



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

КАФЕДРА
ТЕЛЕМАТИКА

Методы исследовательской работы

«Исследования как результат «интеллектуальных» вычислений» (занятие 3)

17 февраля
2022 г.

Что было на прошлой лекции : «информационное» вмешательство в физику

Что известно:

Если **информация** включается в общее **описание системы** , то оказывается, что

- Одна и та же система **имеет различные физические свойства** в зависимости от имеющейся информации (в одном случае она способна совершить работу, в другом – нет)
- Мера **информации** оказывается согласованной физическими **понятиями энергии и энтропии** , а «любая **неслучайная** комбинация битов» может быть использована для **производства работы**.
- Информация как атрибут наравне с физическими параметрами объекта (размер, вес...) должна учитываться в моделях взаимодействия объекта с внешней средой.

Вопрос: какую «полезную работу» совершает вычислительная система и почему при ее функционировании выделяется тепло ? ? ?

В чем суть «интеллектуализации» вычислений в контексте «исследовательской работы»

Пусть имеются два «сообщения»:

$$1+2=3$$

$$1+2=0$$

Какой объем информации эти сообщения содержат ?

Формально:

1. Если **вероятность** того, что **1+2 равно три** есть «достоверность», то
объем информации по Шеннону =0.
2. Если вероятность того, что **1+2 равно нулю** есть «вероятность ошибки в работе процессора», то объем информации по Шеннону $1 > I > 0$.

«интеллектуально»:

Если вероятность того, что **1+2 равно нулю** есть «достоверность», то вычислительная система работает **в троичной системе счисления**.

Но... нигде в самом сообщении «1+2=0» ни каких символьных данных о системе счисления нет. Объяснение, что система м.б. **троичная**, это ... «интеллектуальное дополнение» к «сообщению», которое «извлекается» из «сознания» приемника.

Аналогично, вопрос: почему маленькие числа в маленьких степенях становятся больше? требует интеллектуального дополнения.

Рассмотрим $x^x - x$

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

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} (x^x (\ln x + 1) - 1) &= \\ &= x^x \left(\frac{1}{x} + (\ln x + 1)^2 \right) > 0, x \geq 0 \end{aligned}$$

Тогда (*) возрастает. Единственный корень $x=1$.

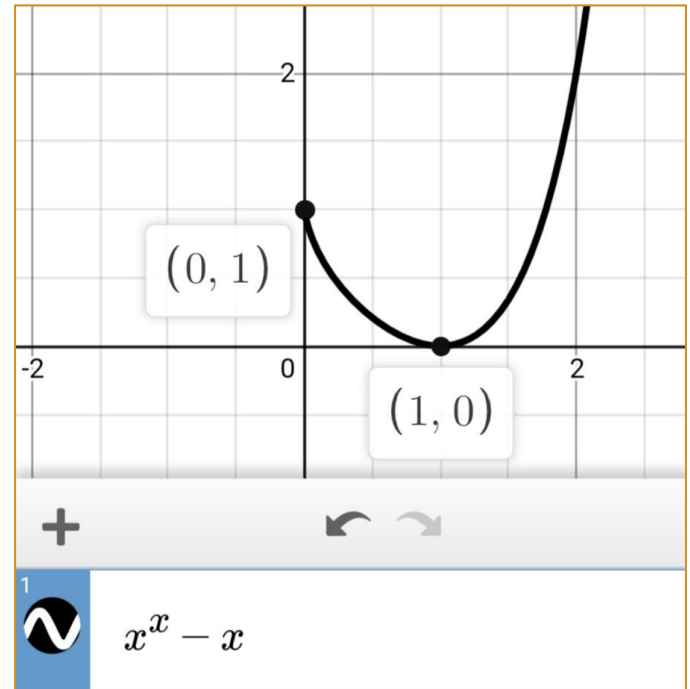
$$\min(x^x - x) = 1^1 - 1 = 0$$

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

$$\lim_{x \rightarrow 0} x^x = \lim_{x \rightarrow 0} (e^{\ln(x)})^x = \lim_{x \rightarrow 0} e^{x \cdot \ln x}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \ln x = \lim_{x \rightarrow 0} \ln' x / (1/x)' = \text{по правилу Лопиталя} = 1/x / (-1/x^2) = -x = 0$$

при $x \rightarrow 0$



Где храниться это интеллектуальное «дополнение»?

Понимание проблемы – 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)

Вычисления рассматриваются как процесс «**объективизации**» информации.

Результат вычислений - в силу принципа **дополнительности**, существуют в физической и 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»

| Вход | | Выход |
|------|---|-------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

| Вход | | Выход |
|------|---|-------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Количество информации 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 : 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

Как быть с гипотезой о «вычислимом сознании» и «вычислении понимания» ?

Принцип дополнительности

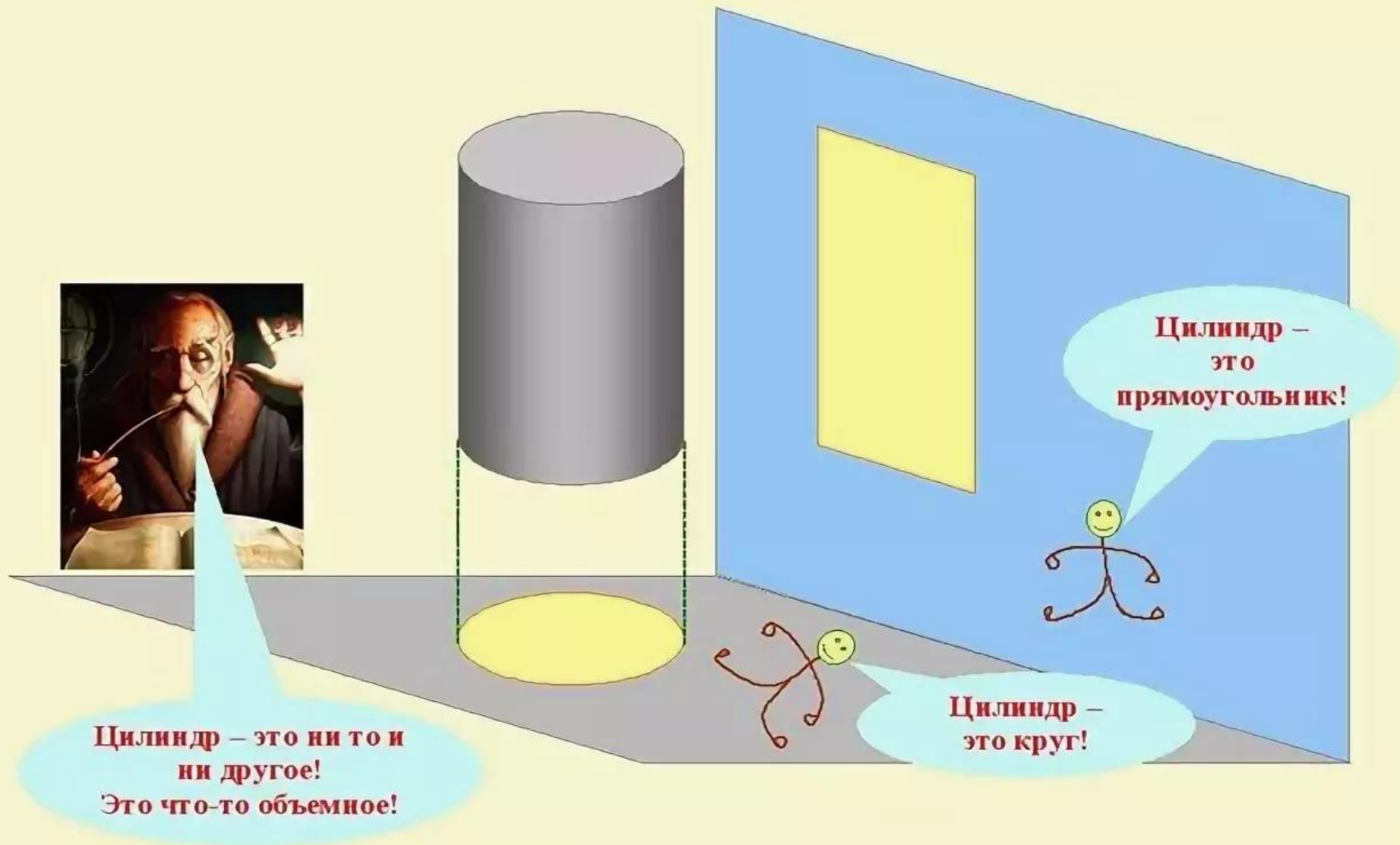
- Н. Бор считал, что физический аспект принципа дополнительности есть лишь частный случай более общего подхода: пытаюсь анализировать наши переживания, мы перестаем их испытывать.



Н. Бор

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

9



«Интеллектуальное» вмешательство в физическую реальность (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.

Проблема «объективизации» знаний. Имплицитное научение. Интуитивное понимание

- Пространство состояний «интеллектуального субъекта» - шестимерно и расслаивается на два подпространства «пространство» и «время» : L^3T^3 .
- «Наше» прошлое или опыт «записан» как патерны в нейросетях мозга составляя программу действия/реакции, которые «фильтруют» наше восприятие мира в целом и его конкретные объекты в частности.
- «Наше» будущее вычисляется в нейросетях мозга как решение «обратной задачи» – построение алгоритма достижения намеченной цели.
- Решение этой задачи регуляризируется на основе понимания ранее опыта и интуиции (имплицитное научение – без понимания). Текущие реакции на возникающие ситуации формируются в форме устойчивых нейронных связей. При этом каждый объект (стимул) активизирует ту или иную нейронную подсеть мозга, которая в свою очередь вызывает набор химических реакций в организме – объективизируя вычисленное «интеллектуальное решение» через отношение «намерение-действие».

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

Согласованность решения «прямых» и «обратных» задач описания реальности

Прямые задачи – **расчет** по формулам

Обратные задачи – **понимание** формул

Фундаментальная проблема науки:

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 пространству-времени как «изгибаться», порождая силу тяготения, а пространство-время говорит массе как двигаться.»

Джон Уиллер

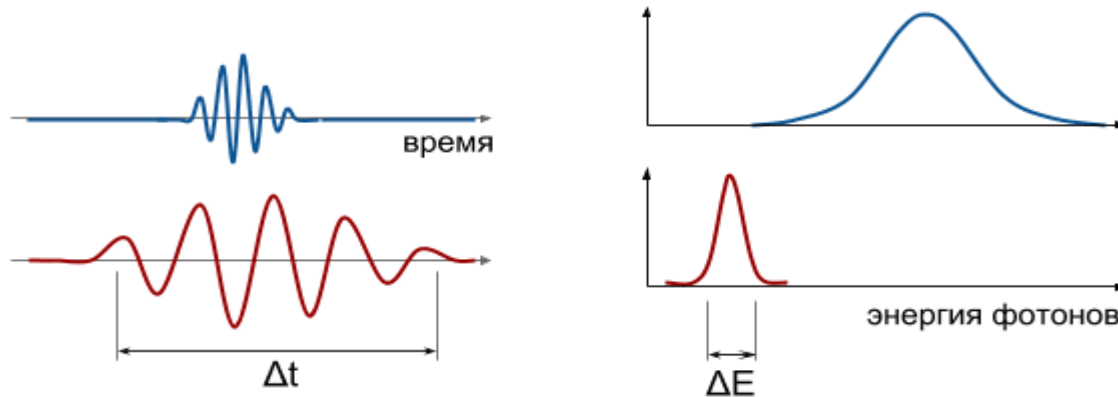
Суть КМ: в квантовом мире действует принцип неопределенности Гейзенберга, частицы взаимодействуют друг с другом при помощи виртуальных частиц – переносчиков взаимодействия, способных на короткое время нарушать закон сохранения энергии.

Р. Фейнман

Алгоритмизируемо ли соотношение 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 .

Соотношение «реальность vs виртуальность»

Из соотношения неопределенности Гейзенберга следуют радикальные выводы:

- существуют «виртуальные» объекты физической реальности, которые не могут быть зарегистрированы-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 ... объекты «модели» реальности.
- Виртуальные процессы, которые происходят **в промежутки времени порядка 10^{-24} сек**, и в силу соотношения неопределенности, для энергии и времени такие процессы **принципиально не могут наблюдаться**.
- Виртуальные частицы и процессы «ненаблюдаемы», образуя «**вакуум**» физической реальности, которые **сейчас составляют в «научную модель мира»**.

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

Сколько событий, которые есть часть физической реальности, имеют **вероятность «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, ... **Ноль не наблюдаем**, но виртуальные частицы могут оказывать действие на внесённые в вакуум реальные объекты.

Место в научной картине Мира, куда можно поместить «СОЗНАНИЕ»

Междисциплинарные исследования в области КМ и ОТО, включая изучение природы сознания, приводит к фундаментальным изменениям научной доктрины в целом и глубокой тектонической трансформации научного мировосприятия.

Трюк согласования теорий технически называется перенормировкой. Но неважно насколько умным словом он назван, количественные совпадения расчетов и данных экспериментов не дает нам права утверждать, что теория квантовой электродинамики математически консистентная. Удивительно, что до сих пор толком не удалось это доказать. Я думаю, перенормировка не может считаться верным решением с точки зрения математики.

Р. Фейман

При переходе к физике процессов на особо малых расстояниях называемых планковской длиной перестают работать все созданные научные теории. Современная научная картина мира — это смесь догадок и противоречивых умозаключений.

$$0^0=1 \ !?$$

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 логическим выводом ?

Пример абдукции

Посылка 1: Все тигры с четырьмя лапами

Посылка 2: Собака имеет четыре лапы

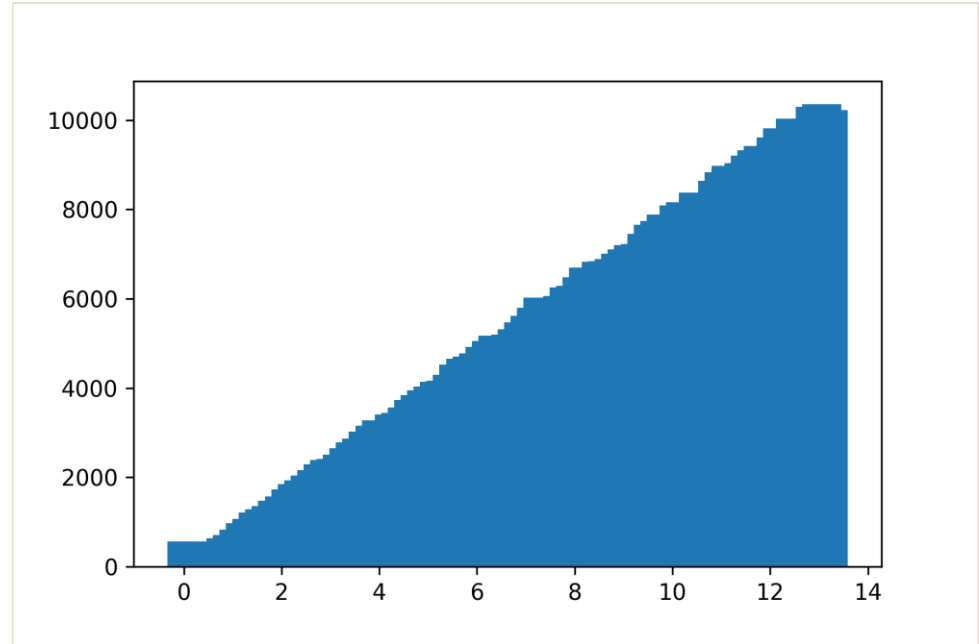
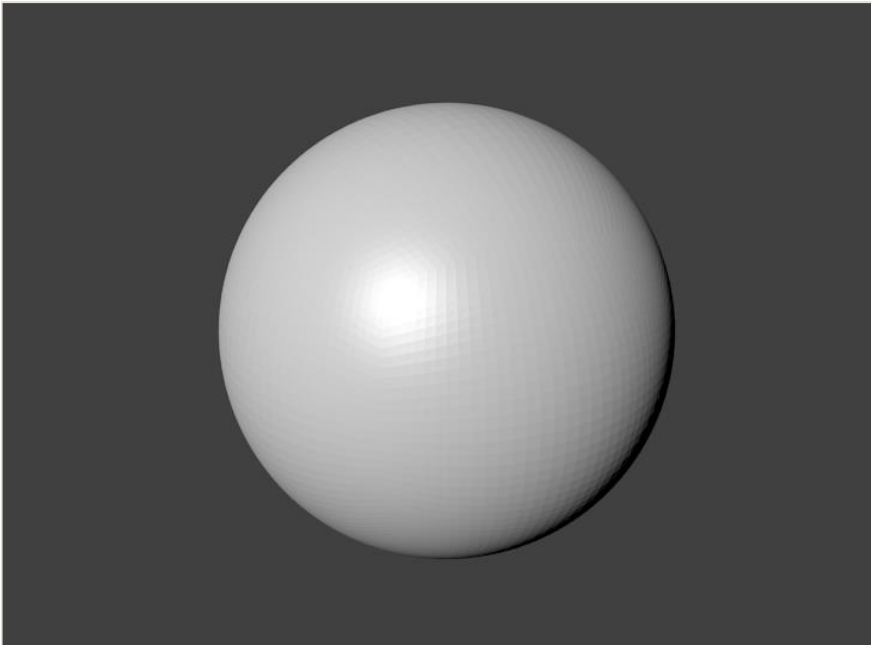
Заключение: Собака – это тигр



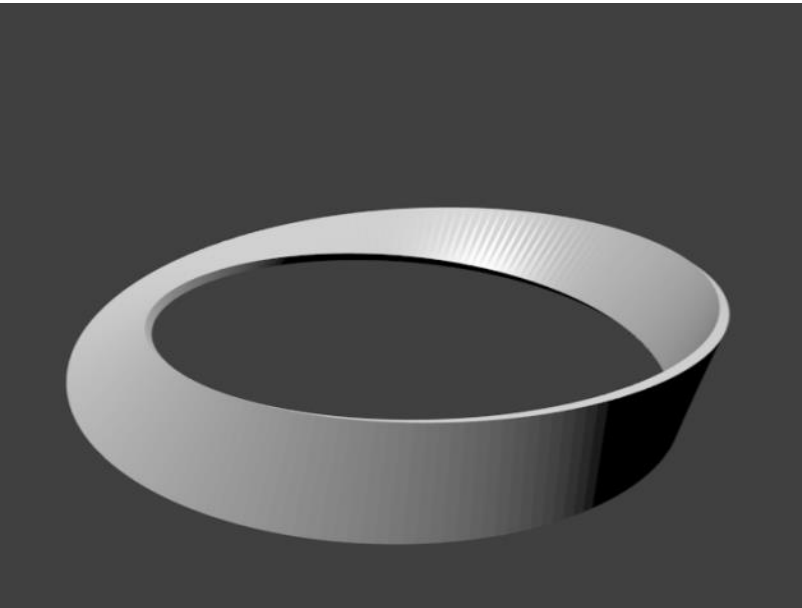
=



Теория сравнения: 3D объекты и их 2D инварианты

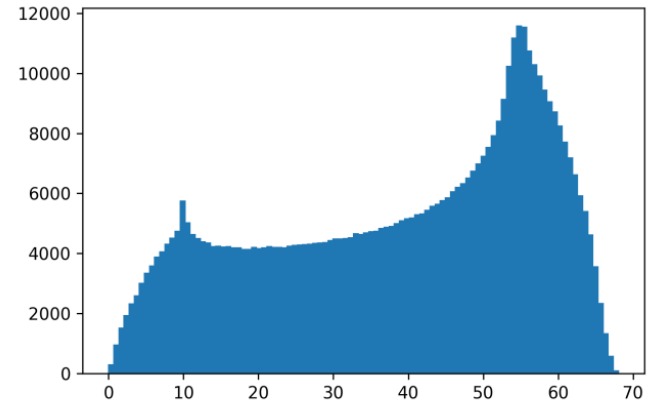


3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



$m=8$

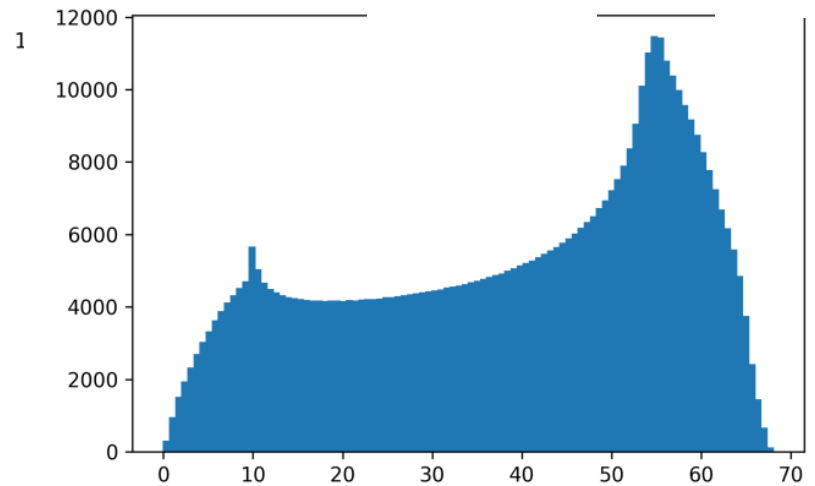
$n=100$



1

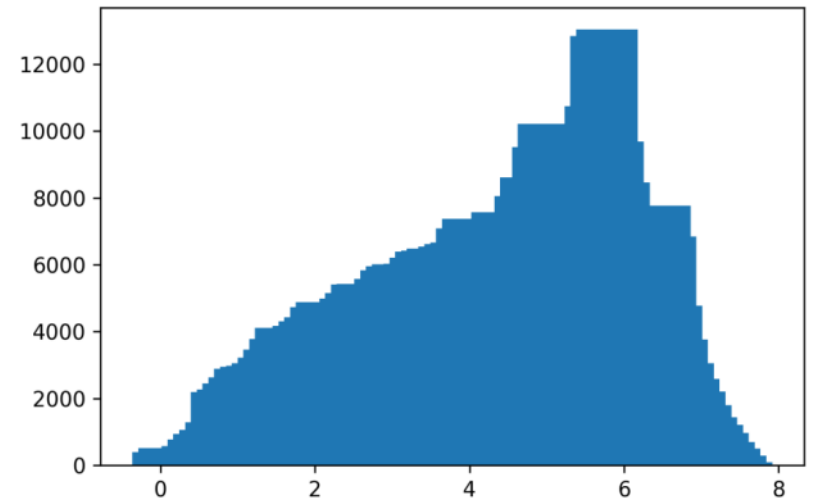
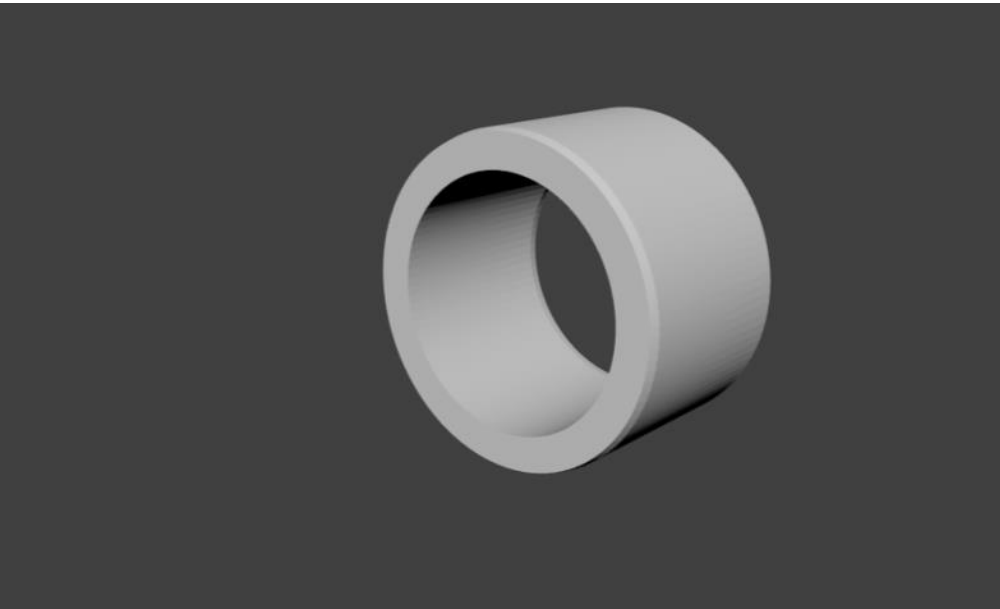
$m=100$

$n=100$



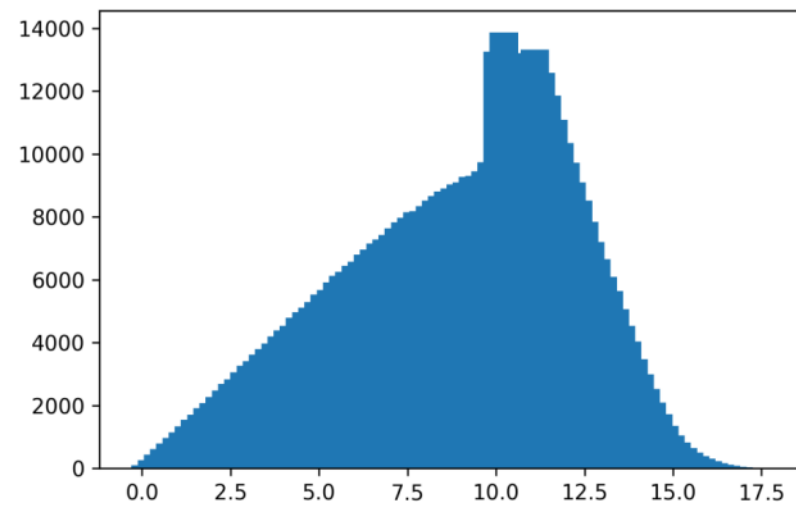
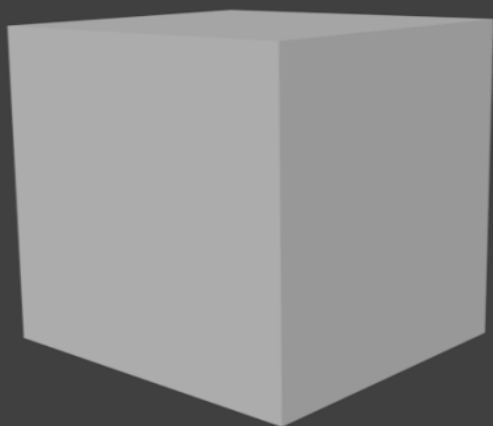
3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ

$n=100$ $m=8$

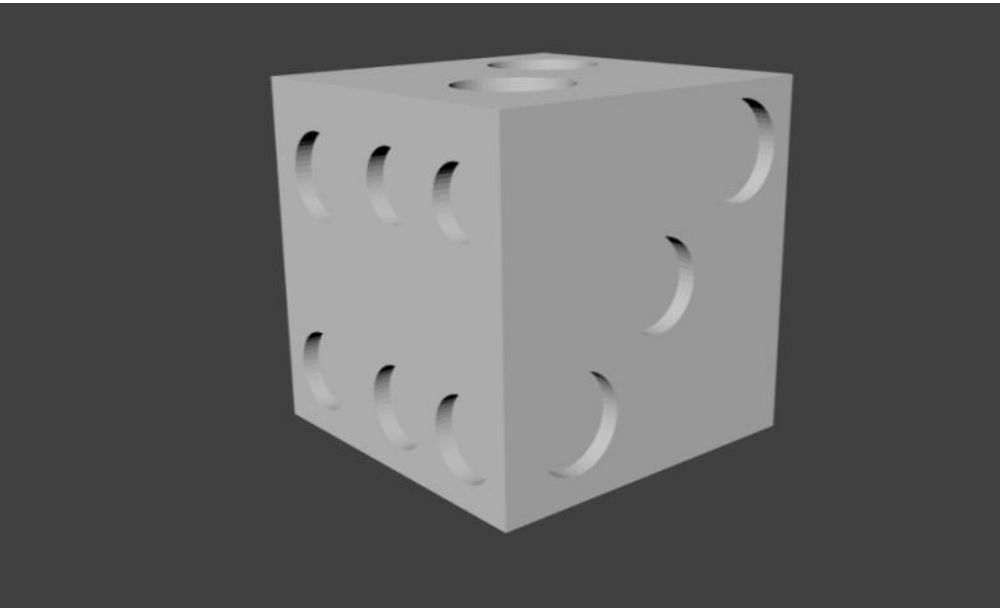


3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ

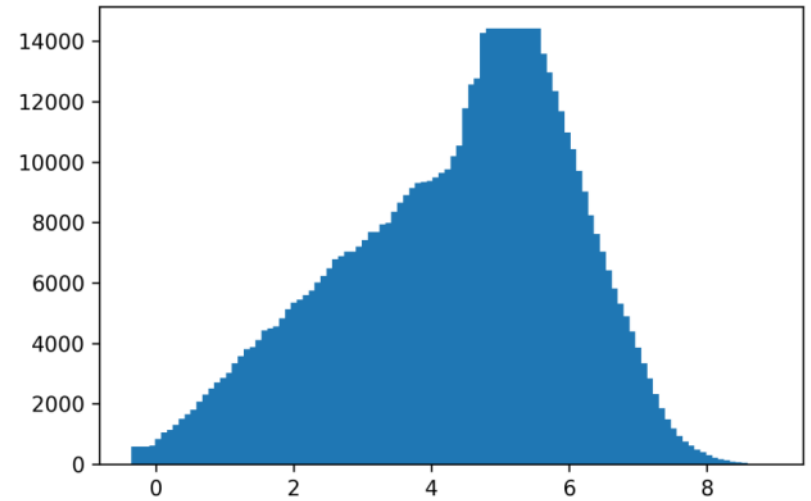
$n=100$ $m=8$



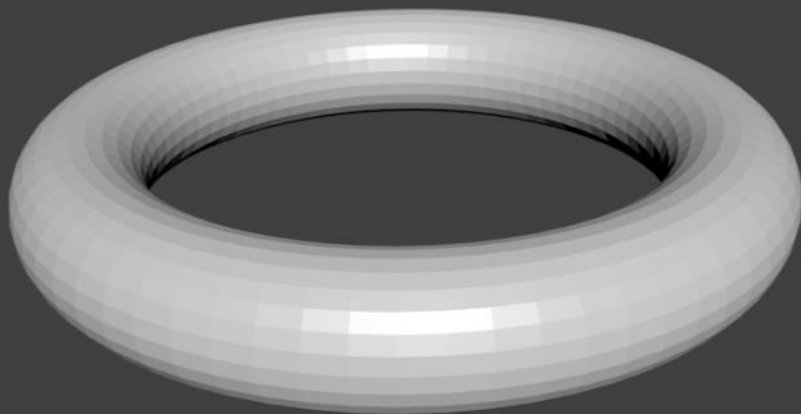
3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



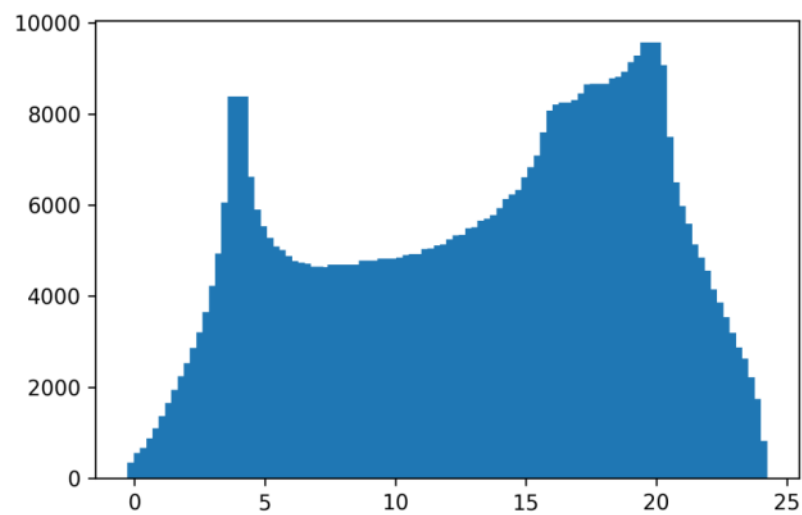
$n=100$ $m=8$



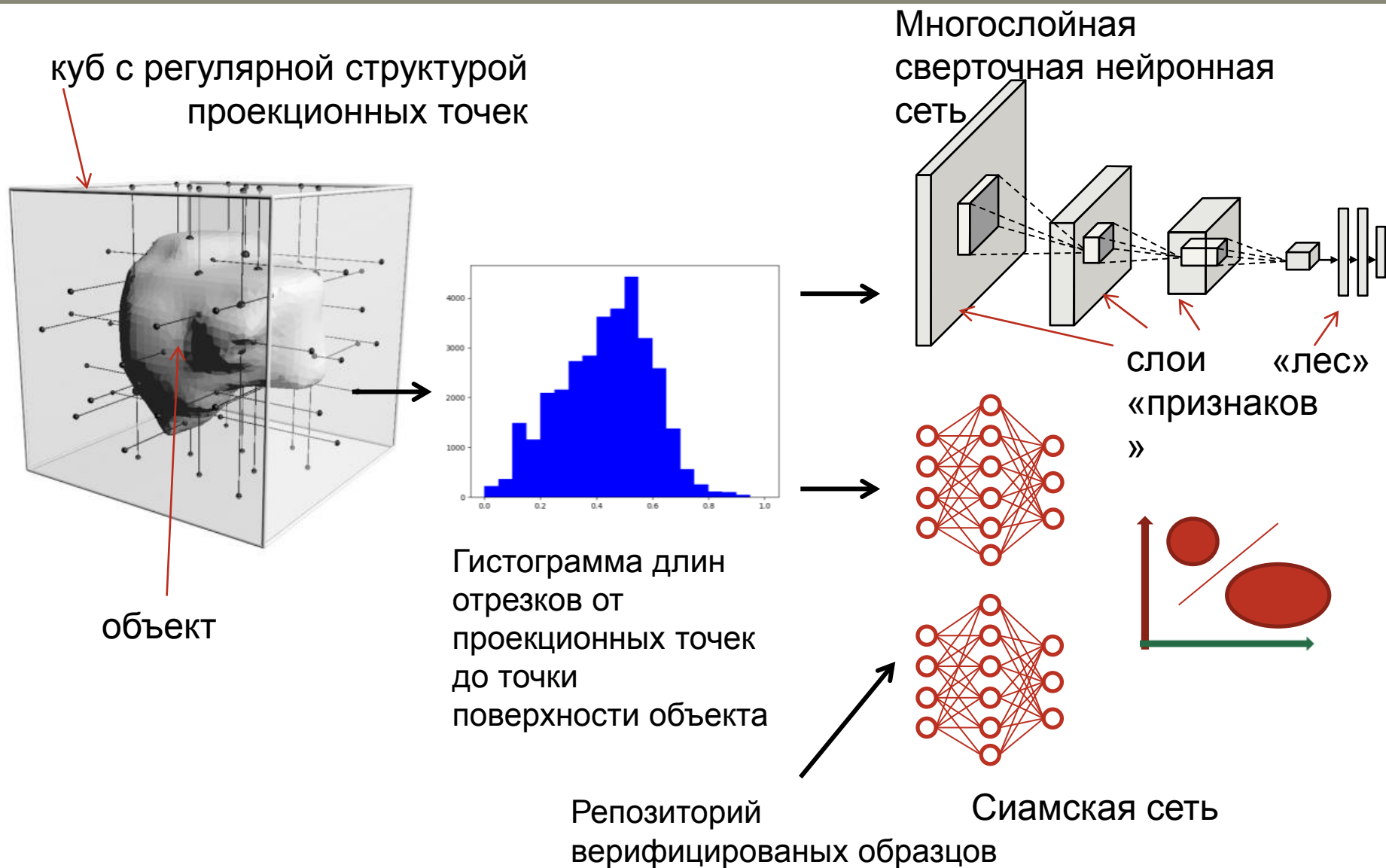
3D ОБЪЕКТЫ И ИХ 2D ИНВАРИАНТЫ



$n=100$ $m=8$



Топологический инвариант на регулярной сетке



«Домашнее задание» рассмотреть новые «топологические инварианты» 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 будущим – 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.