



КАФЕДРА  
ТЕЛЕМАТИКА

**Введение в профессиональную деятельность**

Санкт-Петербургский  
Государственный  
Политехнический  
Университет

Институт прикладной  
математики и механики

**Лекция 12:  
компьютерные науки: инерция и  
парадоксы цифрового формализма**

(Научно-практическая конференция  
«АВТОРСКО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ»

<https://vcs.fips.ru/#join:t6dfc68e7-bf7c-4773-b84c-630738086209>)

youtube [Роспатент / ФИПС - YouTube](#)

---

СПб,  
14 апреля, 2021г.



**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

COMPUTO ERGO SUM

# НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АВТОРСКО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ»

## доклад: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СРАВНЕНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ КАК ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРАВ

Заборовский Владимир Сергеевич  
проф., д.т.н

14 апреля 2021 г.  
Москва



## ВВЕДЕНИЕ

- **Цифровую трансформацию** можно рассматривать как актуальный этап в эволюции современных технологий, направленный на оптимизацию и автоматизацию бизнес-процессов на основе интеграции методов компьютерного моделирования, машинного обучения, обработки «больших данных».
- В докладе анализируются перспективы и проблемы, использования компьютерных технологий для автоматизации процессов, связанных с интеллектуальной деятельностью на примере процессов регистрации права интеллектуальной собственности промышленных образцов, а именно показано что:
  - **методы** математической формализации объектов природы и техники инвариантны к семантике обрабатываемых данных, что затрудняет их непосредственное применение для оценки результатов интеллектуальной деятельности;
  - **оценки** новизны результатов интеллектуальной деятельности как на этапе создания объектов, так и оценки их новизны приводят к решению некорректных «обратных задач», требующих использования специальных методов регуляризации
  - **экспертиза** патентной заявки как материального носителя результатов интеллектуальной деятельности включает формальные и когнитивные этапы, из которых первые можно автоматизировать, используя аппарат алгебраической топологии (**формализация**) и методы машинного обучения (**редукция и регуляризация**)



## ОСНОВНОЙ РЕЗУЛЬТАТ

*Ключевые слова: Перспективы, Интеллектуальные технологии, 3D модели промышленных образцов, объекты интеллектуальных прав*

В докладе представлены архитектура и основные компоненты **экзо-интеллектуальной системы** сравнения промышленных образцов, которая позволяет автоматизировать рутинные этапы процесса экспертной оценки патентных заявок, что:

- **повышает** эффективность работы экспертов
- **сокращает** время принятия решений о выдачи патентов,
- **облегчает** возможность внедрения результатов интеллектуальной деятельности и стимулирует развитие цифровой экономики страны.



**Декларируемая цель:** Создать информационно-вычислительную систему (ИВС), которая в **автоматическом** (???) режиме «вычисляла» бы **решение** о регистрации права интеллектуальной собственности на 3D объекты, например, **промышленные образцы**.

**Анализ достижимости цели:**

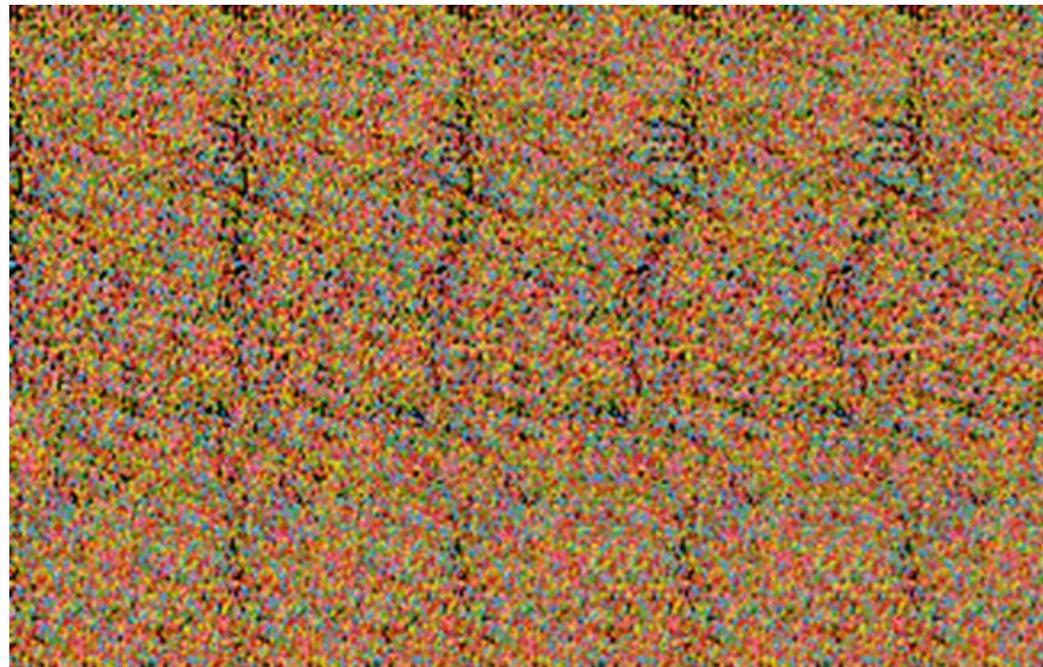
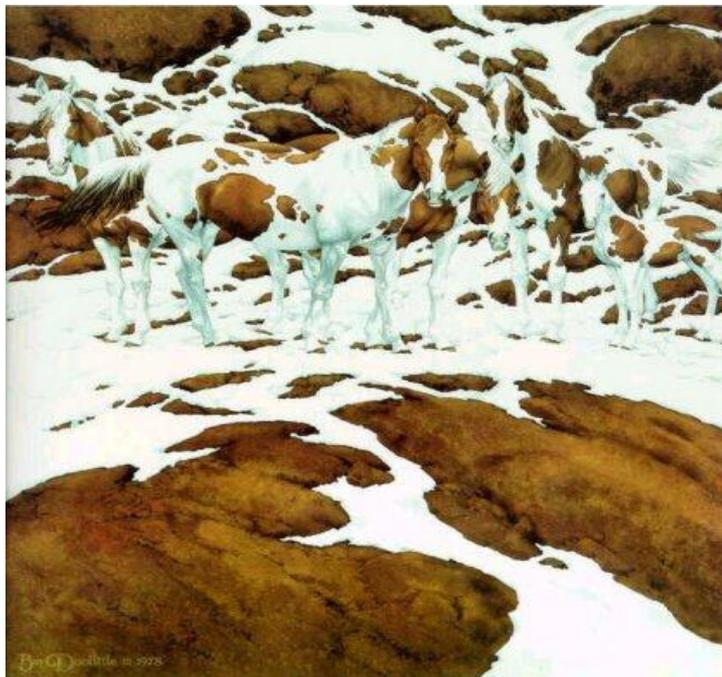
- Все современные компьютеры – это «машины Тьюринга» - программные автоматы лишенные каких либо признаков интеллекта. Поэтому, при создании ИВС разработчику надо точно понимать: 1) «**что** вычислить», 2) на основании **каких** данных и 3) с помощью **какого** алгоритма?
- Фундаментальные проблемы современной теории алгоритмов
  - а) перечислимость, б) разрешимость множеств и в) вычислимость функций.

**Ключевой вопрос создания перспективной ИВС:** является ли признак «**наличие интеллектуальной собственности**» **вычислимым**?



ПОЛИТЕХ

# «ПОНЯТЬ – ФОРМАЛИЗОВАТЬ»: ИНТЕЛЛЕКТ - СПОСОБНОСТЬ РЕШАТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИ НЕФОРМАЛИЗОВАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ



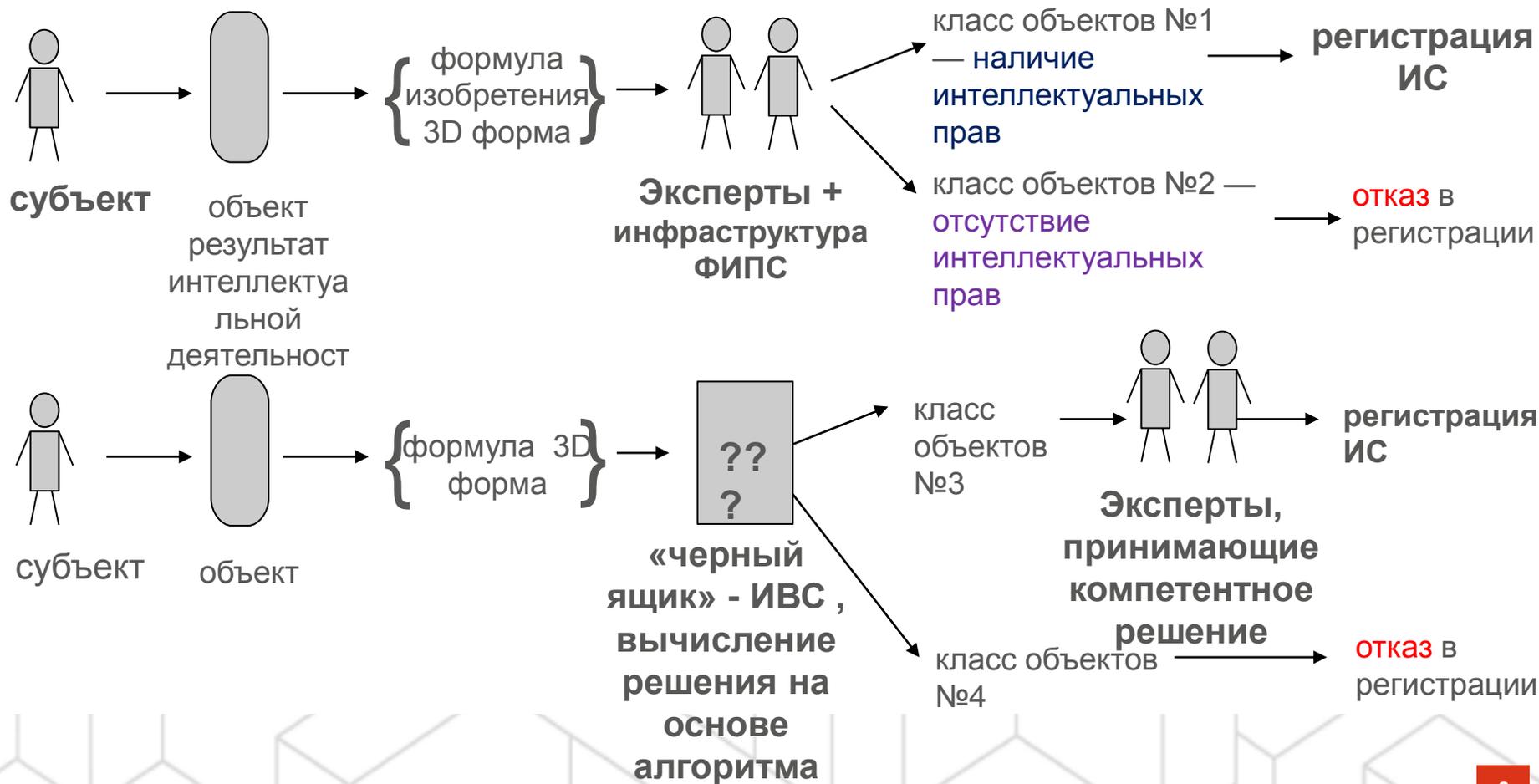
**Равенство! = эквивалентность! = толерантность! = похожесть!**

## ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ»

ИС – это результаты деятельности человеческого мозга, которые могут выражаются не только в форме когнитивных функций, но и приобретают материальную форму.

- По своей сути интеллектуальная собственность **нематериальна**, и в этом ее отличие от собственности на вещи (собственность в классическом смысле).
- Субъект, обладающий интеллектуальной собственностью, может ее использовать сам и одновременно предоставить права на нее использование другому лицу.
- Поэтому интеллектуальная собственность – имеет информационную природу, которая **воплощаются в материальных объектах - носителях** (суть вещи). Однако, приобретая носитель субъект становится собственником именно вещи, **но не правообладателем интеллектуальной собственности**.
- Автоматизировать прежде всего следует рутинную (алгоритмически формализуемую) часть процесса экспертного процесса.

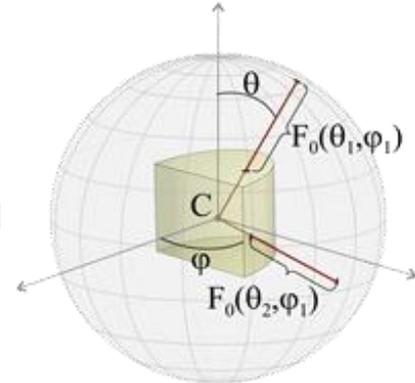
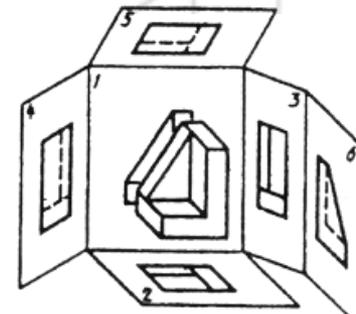
# Онтологическая схема («кто виноват») анализируемых процессов («что делать»)



# МЕТОДЫ СРАВНЕНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ

Целью сравнения моделей - поиск похожих в смысле:

- Визуального восприятия объектов экспертом
- Декомпозиции на проекции и их сравнение
- Сравнение воксельных (растровых) представлений
- Сравнение векторных моделей:
  - с использованием топологических дескрипторов формы
  - метрических признаков :
    - Координаты центра масс
    - Площадь поверхности
    - Объем
    - Плотность
    - так далее.





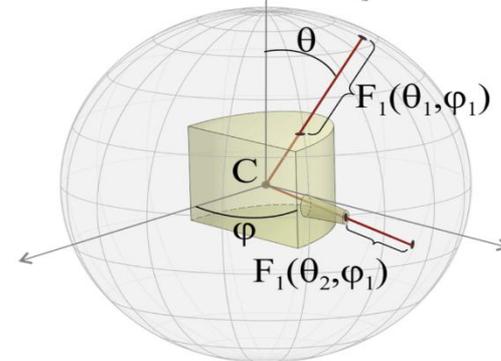
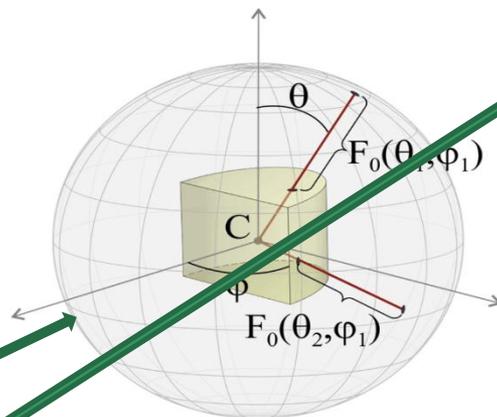
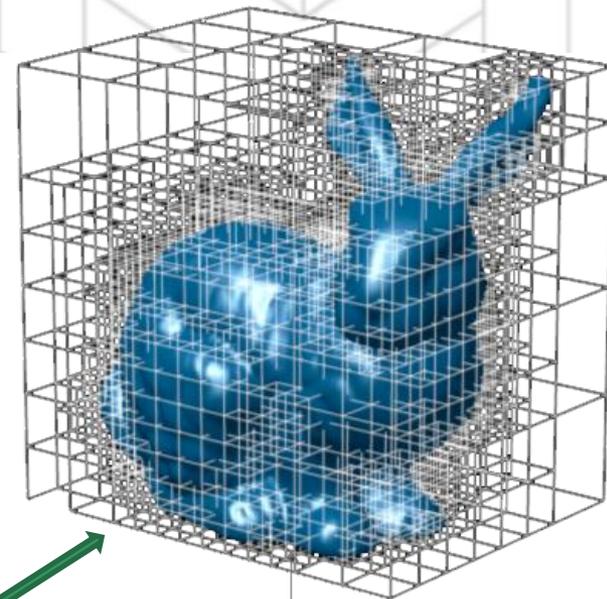
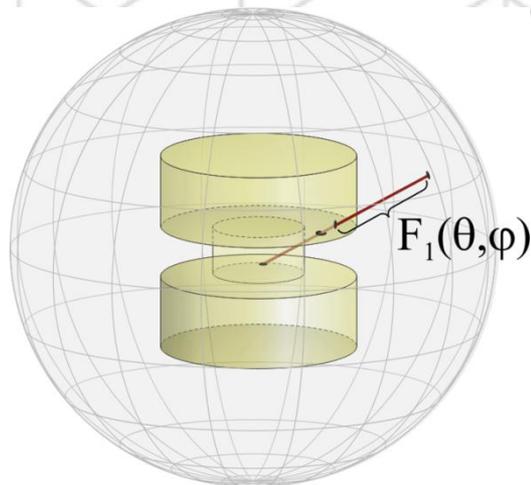
ПОЛИТЕХ

# ПОСТРОЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАРИАНТОВ ФОРМЫ – МЕТОД «ХОРД»

Мотивация: вся доступная эксперту информация отражается в форме модели 3D объекта. Модель можно **повернуть** или **сдвинуть** относительно начала координат.

Поэтому для экспертного анализа необходимо использовать «неперсистентные» к 1) **положению** и 2) **углам поворота** топологические инварианты формы 3D модели.

Поэтому: 1) нормируем "длину" модели; 2) координатизация точек поверхности проводится относительно **сферы** или **куба** с центром в «центре масс» объекта. Дискриптор поверхности – это гистограмма длин хорд проходящих через центр сферы или граней описывающего объект куба.





политех

## ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

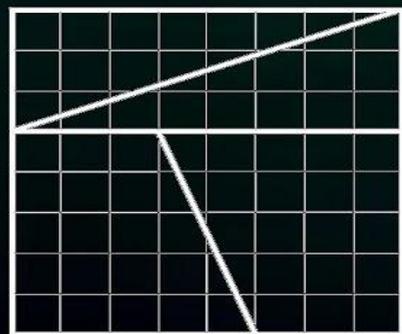
### «ПРАКТИЧЕСКИ» VS «ФОРМАЛЬНО»

Что надо сделать прежде всего: формализовать признак «наличие интеллектуальной собственности», т.е. перевести этот признак в ранг точных математических (цифровых) понятий.

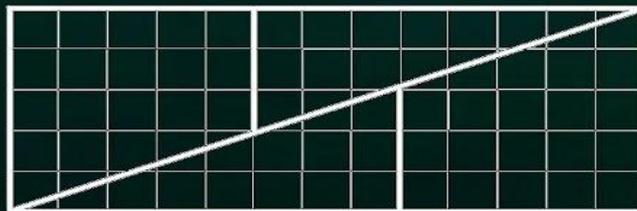
При этом надо учитывать:

- существуют «алгоритмически (т.е. **практически**) невычислимые объекты/множества/сущностей», которые «**формально**» или математически вычислимы, при использовании понятия актуальной бесконечностью (пределы, вещественные числа, следствия аксиомы выбора)
- формализмы современной математики и компьютерной техники не «гомоморфны», поэтому в качестве целесообразного проектного решения предлагается создание – автоматизированной (**экзоинтеллектуальной/вспомогательной**) ИВС, которая позволяет автоматизировать лишь «**рутинную часть**» **работы эксперта**, оставляя эксперту принятие **окончательного юридически значимого решения**

# Наглядность относительно – неизмеримые множества



$$8 \times 8 = 64$$



$$5 \times 13 = 65$$



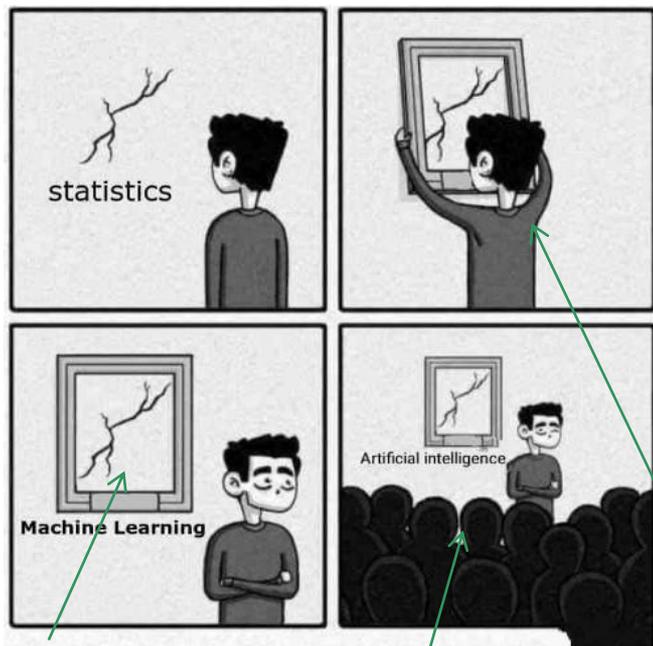
$$2 \times 5 \times 6 + 3 = 63$$

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



ПОЛИТЕХ

# ИС VS МЕТОДОЛОГИЯ ИИ



Hiring  
(свертка)

logistic regression  
(интерпретация)



Fundraising (сбор  
данных)

Машинное обучение - это класс вычислительных алгоритмов решения задач классификации, но как все математические формализмы эти алгоритмы инвариантны к семантической сущности данных, поэтому совершенно **бесполезны** для **понимания результатов**, но могут использоваться для автоматизации процессов анализа и **моделирования**.

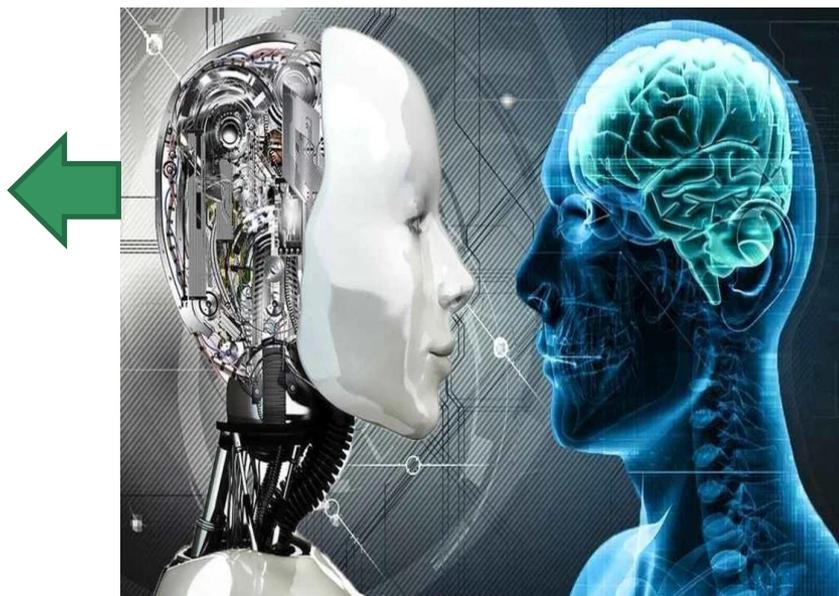
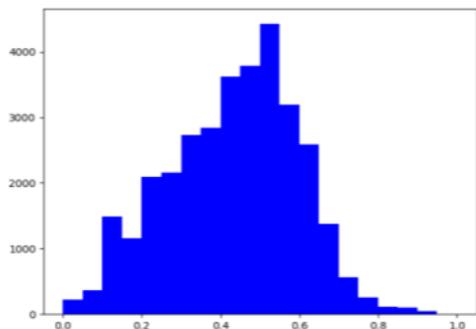
- **Суть ИИ:** программирование компьютеров-классификаторов, реализующих процессы «вычисления в памяти» с помощью не операторного представления программ для вычисления логистической регрессии (**glorified statistics**)

# КОНЦЕПЦИЯ ЭКЗО-ИНТЕЛЛЕКТА VS КОНЦЕПЦИИ ИИ

Концепция экзоинтеллекта: «цифровые машины» должны участвовать реализации цикла «восприятие-мышление-действие» лишь в той части, для которой требуются: *быстрые вычисления, хранение, доступ большим объемам информации и классификация цифровых данных*

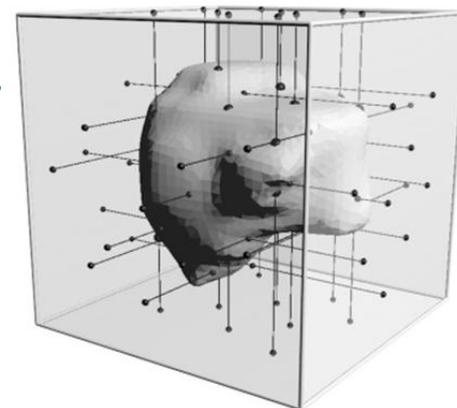
## Функции «машины»:

- хранение цифровых данных
- «**быстрые вычисления**» на основе алгоритмов

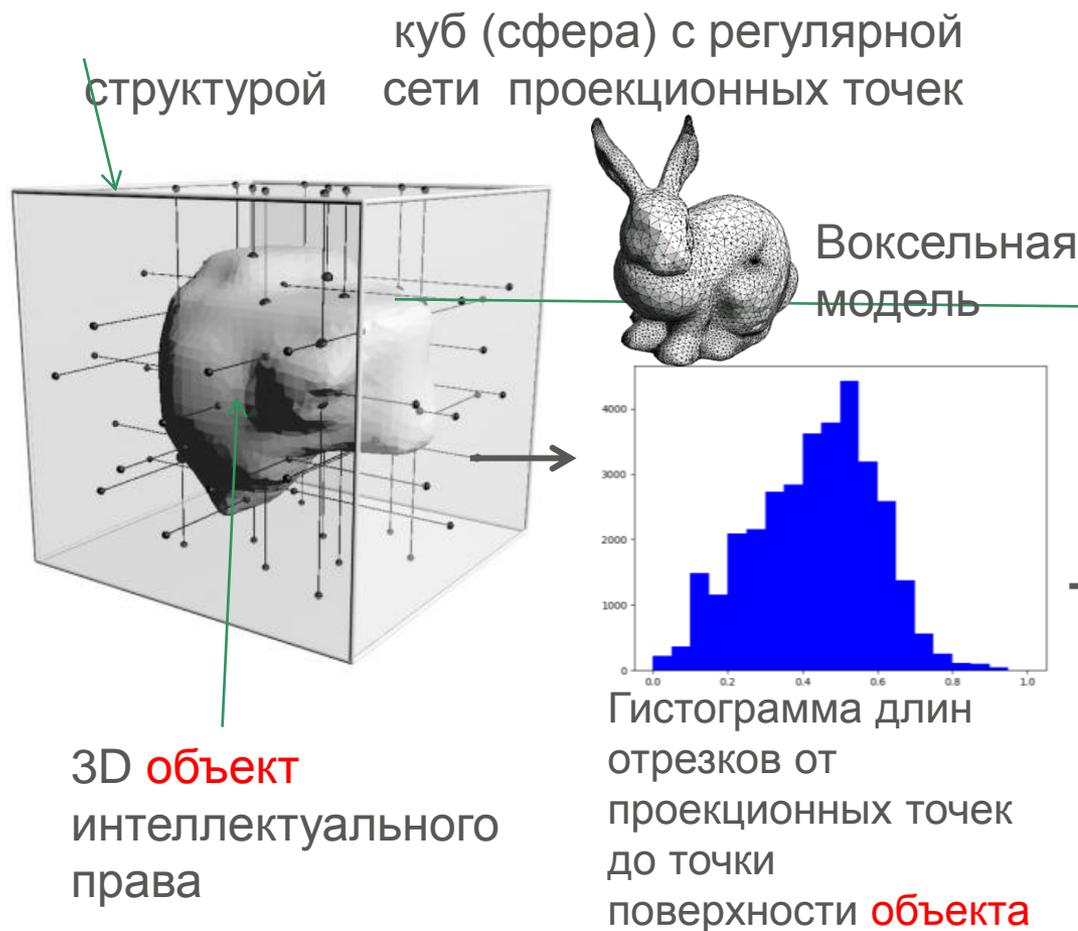


## Функция человека:

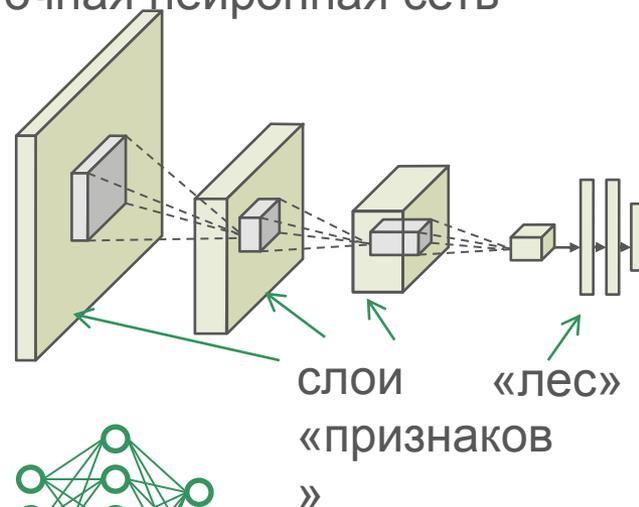
- Обмен знаниями
- Понимание задач/проблем
- Целеполагание



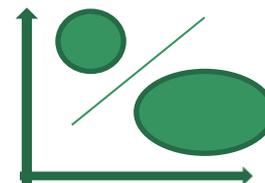
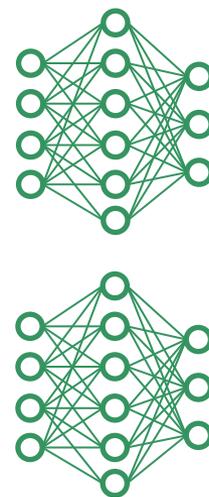
# РЕАЛИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМ ВЫЧИСЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ 3D ОБЪКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ



**Вариант 1:** Многослойная сверточная нейронная сеть



**Вариант 2:** Сиамская нейронная сеть





# ПРИМЕР: СТРУКТУРА МНОГОКАНАЛЬНЫЙ (СИАМСКАЯ, ТРИПЛЕКСНАЯ...) НЕЙРОННОЙ СЕТИ СРАВНЕНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ

«экспертные» композиционные нейронные сети, с объяснительными механизмами принятия решений (на примере гео-данных)

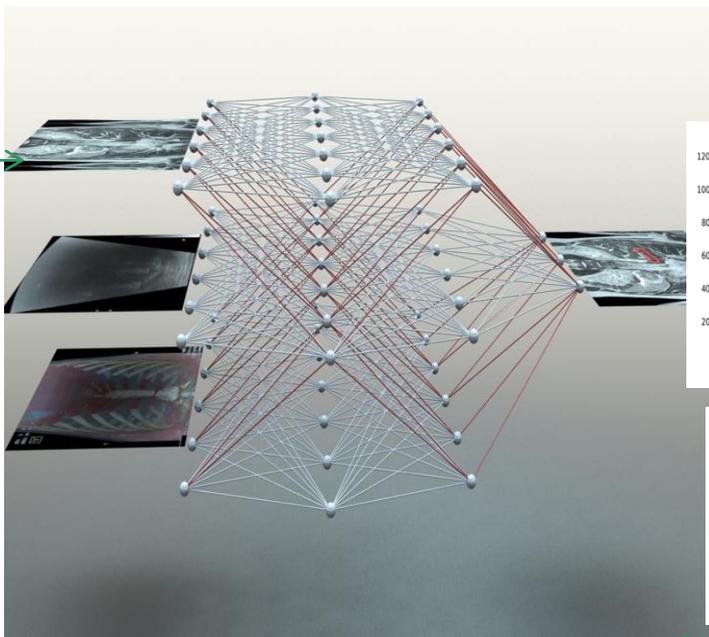
3D модельные данные:

Формат STEP

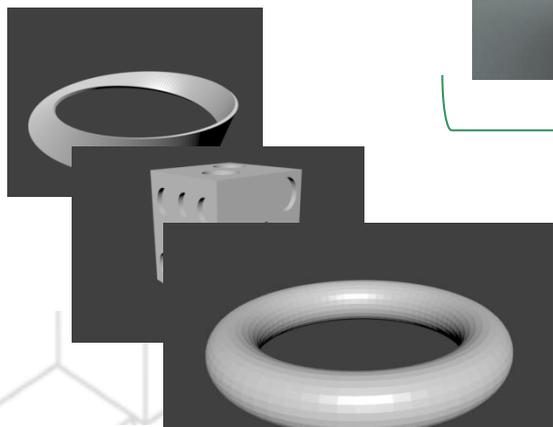
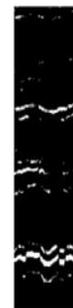
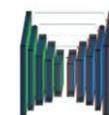
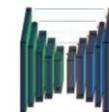
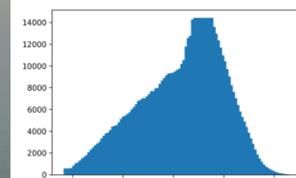
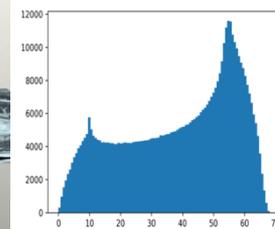
классы МКПО

Топологические инварианты

Текстуры

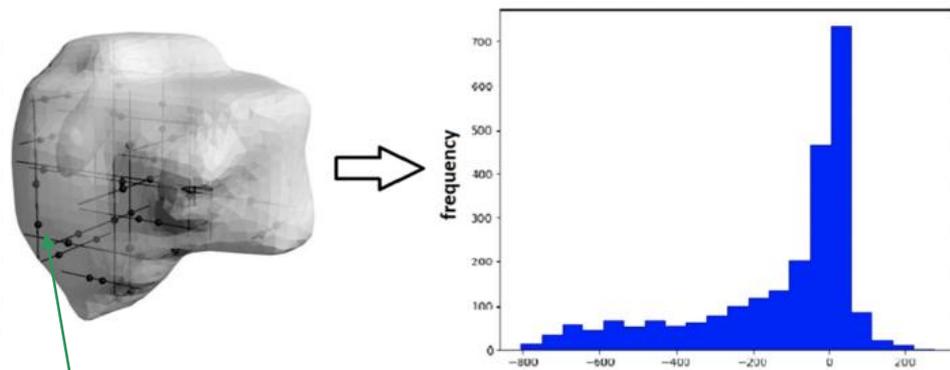
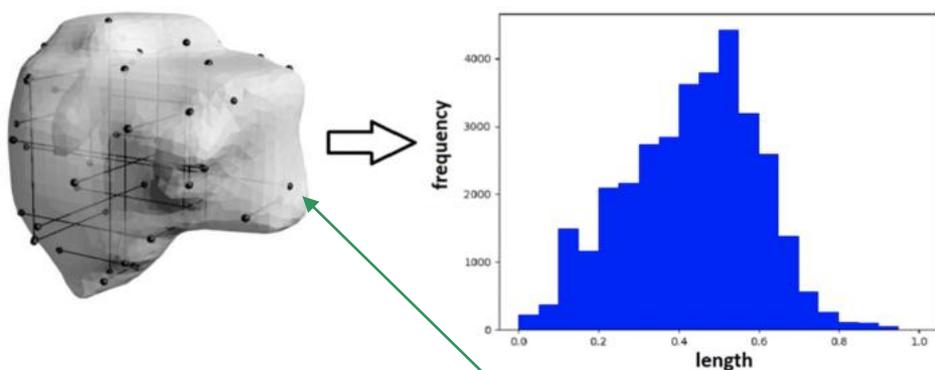


Цифровые инварианты



«Обученные» нейронные сети со встроенным механизмом объяснения

Композиционные цифровые меры схожести



Параметры гистограмм:

- $n$  – количество точек на поверхности 3D модели для вычисления длин хорд или точек, в которых «измеряется» плотность материала объекта
- $m$  – количество гистограмм для усреднения формы огибающей
- $k$  – количество интервалов (разрядов) на каждой из  $m$  гистограмм

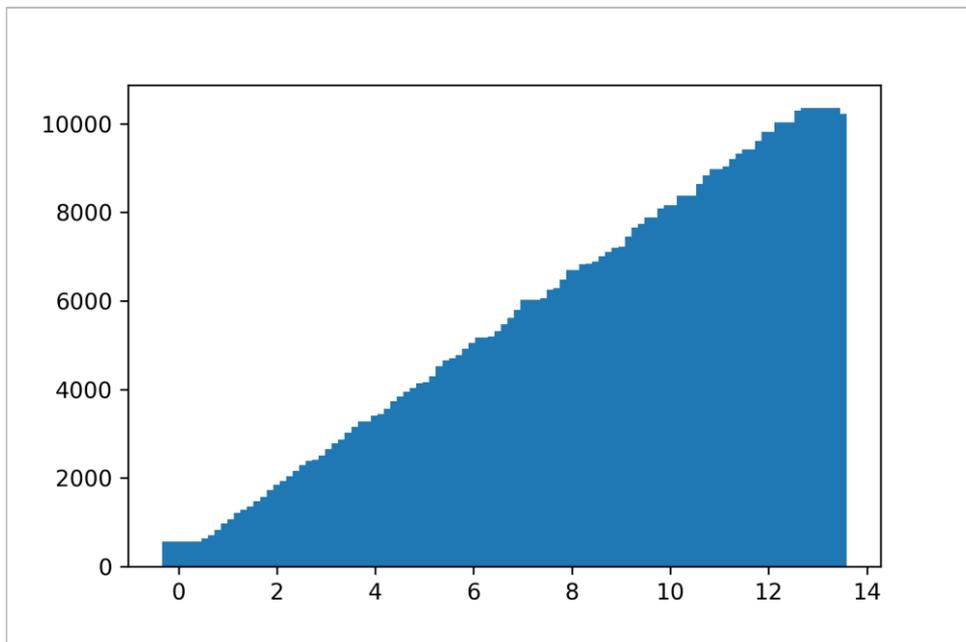
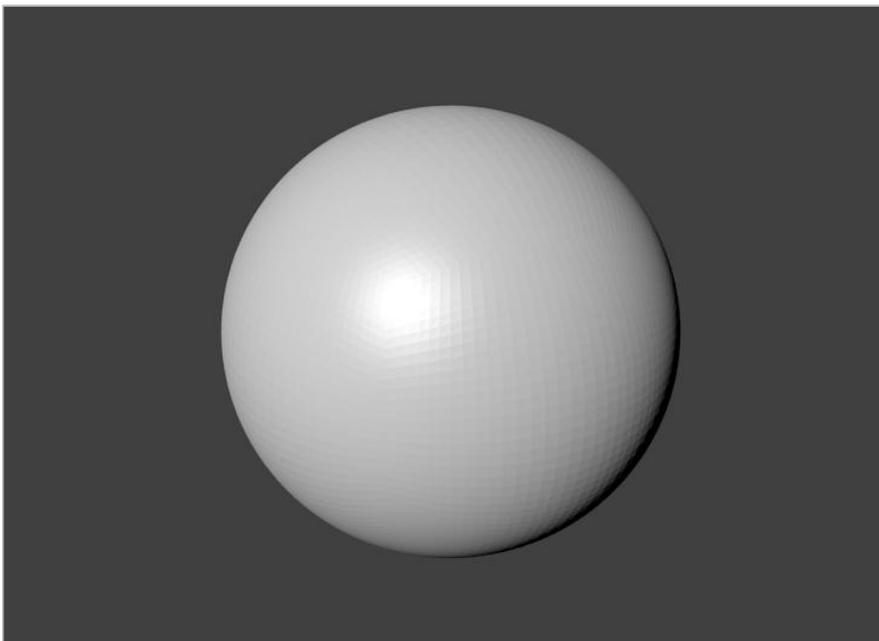
$$H_{\text{объекта}} = \frac{\sum_{i=1}^m H_i}{m}$$

$$H_i = H(\{v_1, v_2, \dots, v_n\}, k), \\ i = \overline{1, m}$$



ПОЛИТЕХ

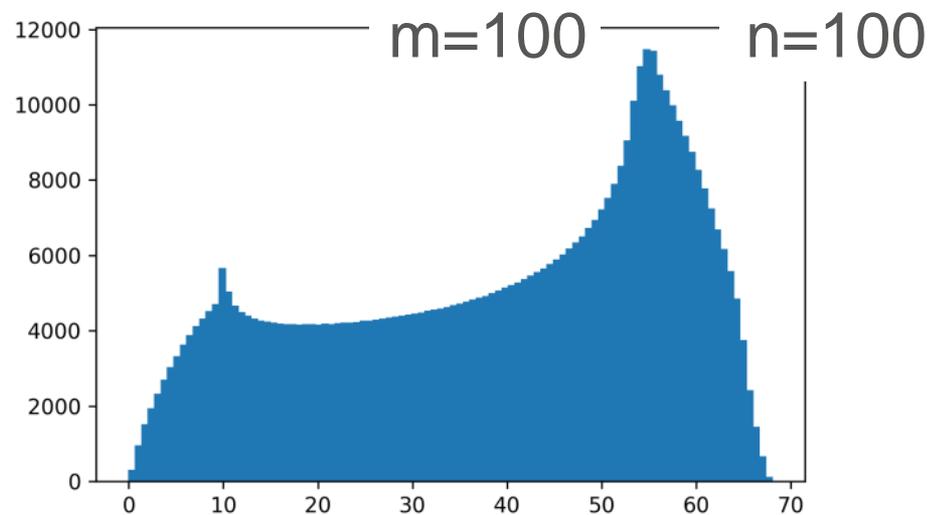
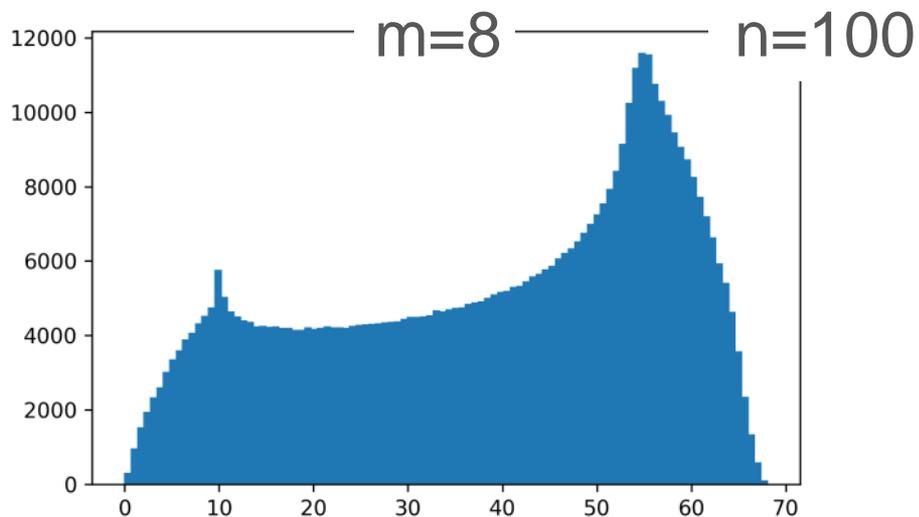
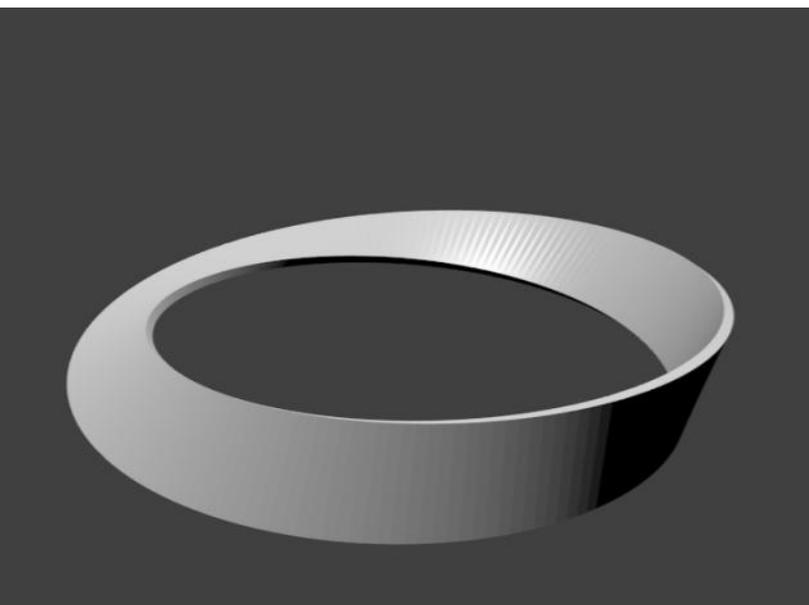
# ПРИМЕР: 3D ШАР И ЕГО ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ИНВАРИАНТ





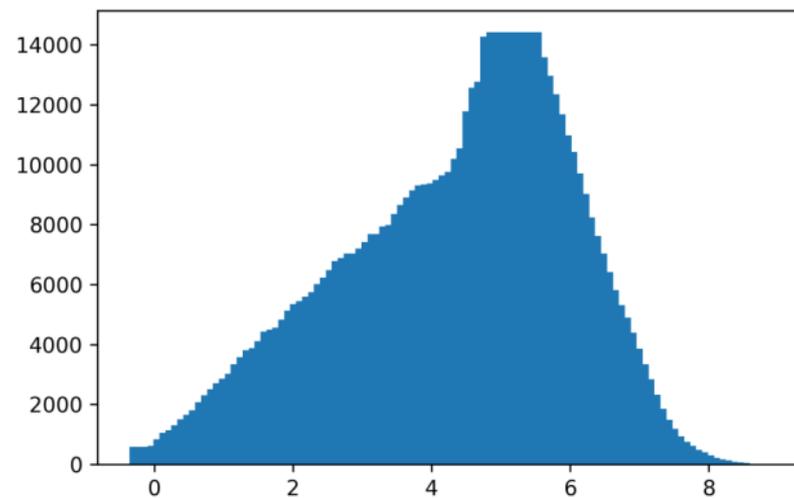
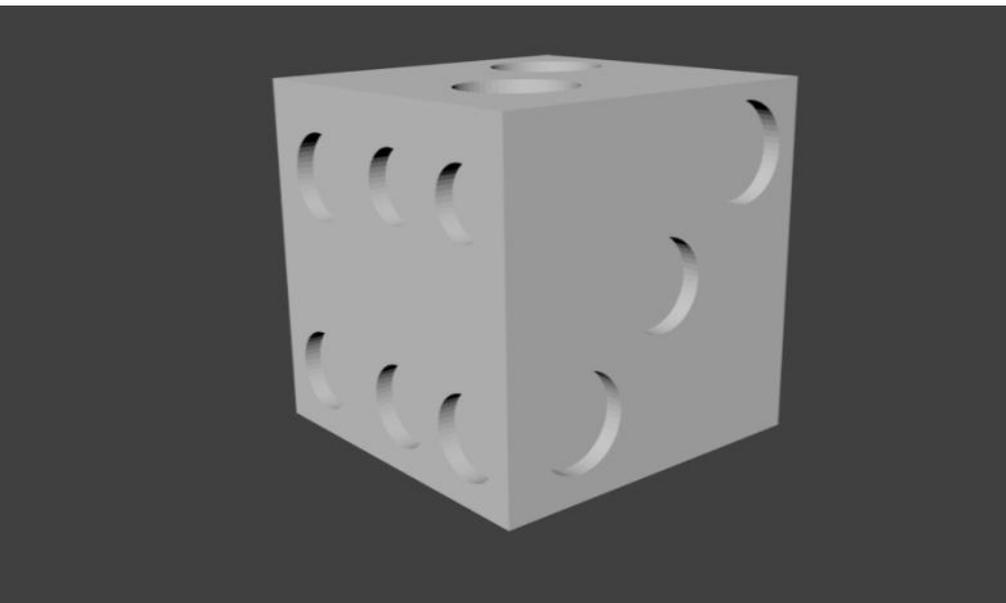
ПОЛИТЕХ

# ПРИМЕР: ЛИСТ МЕБИУСА И ЕГО ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАРИАНТЫ



# ПРИМЕР: 3D КУБ С ФАКТУРНЫМИ ГРАНЯМИ

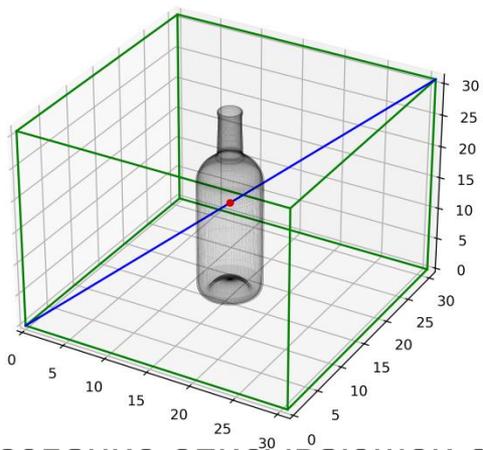
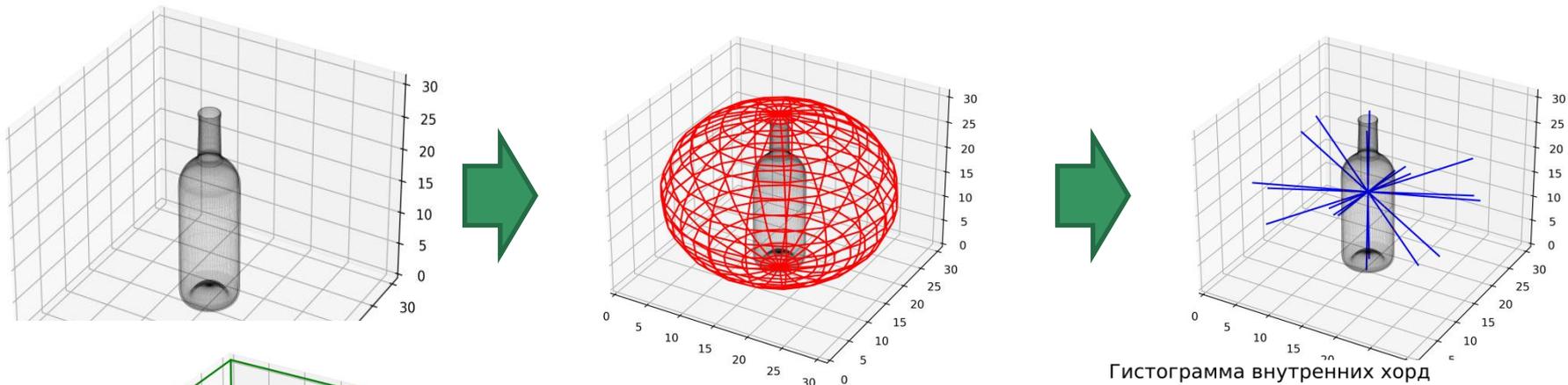
$n=100$   $m=8$



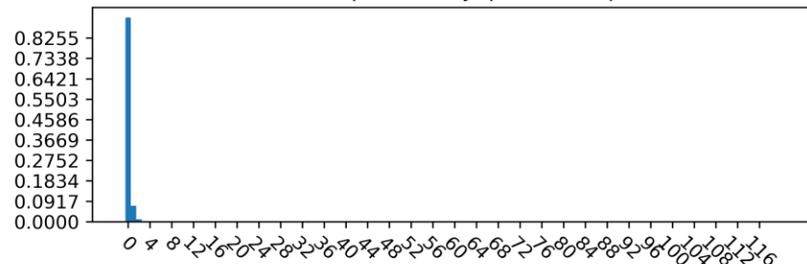


ПОЛИТЕХ

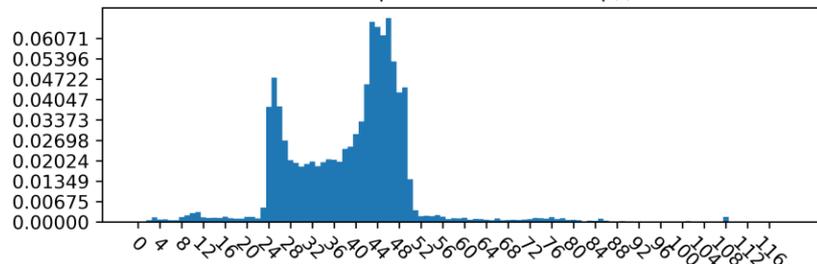
# РОБАСТНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕННОГО МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ С ПОЛОСТЬЮ



Гистограмма внутренних хорд



Гистограмма внешних хорд



1. Создание описывающей сферы
2. Построение хорд. Внешняя часть хорд – синяя, внутренняя (внутри стенок бутылки) – красная.
3. Построение гистограмм распределения длин внешних и внутренних хорд



ПОЛИТЕХ

# ВНЕШНИЙ ДИЗАЙН ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ



ИС 3D

Каталог ▾ История поиска

→ Войти

МОДЕЛЬ

1

№ заявки 21312421

№ регистрации 21312421



Дата загрузки: 08.02.2021 11:33:43 МСК

**СЕКУЩАЯ ПЛОСКОСТЬ** ✕

Положение  0.5  
0 ————— 1

Поворот  0  
-180 ————— 180

Наклон  0  
-90 ————— 90



Координаты

X:  Y:  Z:







ПОЛИТЕХ

# ИНТЕРФЕЙС – РЕЗУЛЬТАТ ПОИСКА (1)



ИС 3D

Каталог

История поиска

Войти

ПОИСК

Тип моделей: изпм, по

Дата поиска: 08.02.2021 11:33:43 МСК

Размер базы: 25 моделей

ИСХОДНАЯ МОДЕЛЬ



Номер заявки 21312421

Номер регистрации 21312421

Дата приоритета 11.01.2021 11:33:43 МСК

Наименование Крыло автомобиля

Заявитель Иванов И.А.

Все (17)

Модели для отчета (5)

Фильтры



Превью	№ заявки	№ регистрации	Дополнительная информация	Степень сходства			
	21312421	21312421	Класс МКПО 8 – Инструменты и металлоизделия	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Класс МКПО 8 – Инструменты и металлоизделия	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Наименование Крыло автомобиля	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Наименование Крыло автомобиля	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Наименование Крыло автомобиля	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Наименование Крыло автомобиля	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Класс МКПО 8 – Инструменты и металлоизделия	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное
	21312421	21312421	Класс МКПО 8 – Инструменты и металлоизделия	70			<input checked="" type="checkbox"/> Добавить в избранное

## ПОИСК

Тип моделей: [ПО](#), [ИЗПМ](#), [ТЗ](#)

Дата поиска: 08.02.2021 11:33:43 МСК    Размер базы: 25 моделей

**ИСХОДНАЯ МОДЕЛЬ**



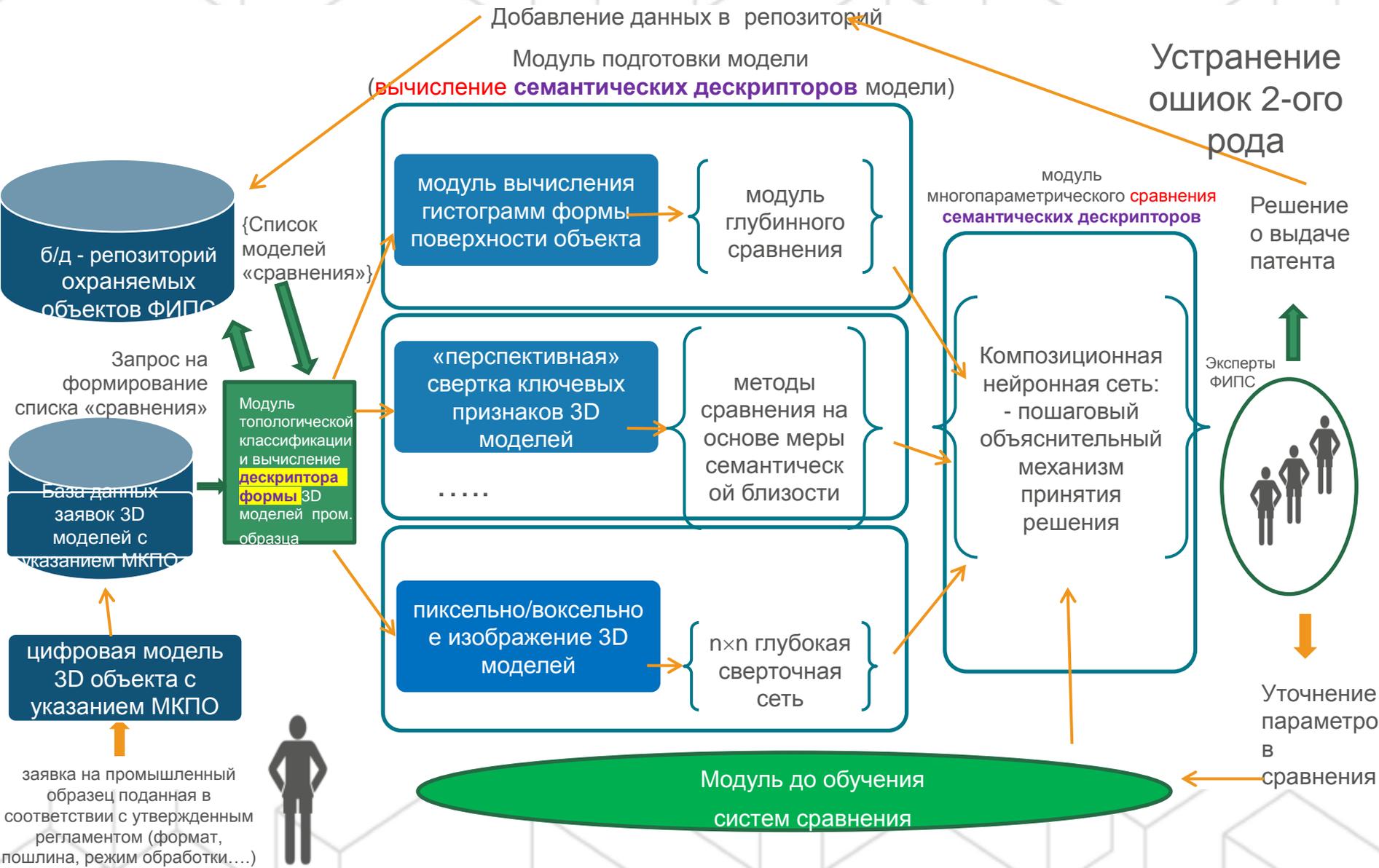
Номер заявки	21312421
Номер регистрации	21312421
Дата приоритета	11.01.2021 11:33:43 МСК
Класс МКПО	25 – Строительные блоки, строительные конструкции и их элементы
Подкласс	25 – Строительные блоки, строительные конструкции и их элементы
Наименование	Ключ
Заявитель	Иванов И.А.

Все (17)    Модели для отчета (5)

Фильтры

<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p> <p><b>8 – Инструменты и металлоизделия</b></p> <p>Класс МКПО</p> <p><b>21312421</b>    <b>НЕ ЗАДАН</b></p> <p>Номер заявки    Номер патента</p> <p>Дата приоритета: 11.01.2021 11:33:43 МСК</p>	<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p> <p><b>8 – Инструменты и металлоизделия</b></p> <p>Класс МКПО</p> <p><b>21312421</b>    <b>НЕ ЗАДАН</b></p> <p>Номер заявки    Номер патента</p> <p>Дата приоритета: 11.01.2021 11:33:43 МСК</p>	<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p> <p><b>8 – Инструменты и металлоизделия</b></p> <p>Класс МКПО</p> <p><b>21312421</b>    <b>НЕ ЗАДАН</b></p> <p>Номер заявки    Номер патента</p> <p>Дата приоритета: 11.01.2021 11:33:43 МСК</p>
<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p>	<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p>	<p><b>ПО</b></p> <p>1</p>  <p>70 Степень сходства    <input checked="" type="checkbox"/> Добавить в отчет</p>

# КОМПОНЕНТЫ ЭКЗО-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ СРАВНЕНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ



# ПЕРСПЕКТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ ЦИФРОВЫХ 3D МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ИС

## Функциональная подсистема сохранения 3D-модели

## Функциональная подсистема сравнения 3D-модели





## ФУНКЦИИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

- **Автоматизация этапов интеллектуальной деятельности при проведении , экспертизы и оборота ИС, полученной с использованием цифровых технологий**
- **Поддержка полного цикла разработки и использования объектов интеллектуальной собственности в производственном процессе (производство объектов путем 3D принтинга на основе трехмерных моделей,, 3D сетки для расчетов методом конечных элементов, архитектурные решения, полученные с помощью компьютерных систем и др.)**
- **Автоматизация механизмов передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности в цифровой среде с использованием смарт-контрактов, в том числе при создании сложных объектов с использованием компьютерных программ**
- **Создание базы данных статистических/топологических инвариантов 3D поверхностей с возможностью применения “as-is” в других ведомственных и корпоративных информационных системах**
- **Сравнение трёхмерных моделей с представительными кортежами 2D-моделей**

# Мера и категория

- Меры Жордана, Бореля и Лебега
- Канторово множество ненулевой меры
- Измеримые функции

# Метрические пространства

- Метрика и топология
- Объекты «бесконечной» размерности
- Принцип непрерывности

# Теория вероятностей

- Сигма- алгебра
- Проблемы в основаниях теории вероятности
- Сходимость случайных величин

- Алгоритмы и вычислимость
- Перечислимость и разрешимость
- Не формализуемость истины и не аксиоматизируемость арифметики

