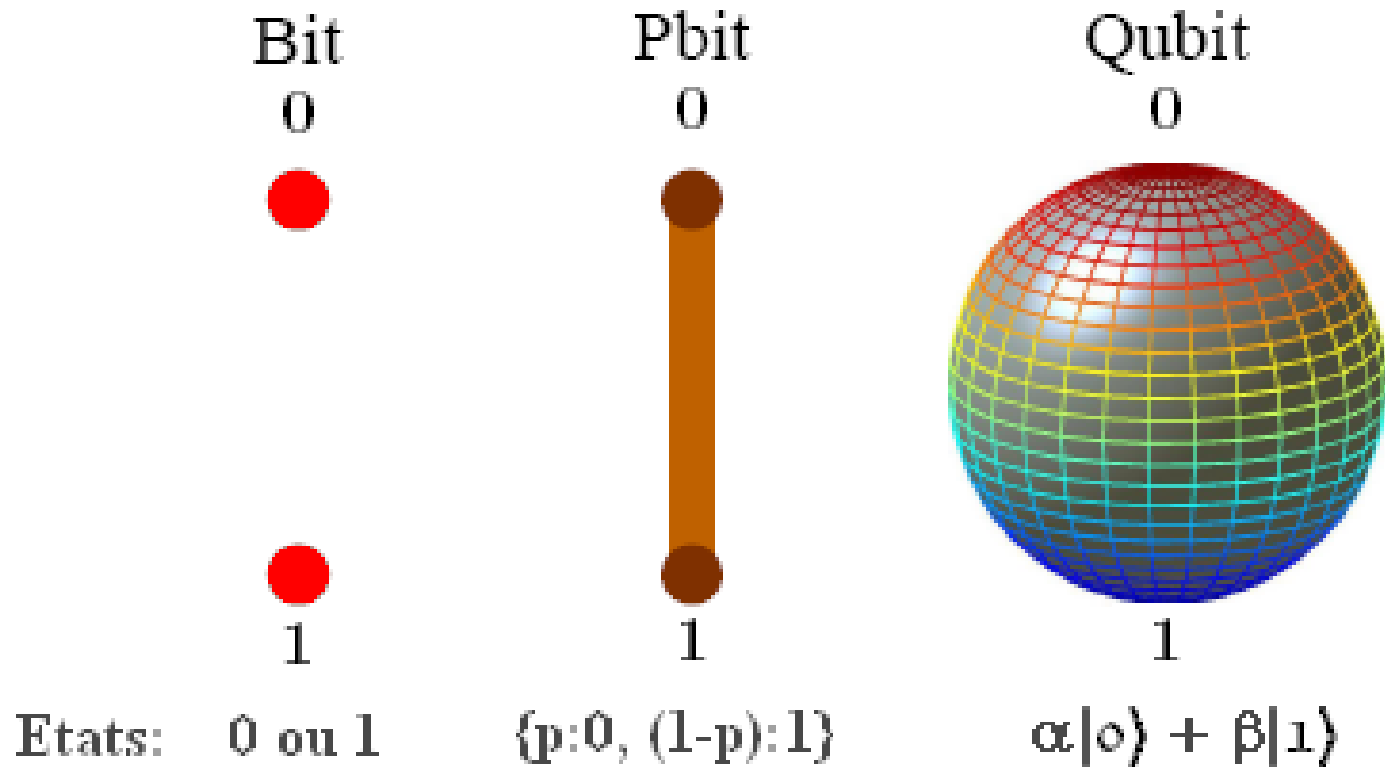
- В классической физике **ДЕЙСТВУЕТ ПРИНЦИП «достаточного основания»** - **причины и следствия** движения системы детерминированы и количественно связаны (обратимы). Такая обратимость есть одна из форм симметрии. В результате на траекториях движения обратимой физической системы выполняются «законы сохранения», а динамика системы «подчиняется» математическим уравнениям, которые сформулированы относительно параметров, входящих в законы сохранения (инварианты).
- Физическая реальность порождает процессы, которые на быденном масштабе наблюдения можно рассматривать как непрерывные. Поэтому вполне корректно описание. Основанное на понятии «асимптотической сходимости конечной разности», т.е. приращения наблюдаемой функции к приращению аргумента $\Delta x / \Delta t$.

Предел этого приращения называется «производная».

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».

Результат вычислений - это числовой код, содержащий конечное число символов (мемов).



Числа для выражения «экстенсивных» и «интенсивных» величин

Физическая величина называется :

экстенсивной, если величина её числового значения складывается из величин для подсистем, из которых состоит система (например, объём, вес);

интенсивной, если величина её значения не зависит от размера системы (например, температура, давление).

От некоторых экстенсивных величин образуются производные величины:

удельная величина — это величина, делённая на массу (например, удельный объём);

молярная величина — это величина, делённая на количество вещества (например, молярный объём).

Пример интенциональных данных: комплексные числа

Интенциональное значение – это смысл некоторых данных. Эти данные фиксируют закономерности, которые формируют **структуру данных (некий гештальт)**.

Простейшей структурой является **вектор**. Квадрат модуля суммы $w+z$ двух векторов - комплексных чисел w и z , дается с помощью «поправочного коэффициента связанности», а именно:

$$|w + z|^2 = |w|^2 + |z|^2 + 2|w||z|\cos(q),$$

где q – угол, образуемый направлениями на точки z и w из начала координат на плоскости Аргана (система координат Декарта). «Смысл» можно трактовать как направление вектора.

Именно поправочный коэффициент $2|w||z|\cos(q)$ характеризует смысл и **информационную связанность** двух значений рассматриваемой интенциональной переменной - вектора.

Поправочное интерференционное слагаемое не проявляется, если субъект обладает **информацией** («знанием») о траектории движения.

Физика вычислительных процессов: все ли можно измерить и понять

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

Вопросы от «классического» физика:

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

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 .

Итак, феноменологические законы «реальной» физики имеют «масштабы», а пространство, где эти процессы протекают, может обладать как метрическими свойствами. Информация о физических процессах является носителем экстенциональных (феноменологических) и интенсиональных (причинных) свойств, которые можно не только измерить, но и вычислить.

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.

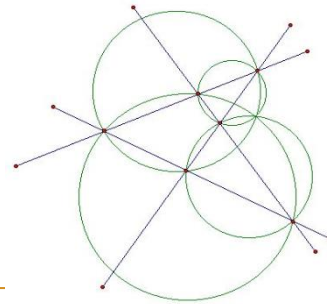
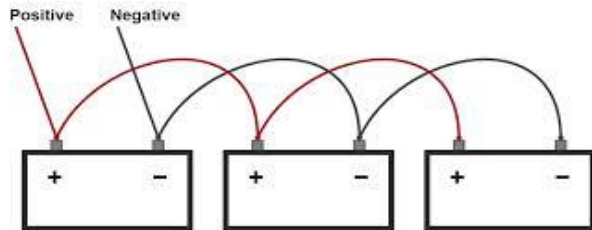
Ньютон

Идея координатизации - «датафикации мира» основана на гомоморфизме реальности и множества «числоподобных» 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, ...)

Конструирование новых «чисел» - координат

- Новые типы «**координатизирующих**» величин создаются на основе принципов, изучаемых в алгебре. Для этого требуется:
 - Создание нового класса алгебраических объектов
- Классы задаются на базе выбранной группы аксиом, которая допускает много «физических интерпретаций» - сумма напряжений – это параллельное соединение источников питания.



Требования к системам координатизации

Принципы построение «объектов» для координатизации :

1. задано «несущее» множество , из элементов которого могут быть построены объекты для координатизации
2. Задано множество «операций», над элементами
3. Применяя «операции» к элементам множества можно «строить» новые элементы-объекты для координатизации изучаемых объектов.

Какие могут быть множества, элементы которых используются для координатизации ?

Элементы для координатизации

ПОЛЕ. Множество, на котором определены две операции «сложение» $a+b$ и «умножение» $a \cdot v$, причем $a+b=v+a$, $a \cdot v=v \cdot a$. Существует элемент «1» и «0», такие что $a \cdot 1=a$, $a+0=a$, имеет элемент a^{-1} такой что $a \cdot a^{-1} = 1$, $a+0=a$.

Поля K и K' могут быть «изоморфными» – их таблицы «умножения» и «сложения» совпадают

КОЛЬЦА. Тоже, что и «поле» за исключение требования существования a^{-1}

Коммутативное кольцо целых чисел \mathbb{Z} ,

Кольцо многочленов $A[x]$ с коэффициентами в кольце A

Целостное кольцо: $a \cdot v=0$ если $a=0$ или $v=0$, причем $0 \neq 1$

Свойства систем координатизации: гомоморфизмы

Гомоморфизм – это отображение $f: A \rightarrow B$ кольца A в кольцо B такое, что:

$$f(a+b) = f(a) + f(b)$$

$$f(a * b) = f(a) * f(b)$$

$$f(1_A) = 1_B$$

Пример. Если x_0 точка на кривой C , то сопоставление каждой функции $K(C)$ ее значения в точке x_0 определяет гомоморфизм $K[C] \rightarrow K$.

Значение функции в точке можно интерпретировать как гомоморфизм, поэтому коммутативное кольцо может быть интерпретировано как кольцо функций на множестве, точки которого соответствуют гомоморфизмам исходного кольца в поле.

Итого: каждый геометрический объект координатизируем некоторым кольцом функций на нем и

Любое кольцо координатизирует какой-то геометрический объект.

Операции, которые «пока» не могут быть строго алгебраизированы

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

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

Для этих понятий нельзя ввести свойства гомоморфизма, следовательно нельзя построить ядро гомоморфизма, ввести понятие идеала, модуля (обобщения векторного пространства) и пр.

Заключение

Путь от физического феномена к данным и информации лежит через процессы наблюдения и вычисления. Понятию информации тесно связано со свойствами «числа» как координаты в системе описания физического феномена. В этом понятии присутствует некая тройственность:

- число рассматривается как некая информационная единица
- число рассматривается как способ записи экстенциональных свойств («вес» объекта)
- число как код записи интенциональных свойств («смысл» описания)

Можно показать, что позиционное представление числа равнозначно всем другим представлениям чисел, но не может однозначно передать семантическую характеристику объекта.

Любая компьютерная арифметика на регистровом уровне реализуется над вычетами, как целыми числами, которые не должны выходить за «диапазон» $Z_N = \{x \text{ из } Z, \text{ где } 0 < x < N\}$