



Санкт-Петербургский  
Государственный  
Политехнический  
Университет

Институт прикладной  
математики и механики

КАФЕДРА  
ТЕЛЕМАТИКА

# Управление исследовательскими проектами

## (Методы исследовательской работы)

**«Исследования как результат  
«интеллектуальных» усилий  
(занятие 3)**

---

19 сентября  
2023 г.

# на прошлой лекции обсуждали: «информационное» вмешательство в физику

Итак, если **информация** включается в общее **описание целостной системы**, то оказывается, что

- Одна и та же система **может проявлять** («демонстрировать») **свои различные физические свойства** в зависимости от имеющейся у «наблюдателя» о ней информации (например, может использоваться для того, чтобы совершить работу )
- Мера объема **информации, которая заключена в системе**, может быть (должна быть) согласована с фундаментальными физическими **понятиями, такими как материя, энергии и энтропии**
- Информация как атрибут наравне с физическими характеристиками объекта ( длина, ширина, вес...) должна учитываться в моделях взаимодействия изучаемого объекта с внешней средой.

- 1) Проектирование как физический процесс, протекающий в мозгу человека или компьютере под управление некоторой цели, алгоритма или случайного выбора из возможного
- 2) требует затрат энергии, которая тратится на то, чтобы состояние системы (процессор-память) перевести в одно из возможных равновесных состояний, в котором целевой алгоритм завершает работу и выполняет команду «стоп».
- 3) В отличие от «компьютерных процессов» процесс проектирования требует не только результата, но и его «объяснения» —наделение полученного результата смысловым содержанием, что позволяет интерпретировать результат с помощью расширенной (цель+ алгоритм + внешняя среда) модели спроектированной системы.
- 4) *Объяснение – это удел не математики, а «более содержательных» наук, в которых используемые понятия имеют имплицитный характер то есть явный материальный носитель).*
- 5) В рамках существующей парадигмы научных знаний можно рассчитать траекторию движения брошенного камня в гравитационном поле Земли по «формулам», но мы не можем рассчитать траекторию движения живого кота при его прыжке с дивана к миске с едой. Фундаментальный вопрос научных проектов: объяснить в чем принципиальная разница между этими возможностями – расчетом и пониманием ?

# Этапы процесса «управления техническими проектами»

Технический проект — это **набор документов**, которые содержат **окончательные технические решения**, необходимые для реализации конкретного проекта. **Этапы реализации:**

- календарно-сетевое планирование и управление, использующее методы теории графов;
- методология управления проектами, отражающая успешный опыт реализации проектов ;
- механизмы управления проектами - методы (процедуры) принятия управленческих решений, основывающиеся на разработке и анализе математических моделей организационного управления проектами
- методы и средства автоматизации управления проектами -

Это **процесс**, который объединяет принципы управления и методы научного исследования.

Этапы:

- Стратегическое планирование, которые включают в себя цели и задачи научных исследований, а также приоритеты и направления развития научной деятельности.
- Управление рисками: научные исследования часто связаны с **определенными рисками**, такими как неопределенность результатов или обеспечение финансирования, поэтому управления рисками, что позволяет уменьшить их негативное влияние и **повысить вероятность достижения** поставленных целей.
- Координация работы команды: определение ролей и обязанностей каждого члена команды и контроль выполнения задач, что позволяет сократить временные затраты и снизить риск конфликтов.

# С чего начинается процесс «научного проекта»

**Цель:** получение новых знаний об объекте проектирования, которые должны отражать целевые ограничения на ресурсы, бюджет и время реализации

**Задачи :** определить сущность проблемы, рассмотреть перспективы. Учесть специфику проекта и формализовать модель «**пространства возможностей**»

**Объект** проектирования отвечает на вопрос «что»

**Предмет** проектирования: отвечает на вопрос «как»

управление проектом - это методология организации, планирования, управления и координации ресурсов на протяжении **жизненного цикла** проекта (что же такое «жизнь» научного проекта !???)

Каким бы сложным ни был научный проект, конструкция и технология изготовления нового прибора все они могут быть описаны конечным числом понятий и значений некоторых параметров (эксплицитные знания), численным образом представляющих конструкцию и материалы отдельных частей проектируемого объекта, их взаимное расположение, особенности технологии, допуски на изготовление и другие.

Процесс научного проектирования начинается с разработки модели **перехода от известных заданных значений** элементов вектора входных воздействий  $X$  параметров  $A$  объекта к неизвестным (определяемым в процессе проектирования) значениям элементов вектора **выходных признаков  $Y$  (свойств) объекта** проектирования:

$$f(X, A) \rightarrow Y \text{ (прямая задача)}$$

Задача проектирования как процесс нахождения значений параметров объекта, обеспечивающих **заданные характеристики прибора  $Y^*$** , является обратной задачей, имеющей множество решений в «пространстве возможностей»....!?

# Абстракция «Жизнь проекта» объяснения сделанного выбора в «пространстве возможностей»

Пример: имеются два «сообщения», которые порождают разные события :

$$1+2 \Rightarrow 3$$

$$1+2 \Rightarrow 0$$

Какой объем информации эти сообщения содержат ?

**Формально:**

1. Если **вероятность** того, что получение сообщения «**1+2**» порождает событие «**три**» есть «достоверность», то .... объем информации этого сообщения по Шеннону равна **=0**.
2. Если вероятность того, что сообщение «**1+2**» порождает событие «**нуль**» равна  $\frac{1}{2}$ , (сбой процессора – ошибка), то объем информации по Шеннону равен **=1** [  $I = -\log(p)$  ]

**«интеллектуально»** - значит с учетом «пространства возможностей» то есть за формальной «за границей условий задачи»:

**Например.** Если вероятность того, что сообщение «**1+2**» порождает событие «**нуль**», которое **с определенной вероятностью** есть «достоверность», то это значит, что вычислительная система работает **в троичной системе счисления**.

**Комментарий**.... в самом сообщении «1+2» ни каких данных о системе счисления нет. Объявление, что система **м.б. троичная**, это «интеллектуальное»



# Пример интеллектуального дополнения к вопросу: почему «маленькие» числа $<1$ в маленьких степенях возрастают?

**логарифм и возведение в степень** –  
противоположные действия, т. е.  $x = e^{(\ln x)}$ .

$$0.5^{0.5} = 0.7071067811865476$$

$$0.5^{0.3} = 0.8122523963562356$$

$$0.5^{0.3} = 0.9330329915368074$$

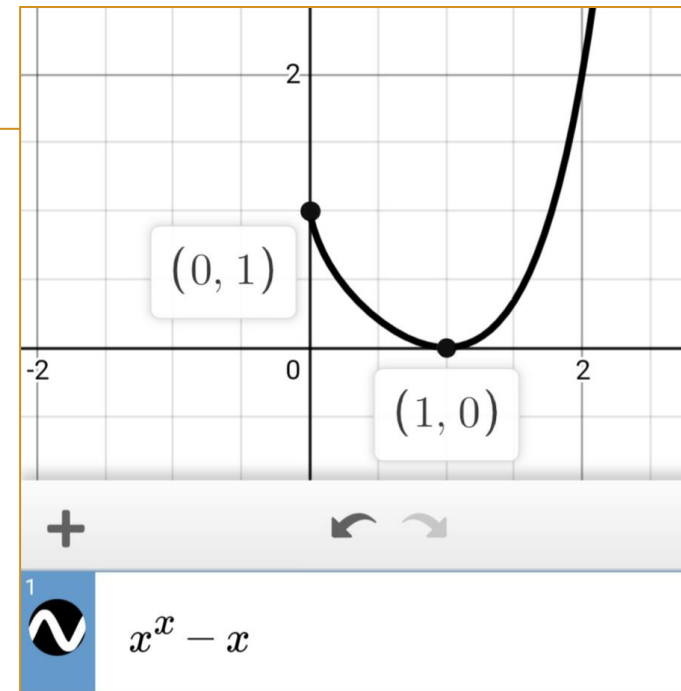
Рассмотрим функцию  $x^x - x$ ,  
вычислим ее производную

$$\frac{d}{dx}(x^x - x) = x^x(\ln x + 1) - 1$$

Единственный корень  $x=1$  в этой точке достигается

$$\min(x^x - x) = 1^1 - 1 = 0$$

$$\Rightarrow x^x - x \geq 0 \Rightarrow x^x \geq x$$



Где «храниться»  
интеллектуальное  
«дополнение» к задаче ?

# Понимание проблемы – суть научного проекта

**Объяснение это** процесс «**объективизации**» полученной информации с учетом имеющихся эксплицитных или имплицитных знаний .

Объяснения как результат вычислений - в силу принципа **дополнительности**, существуют как в физической, так и в информационной формах.

Между объектами физической и информационной реальности нет **изоморфизма** - взаимно однозначного отображения – корректность валидируется через **сознание/понимание**.

# Пример: использования понятий «информация», «энтропия» и «энергия»

«шлюз» И»

Вход		Выход
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

«шлюз ИЛИ»

Вход		Выход
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Информационная энтропия по Шеннону  $I = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$

Пусть на входе электронного устройства - «гейта» имеется 4 **равновероятных** состояния

Тогда, **входная** информационная емкость (энтропия) гейта  $I_{in} = 2$  бита

На выходе гейта: состояние 0 появляется с вероятностью  $3/4$ , а состояние 1 - с вероятностью  $1/4$

**Выходную** информационную емкость гейта можно оценить так:  $I_{out} = -[(3/4)\log_2(3/4) + (1/4)\log_2(1/4)] = -[(3/4)\log_2 3 - (3/4)\log_2 4 - (1/4)\log_2 4] = -(3/4)\log_2 3 + 2$

Информация в выходе гейта **теряется**:  $(I_{in} - I_{out}) = (3/4)\log_2 3 = 1.1887$  бит, а в самом гейте энергия **рассеивается** :

$$\Delta E = kT \ln 2 \cdot (I_{in} - I_{out}) = kT \ln 2 (3/4) \log_2 3 = 0.824 kT$$

# Фундаментальная проблема современных научных знаний: неполнота формальных моделей

## **Первая Теорема Геделя:**

если формальная арифметика непротиворечива, то в ней существует невыводимая и неопровержимая формула

## **Вторая Теорема Геделя:**

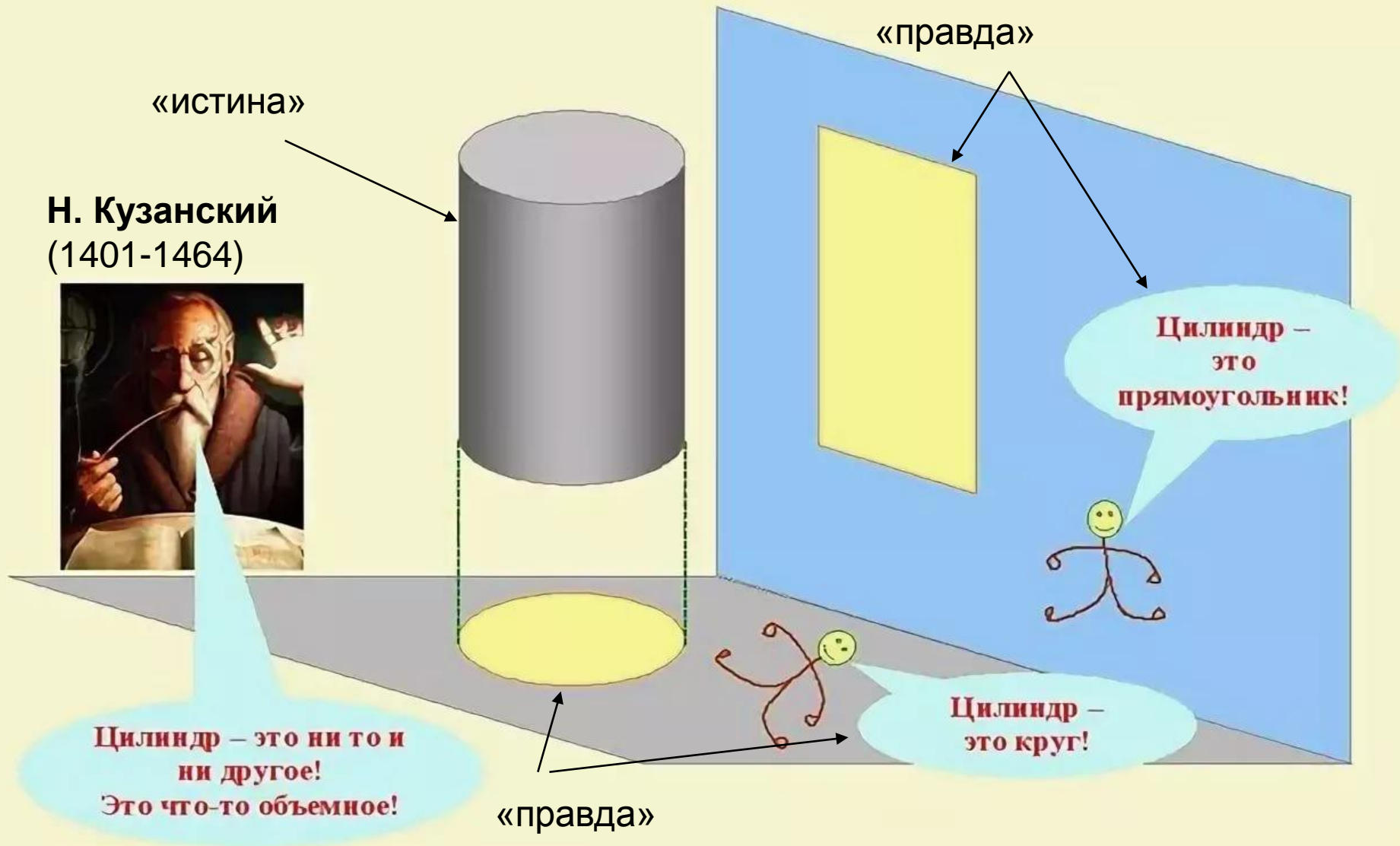
если формальная арифметика непротиворечива, то в ней невыводима некоторая формула, содержательно утверждающая непротиворечивость этой арифметики

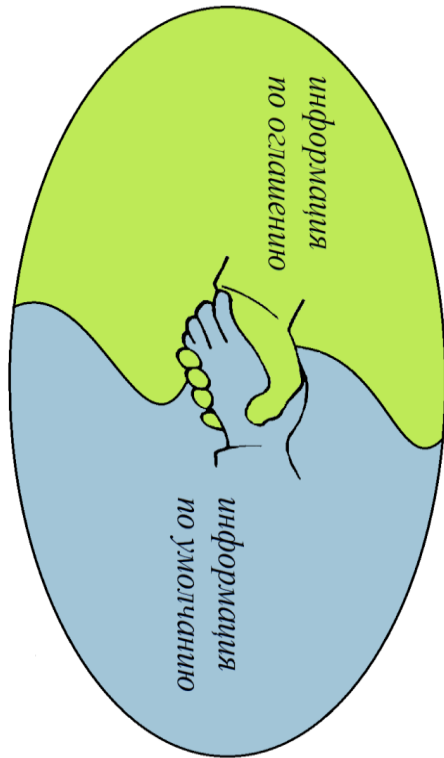
## **Вывод:**

Арифметизация Природы как целостной системы невозможна

В основе фундаментальных научных знаний/проектирования лежит процесс т.н. АБДУКЦИИ (от лат. abduction — отведение) — способ поиска правдоподобных объяснительных гипотез достижения целей

# «Истина в неполноте » и... формально не выражима Гедель





### Принцип неопределенности Гейзенберга -

чем точнее измеряется одна характеристика частицы, тем менее точно можно измерить вторую. Соотношение неопределённостей **применим к каждой паре сопряжённых** (неразрывно **связаны**, например, **ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ** Фурье: время / частота) **переменных** и задаёт нижний предел для произведения среднеквадратичных отклонений пары квантовых наблюдаемых

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$$

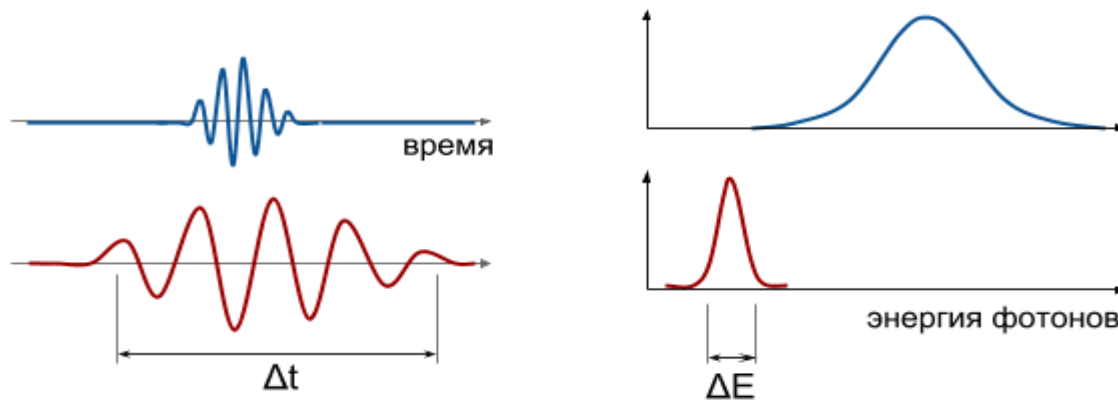
### Принцип дополнительности (комплементарности) Бора -

для полного описания (квантовомеханических явлений) необходимо применять два взаимоисключающих («дополнительных») набора классических физических понятий, совокупность которых даёт **исчерпывающую информацию** об этих явлениях **как о целостных (состоявшихся) событиях**

# Суть соотношения неопределенностей

Призрачно всё В этом мире бушующем,  
Есть только миг, За него и держись. ...

Слова: Дербенев Л.  
Музыка: Зацепин А.



Соотношение неопределенностей энергия–время для фотонов: **чем короче световой импульс, тем больше разброс энергий у фотонов:**  $\Delta t \cdot \Delta E \sim \hbar$ , где  $\hbar$  — постоянная Планка,  $\hbar \approx 10^{-34}$  Дж·с.

Чтобы «реальность» длилось время  $t$ , нужно, чтобы «реальность» обладала энергией как минимум равной  $\hbar/t$ .

# «Интеллектуальное» вмешательство в физическую реальность (информационная инерция и ретропричинность)

Если **информация** включается в общее **описание состояния системы** наравне с ее физическими параметрами, то оказывается, что

- Одна и та же система **проявляет различные физические свойства** в зависимости от имеющейся информации (в одном случае она способна совершить работу, в другом – нет).
- Мера **информации** оказывается согласованной с общефизическими **понятиями энергии и энтропии** (некаузальное влияние будущего на настоящее)
- **Принципа Ландауэра**: любая неслучайная комбинация битов может быть использована для **производства работы**.
- Информация как атрибут реальности наравне с его физическими параметрами (размер, вес...) должна входить в модель Мира.



- Пространство состояний «интеллектуального субъекта» участвующего в научном проекте - шестимерно и расслаивается на два подпространства «трехмерное пространство» и «трехмерное время – прошлое, настоящее, будущее» :  $L^3T^3$ .
- «**прошлое**» или опыт «записан» как патерны в нейросетях мозга составляя программу «восприятие/действия/реакция», которые образуют наше восприятие **мира** в целом и его конкретные объекты в частности.
- «**настоящее**» – определяется законами физики
- «**будущее**» вычисляется в нейросетях мозга как решение «обратной задачи» – построение алгоритма достижения намеченной цели, который, гарантируя безусловную безопасность субъекта, цель достигает с вероятностью  $<1$ .

**Итого:** в большинстве случаев мы воспринимаем реальность не такой, какая она есть, такой как она «интерпретируется» (фильтруется) нашим сознанием на основе патернов (**образов**), **сформированных предыдущей опытом деятельности.**

# Научное проектирование как процесс согласования решения «прямых» и «обратных» задач

18

Прямые задачи – **расчет** по формулам

Обратные задачи – **понимание** формул

Фундаментальная проблема научного проектирования :

Существующая стандартная модель квантовой физики в принципе способна описать только 4 % материи во Вселенной. Остальные 96% - на треть **темная материя** и на **две трети темная энергия**.

**Почему так:** в основе общепринятой научной доктрины две основные научные теории, противоречат (антагонистичны) друг другу – квантовая механика (КМ) и общая теория относительности (ОТО).

Суть ОТО: «Масса «говорит» (**каким образом???**) пространству-времени как «изгибаться», порождая силу тяготения, а пространство-время **«говорит»** массе как двигаться.»

**Джон Уиллер**

Суть КМ: квантовом мире действует принцип неопределенности Гейзенберга, частицы взаимодействуют друг с другом при помощи виртуальных частиц – переносчиков взаимодействия, способных на короткое время нарушать закон сохранения энергии.

**Р. Фейнман**

# Соотношение «реальность vs виртуальность»

Из соотношения неопределенности Гейзенберга следуют радикальные выводы:

- существуют «виртуальные» объекты физической реальности, которые не могут быть зарегистрированы или измерены классическими измерительными приборами, например, счётчиком элементарных частиц, но только с «их помощью» возможно **«физически» объяснить процессы переноса энергии и законы сохранения.**
- Итак, **скорость и масса виртуальных частиц** не имеет физического смысла, но они ... есть объекты научной (понимаемой) «модели» реальности.
- Виртуальные процессы, которые происходят **в промежутки времени порядка  $10^{-24}$  сек**, и в силу соотношения неопределенности для энергии и времени **принципиально не могут наблюдаться.**
- Виртуальные частицы и процессы «не наблюдаемы», образуя **«вакуум»** физической реальности, которые **сейчас составляют «научную модель (картину) мира».**

«Вакуум» понимания: «Истина всегда рождается как ересь, и умирает как предрассудок» (Гегель).

Сколько событий, которые есть часть физической реальности, но имеют **вероятность равную «ноль»** ?

Итак, законы «реальной» физики имеют «масштабы», а вычислительные модели «абсолютны». Числа и виртуальные частицы являются переносчиками взаимодействия «физического вакуума» - того, что не возможно измерить....но можно понять.

Термин "физический вакуум", можно трактовать как средоточие виртуальных объектов, непрерывно рождающихся на короткие мгновения и тут же исчезающих квантовых флуктуаций.

Квантовые флуктуации вакуума создаются нулевыми колебаниями электромагнитного поля, ... Хотя «ноль» не наблюдаем, но виртуальные частицы могут оказывать действие на внесённые в вакуум **реальные объекты**.

# Место в научной картине Мира, куда нужно/можно поместить «сознание» и интеллект

«Согласование различных теорий принято называть перенормировкой., Количественные совпадения расчетов и данных экспериментов не дает нам права утверждать, что та или иная теория формально консистентная (непротиворечивая). Удивительно, что до сих пор толком не удалось это доказать. Я думаю, перенормировка не может считаться верным решением с точки зрения математики».

Р. Фейнман

При изучении физики процессов на особо малых (планковская длинна) или особо больших расстояниях (парсеки) открытые законы перестают работать. Итого: Современная научная картина мира — это смесь догадок и противоречивых умозаключений, например:

$$0^0=1 !?$$

# Удивительный парадокс!



Итак, существуют **неизмеримые множества**, которые не имеют объёма, если под объёмом мы понимаем то, что обладает свойством аддитивности, и предполагаем, что объёмы двух конгруэнтных множеств совпадают



# Что не так с формальным логическим выводом ?

23

АБДУКЦИЯ (от лат. abduction — отведение) — способ рассуждения, ориентированный на поиск правдоподобных объяснительных гипотез

## Пример абдукции

**Посылка 1:** Все тигры с четырьмя лапами

**Посылка 2:** Собака имеет четыре лапы

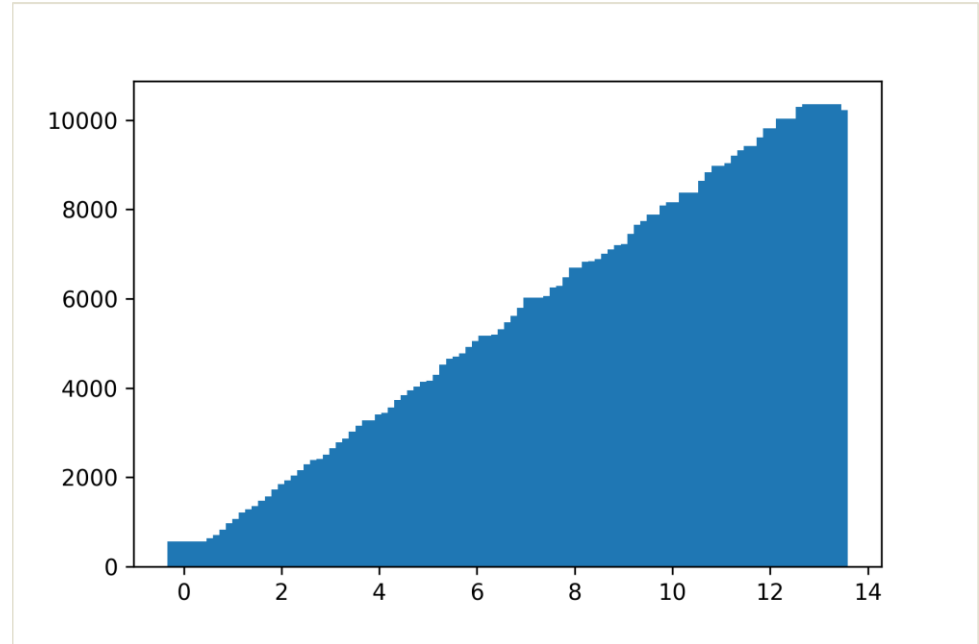
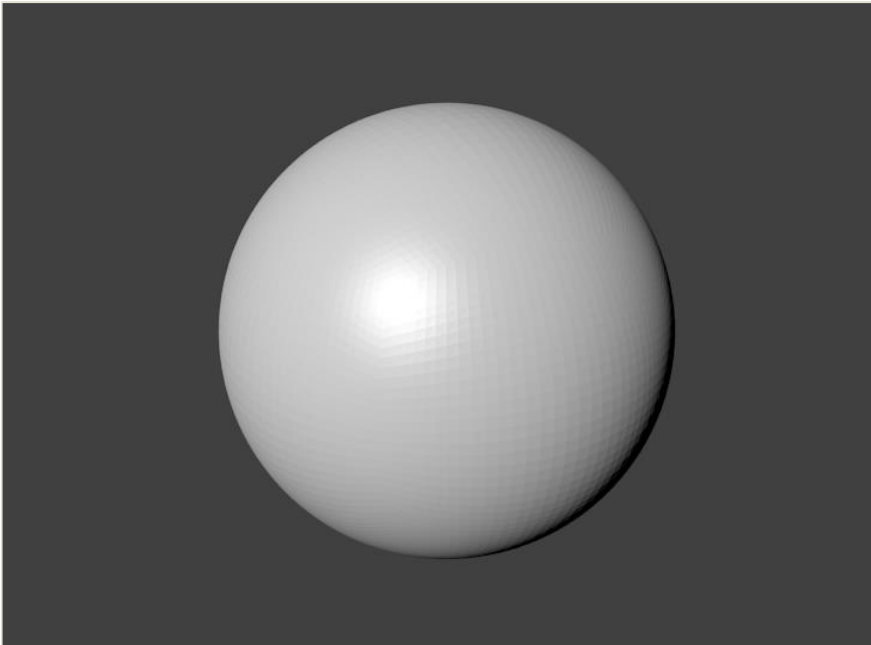
**Заключение:** Собака – это тигр



=

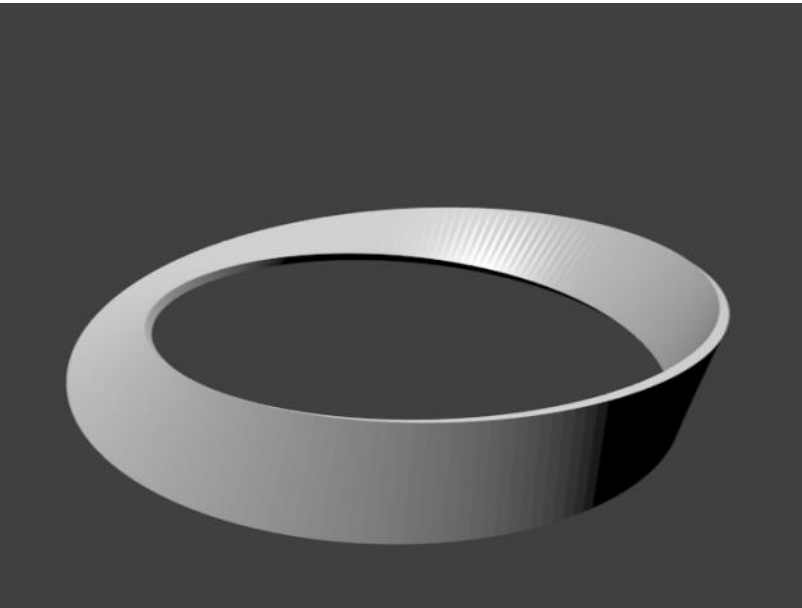


# Теория сравнения: 3D объекты и их 2D инварианты



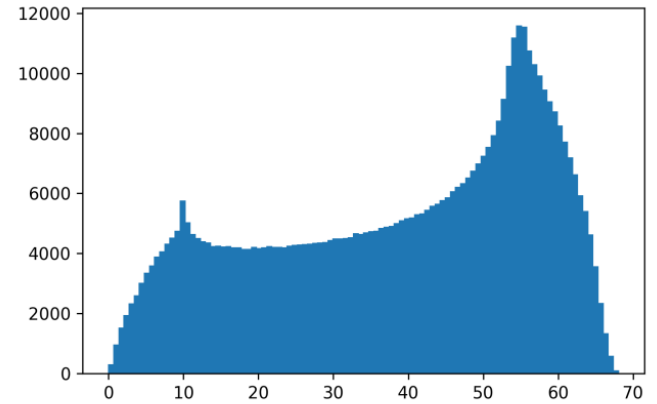


# 3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



$m=8$

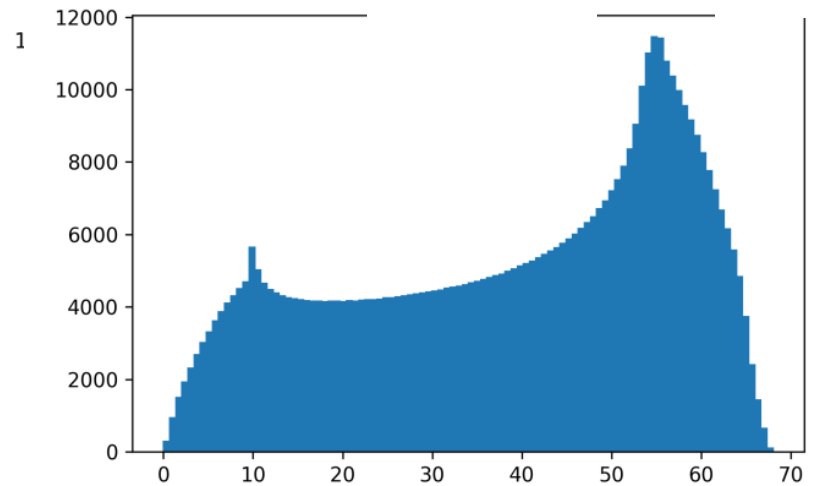
$n=100$



1

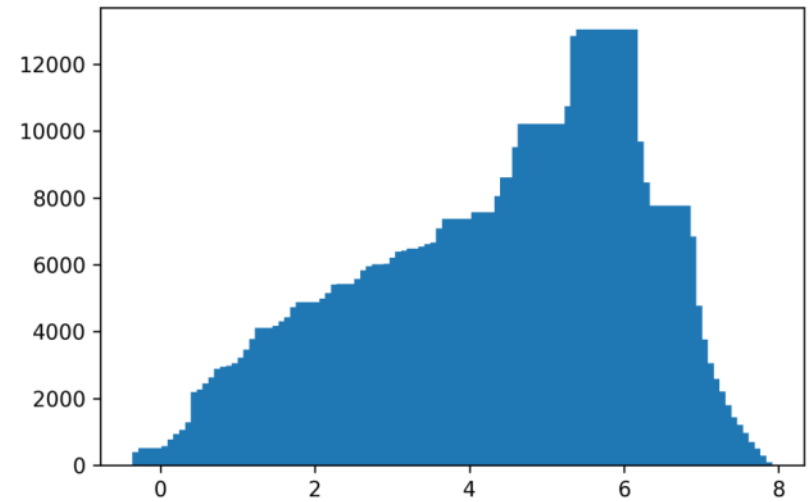
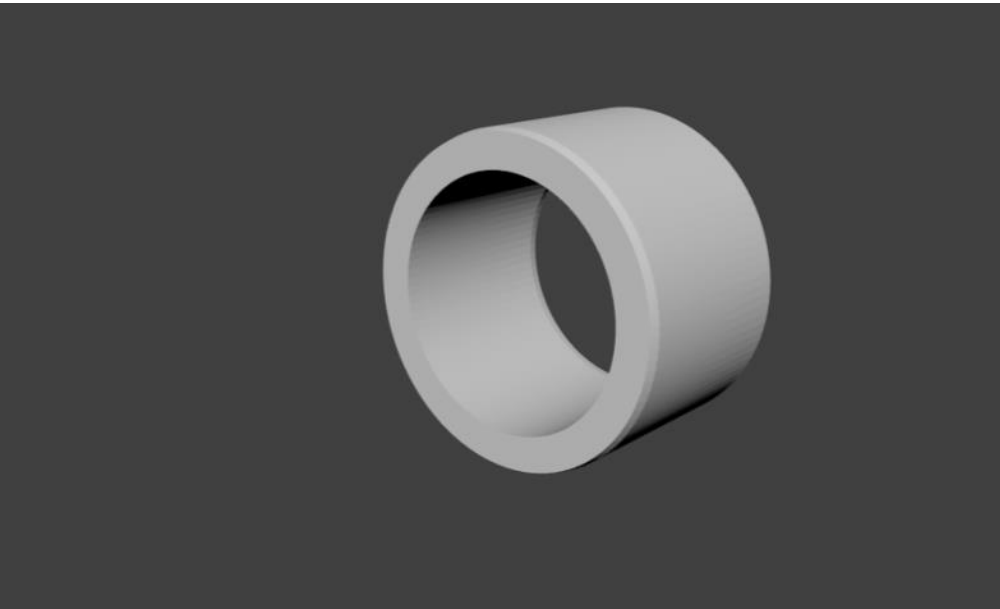
$m=100$

$n=100$



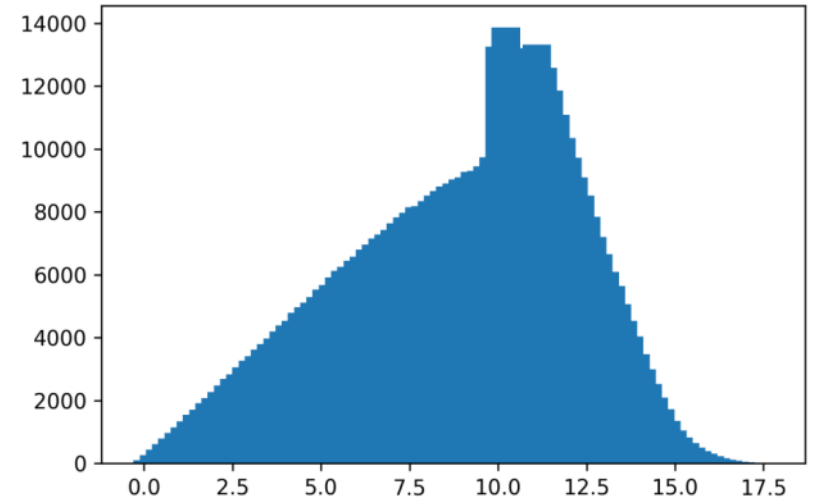
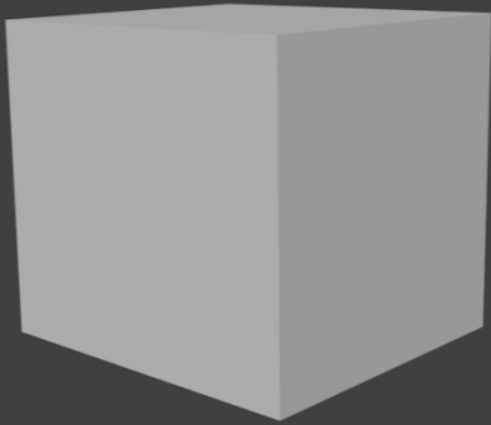
# 3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ

$n=100$   $m=8$

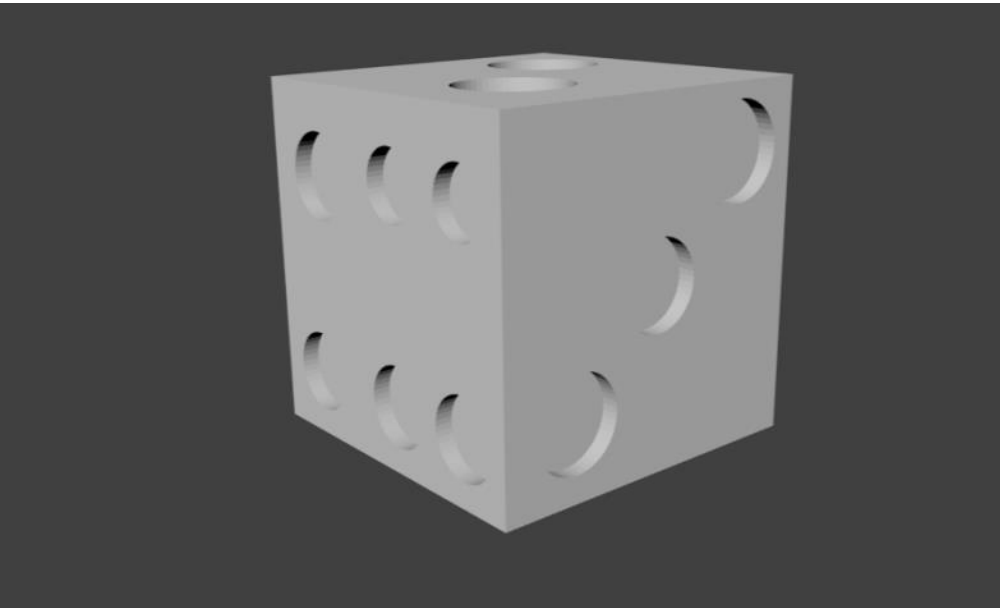


# 3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ

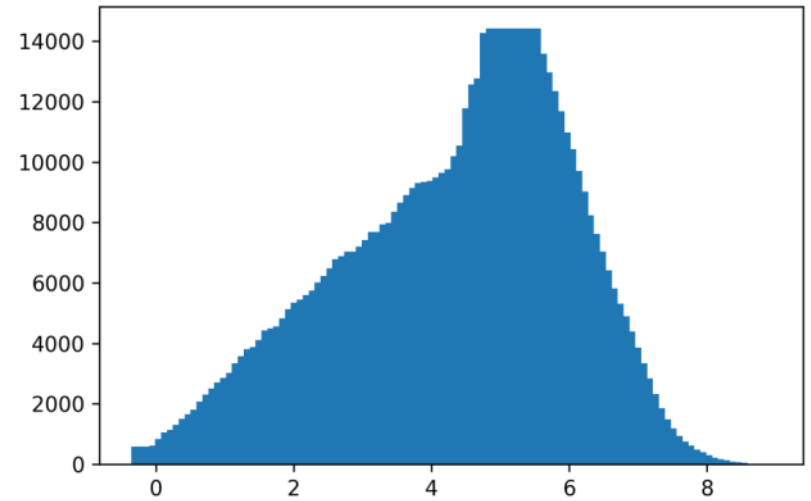
$n=100$   $m=8$



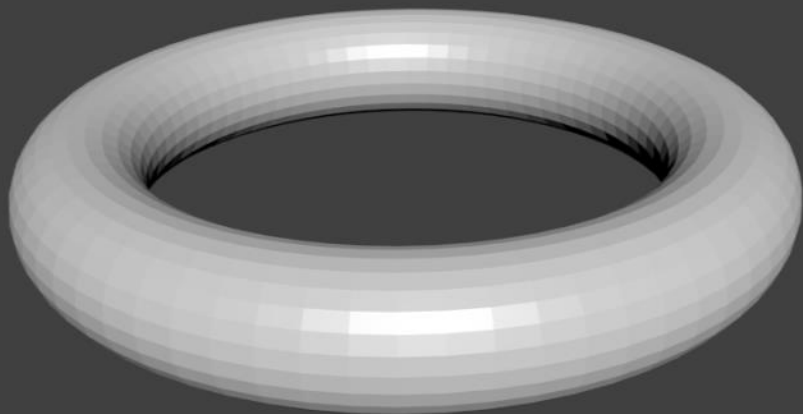
# 3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



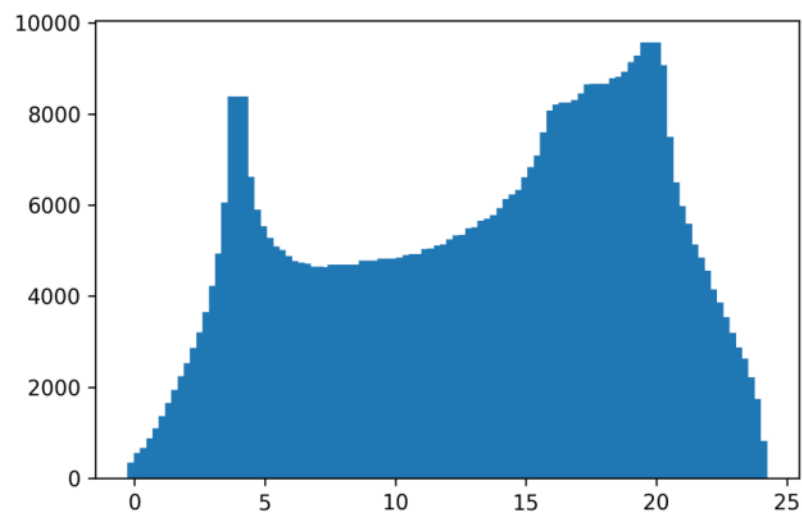
$n=100$   $m=8$



# 3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



$n=100$   $m=8$



# Домашнее задание. Рассмотреть новые «топологические абстракции» формы поверхности

- 1. Числа Бетти** — последовательность инвариантов топологического пространства. Каждому пространству соответствует некая последовательность чисел Бетти. Нулевое число Бетти совпадает с числом связных компонент..
- 2. Функцию Морса** — гладкую функцию на многообразии, имеющая невырожденные критические точки. Функции Морса возникают и используются в как основной инструмент дифференциальной топологии.
- 3. Фактор-множество** — множество всех классов эквивалентности для заданного отношения эквивалентности. на множестве. Разбиение множества на классы эквивалентных элементов называется его факторизацией.

- *Различие между прошлым, настоящим и будущем – лишь необычайно устойчивая иллюзия.*

А. Эйнштейн.

- Способность реализации междисциплинарных проектов требует знания основных законов физики, понимания статистических закономерностей и принципов моделирования с использованием компьютерных технологий.