

День Открытых Дверей МГУ, 12 ноября 2023

Профессия «искусственный интеллект, анализ данных и машинное обучение»

Воронцов Константин Вячеславович

д.ф.-м.н., профессор РАН,

зав. кафедрой Математических методов прогнозирования факультета ВМК МГУ,
рук. лаб. Машинного обучения и семантического анализа Института ИИ МГУ

voron@mlsa-iai.ru

Технологии ИИ, которые меняют мир



Бум искусственного интеллекта

1997: IBM Deep Blue обыграл чемпиона мира по шахматам

2005: Беспилотный автомобиль: DARPA Grand Challenge

2006: Google Translate – статистический машинный перевод

2011: 40 лет DARPA CALO привели к созданию Apple Siri

2011: IBM Watson победил в ТВ-игре «Jeopardy!»

2007–2018: ImageNet: 25% → 2,5% ошибок против 5% у людей

2015: Фонд OpenAI в \$1 млрд. Илона Маска и Сэма Альтмана

2016: DeepMind, OpenAI: динамическое обучение играм Atari

2016: Google DeepMind обыграл чемпиона мира по игре го

2017: OpenAI обыграл чемпиона мира по компьютерной игре Dota 2

2020: Модель GPT-3 синтезирует тексты, неотличимые от человеческих

2023: GPT-4 демонстрирует «проблески общего искусственного интеллекта»



«Четвёртая технологическая революция строится на вездесущем и мобильном Интернете, *искусственном интеллекте* и *машинном обучении*» (2016)

Клаус Мартин Шваб,
президент Всемирного
экономического форума

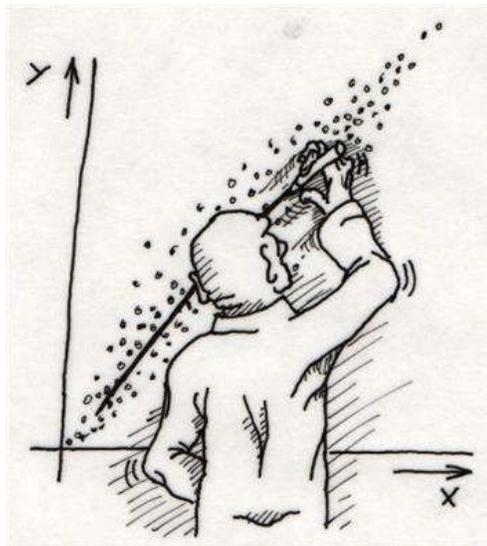
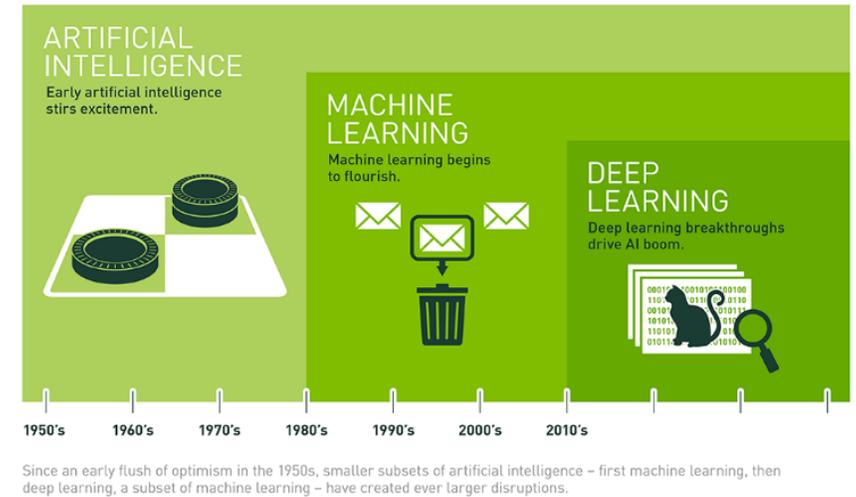


Машинное обучение, большие данные «и много других страшных слов»

- Статистический анализ данных (Statistical Data Analysis)
- Искусственный интеллект, ИИ (Artificial Intelligence, AI) 1955
- Распознавание образов (Pattern Recognition)
- Машинное обучение (Machine Learning, ML) 1959
- Статистическое обучение (Statistical Learning)
- Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) 1989
- Машинный интеллект (Machine Intelligence) 2000
- Бизнес-аналитика (Business Intelligence, Business Analytics)
- Предсказательная аналитика (Predictive Analytics) 2007
- Большие данные (Big Data, Big Data Analytics) 2008
- Цифровизация экономики (Digital Economy)
- Наука о данных (Data Science, DS) 2011

Машинное обучение (Machine Learning, ML)

- одна из ключевых информационных технологий будущего
- наиболее успешное направление ИИ, вытеснившее экспертные системы и инженерию знаний



- проведение функции через заданные точки в сложно устроенных пространствах
- математическое моделирование в условиях, когда знаний мало, данных много
- тысячи различных методов и алгоритмов
- около 100 000 научных публикаций в год

Задачи машинного обучения с учителем

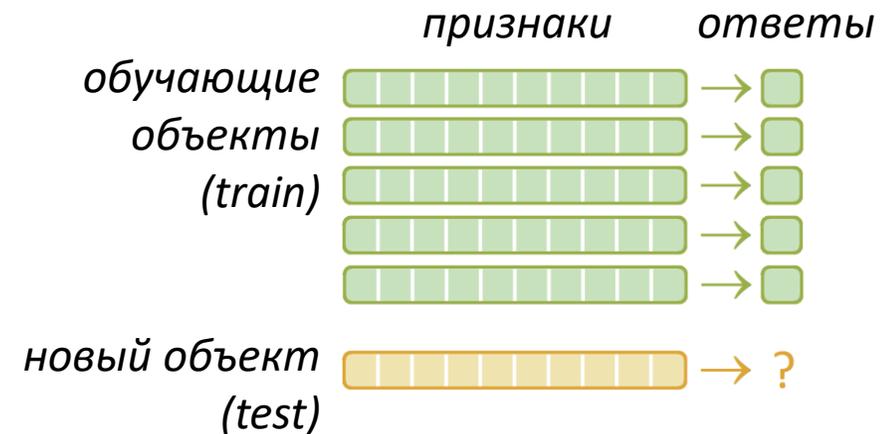
Этап №1 – обучение с учителем

- **На входе:**
данные – выборка прецедентов «объект → ответ»,
каждый объект описывается *вектором признаков*
- **На выходе:**
модель, предсказывающая ответ по объекту

Если нет данных,
то нет
и машинного
обучения

Этап №2 – применение

- **На входе:**
данные – вектор признаков нового объекта
- **На выходе:**
предсказание ответа для этого объекта

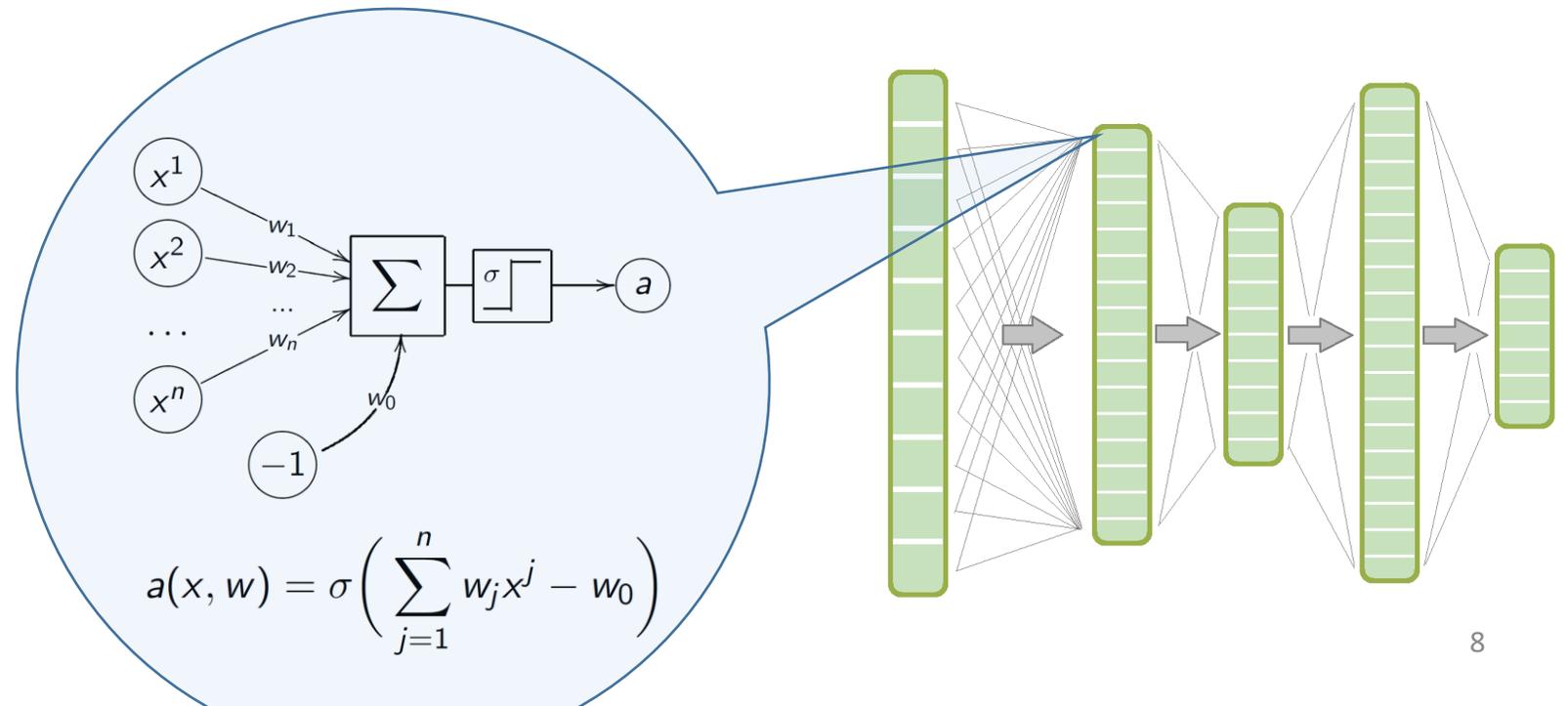
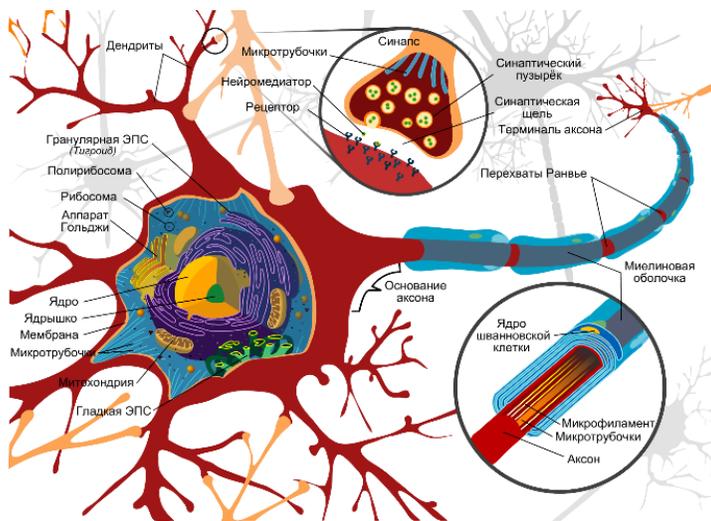


Искусственные нейронные сети

На каждом слое сети *вектор объекта* преобразуется в новый вектор

Каждое преобразование (нейрон) – взвешенная сумма признаков

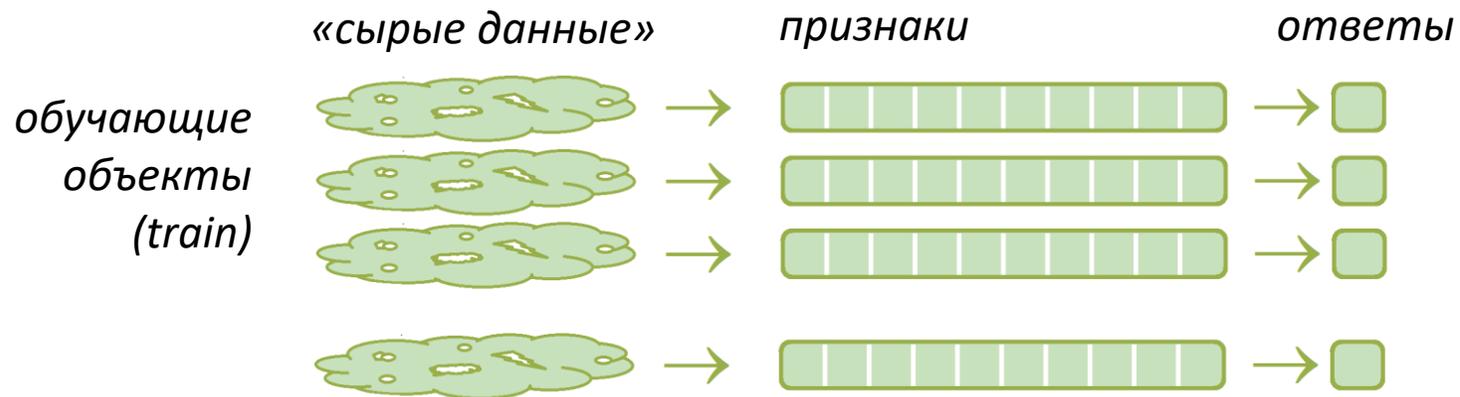
Веса w являются обучаемыми параметрами модели



Глубокие нейронные сети

Вход: сложно структурированные «сырые» данные объектов

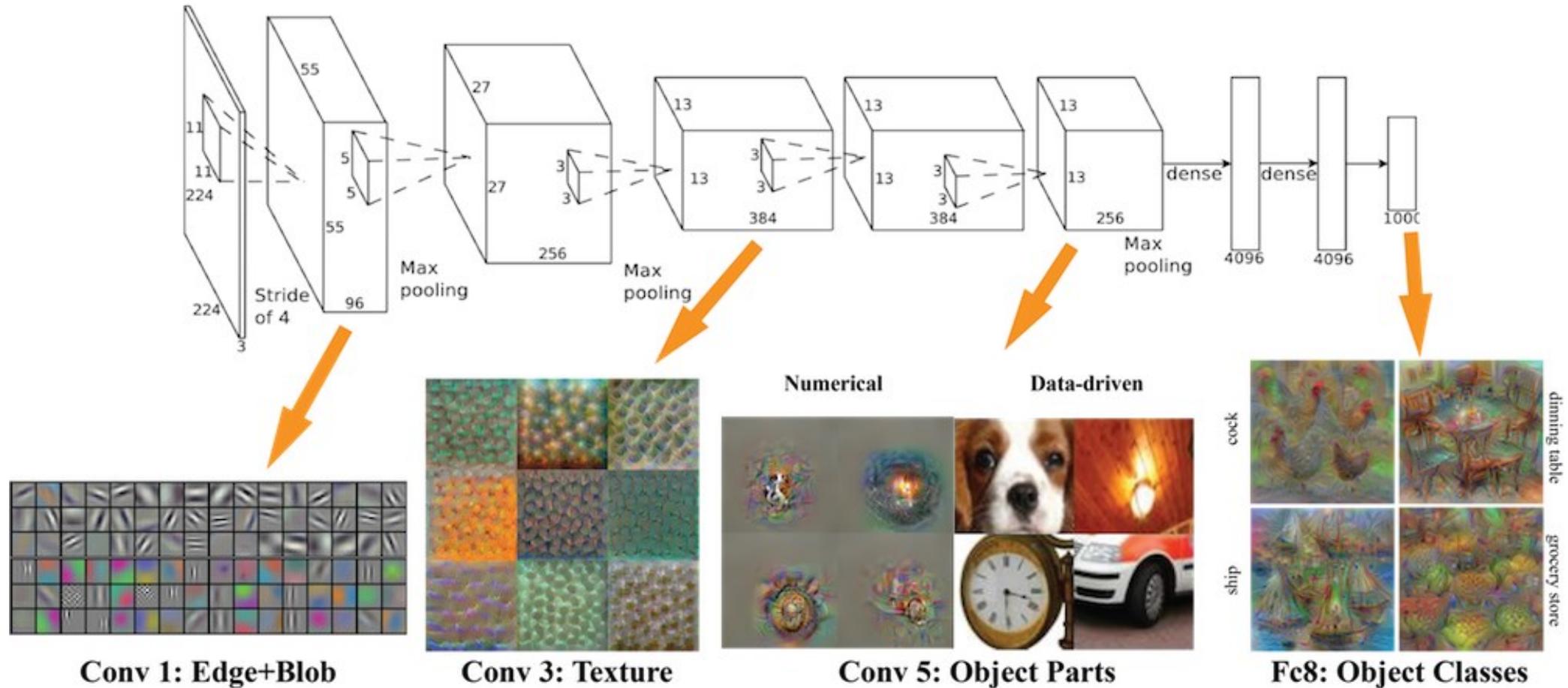
Выход: векторные представления объектов, затем ответы



*Deep Learning – это
всего лишь обучаемая
векторизация
сложных объектов*

Примеры сложно структурированных объектов:
изображения, видео, временные ряды, тексты, транзакции, графы, ...

Глубокие свёрточные нейронные сети для классификации изображений



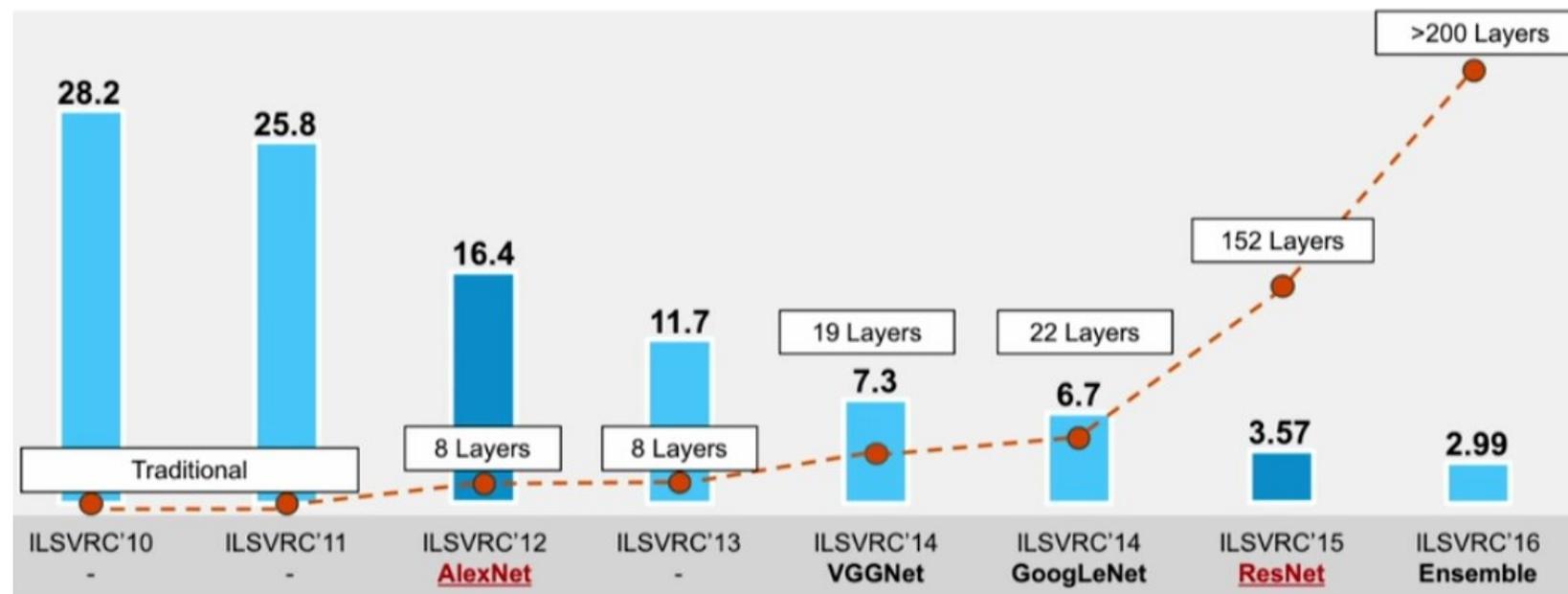
Роль больших данных

ImageNet: 15М изображений, 22К категорий



Fei-Fei Li, TED 2015

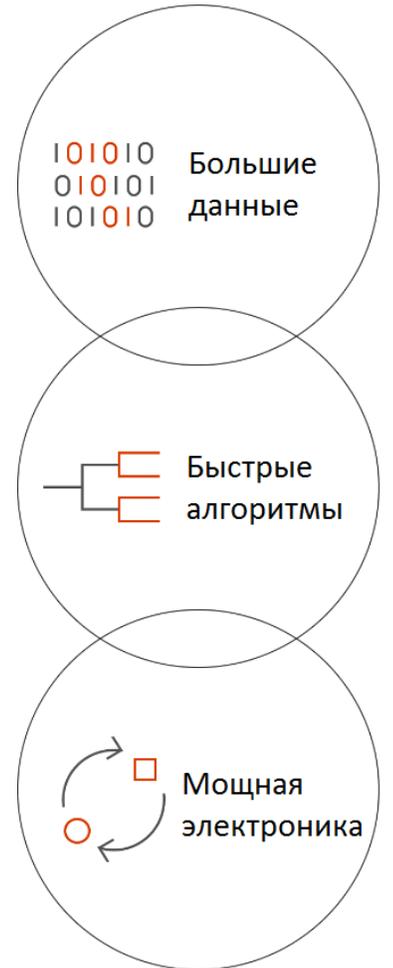
IMAGENET



Старт в 2009 г. Человеческий уровень ошибок 5% пройден в 2015 г.

Три составляющих успеха Deep Learning

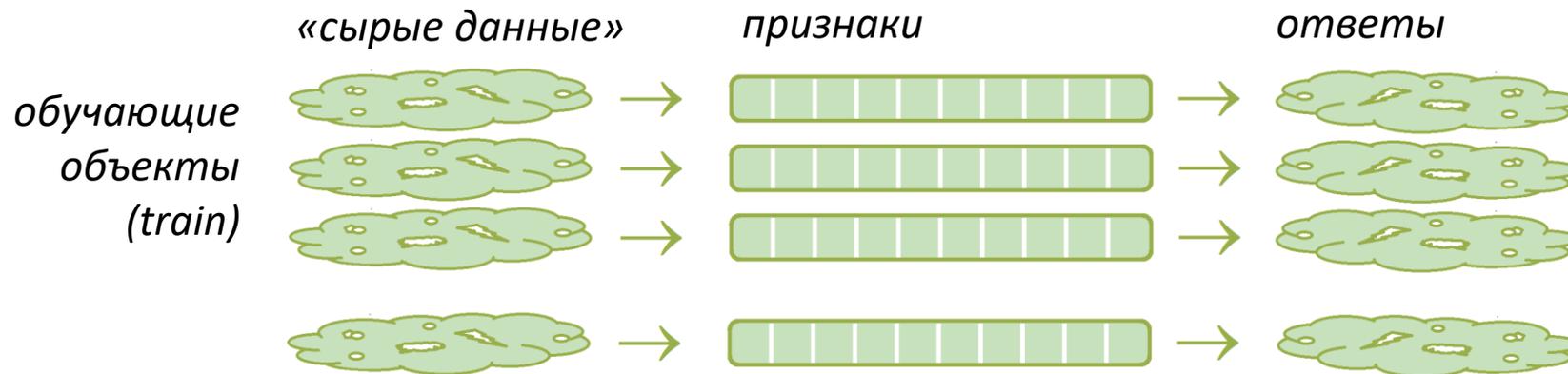
- Повсеместное применение компьютерных технологий
→ *накопление больших выборок данных*
в частности, ImageNet
- Развитие математических методов и алгоритмов
→ *накопление критической массы опыта*
методы оптимизации, контроль переобучения
- Достижения микроэлектроники
→ *рост вычислительных мощностей по закону Мура*
в частности, GPU



Нейронные сети для синтеза объектов

Вход: сложно структурированные объекты

Выход: сложно структурированные ответы



Примеры: синтез изображений, перенос стиля, распознавание речи, машинный перевод, суммаризация текстов, диалог с пользователем

Модели: seq2seq, CNN, RNN, LSTM, GAN, BERT, GPT и др.

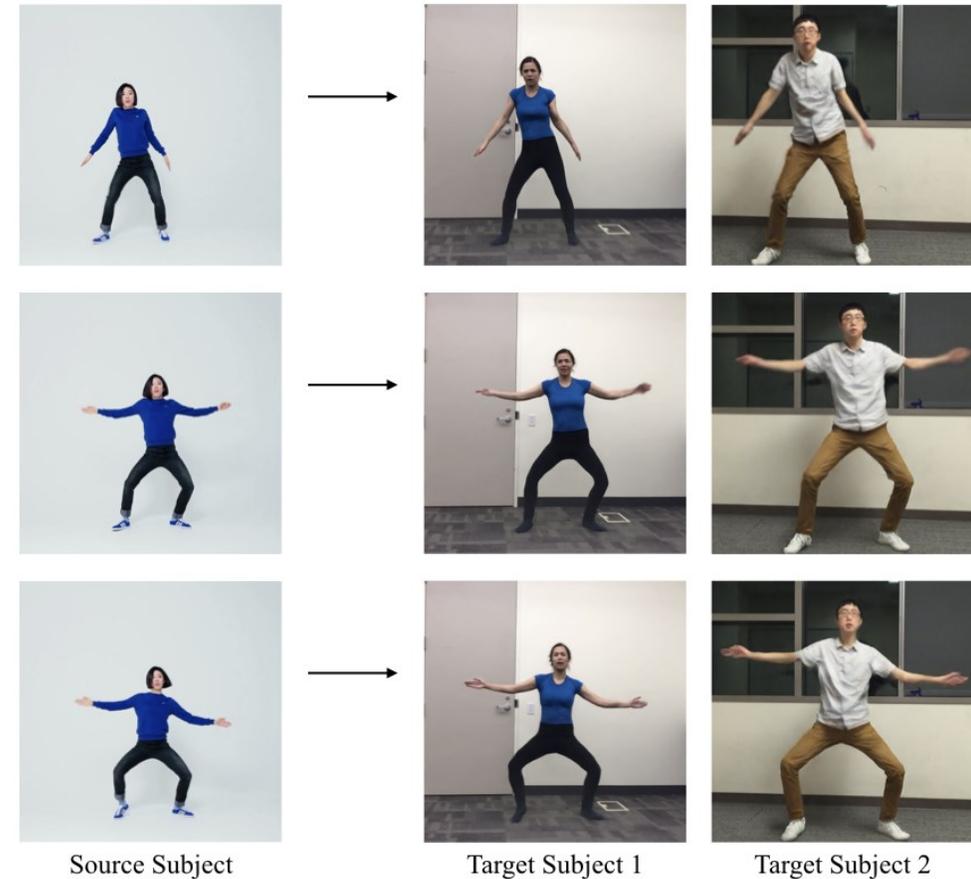
Синтез изображений и видео



(d) input image

(e) output 3d face

(f) textured 3d face



Source Subject

Target Subject 1

Target Subject 2

Эволюция подходов в обработке текстов

Как решали задачи анализа текстов 10 лет назад

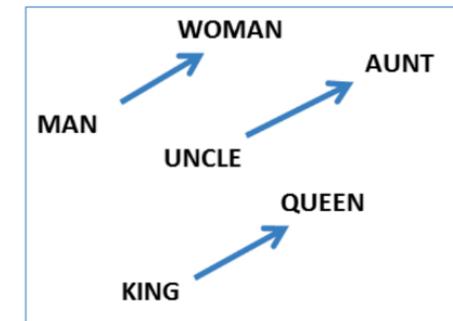
- морфологический анализ, лемматизация, опечатки, ...
- синтаксический анализ, выделение терминов, NER, ...
- семантический анализ, выделение фактов, тем, ...

Модели векторизации слов (эмбединги слов)

- модели дистрибутивной семантики:
word2vec [Mikolov, 2013], FastText [Bojanowski, 2016], ...
- тематические модели LDA [Blei, 2003], ARTM [2014], ...

Нейросетевые модели контекстной векторизации

- рекуррентные нейронные сети: LSTM, GRU, ...
- «end-to-end» модели внимания и трансформеры:
машинный перевод [2017], BERT [2018], GPT-3 [2020], ...



$$\text{softmax} \left(\frac{\begin{matrix} \text{Q} & & \text{K}^T \\ \begin{matrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{matrix} & \times & \begin{matrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{matrix} \end{matrix}}{\sqrt{d}} \right) \begin{matrix} \text{V} \\ \square & \square & \square \end{matrix}$$

Модели внимания: аннотирование изображений



A woman is throwing a frisbee in a park.



A dog is standing on a hardwood floor.



A stop sign is on a road with a mountain in the background.



A little girl sitting on a bed with a teddy bear.



A group of people sitting on a boat in the water.

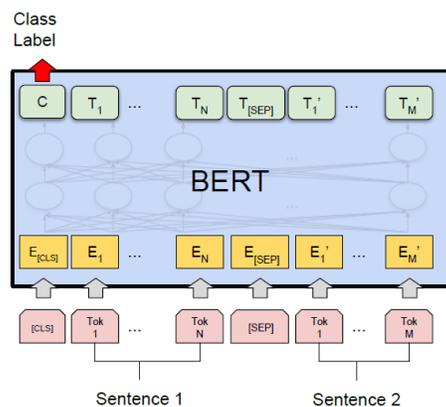


A giraffe standing in a forest with trees in the background.

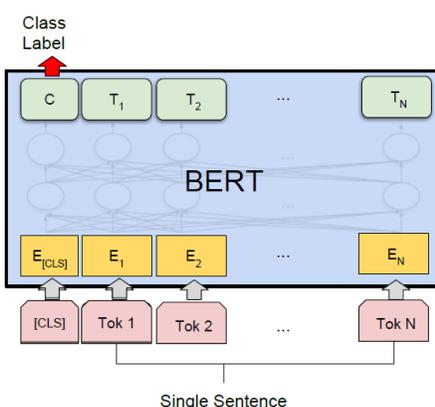
Интерпретация: на какие области модель обращает внимание, генерируя подчёркнутое слово в описании изображения

Трансформеры: нейросетевые модели языка

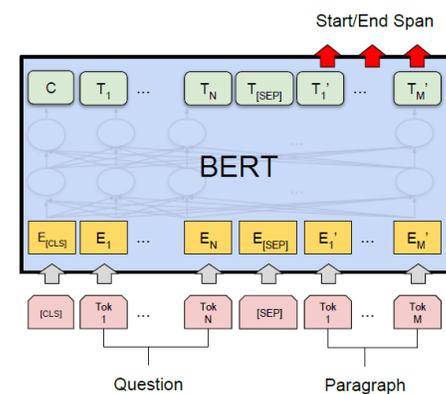
- Обучаются векторизовать и предсказывать слова по контексту
- Обучаются по терабайтам текстов, «они видели в языке всё»
- Мультиязычны: обучаются на десятках языков
- Мультизадачны: для каждой новой задачи NLP/NLU достаточно предобученной модели или дообучения на небольшой выборке



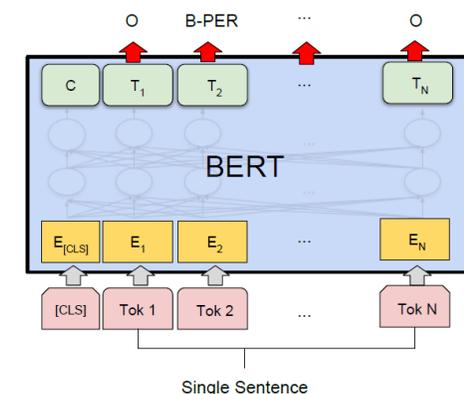
(a) Sentence Pair Classification Tasks:
MNLI, QQP, QNLI, STS-B, MRPC,
RTE, SWAG



(b) Single Sentence Classification Tasks:
SST-2, CoLA



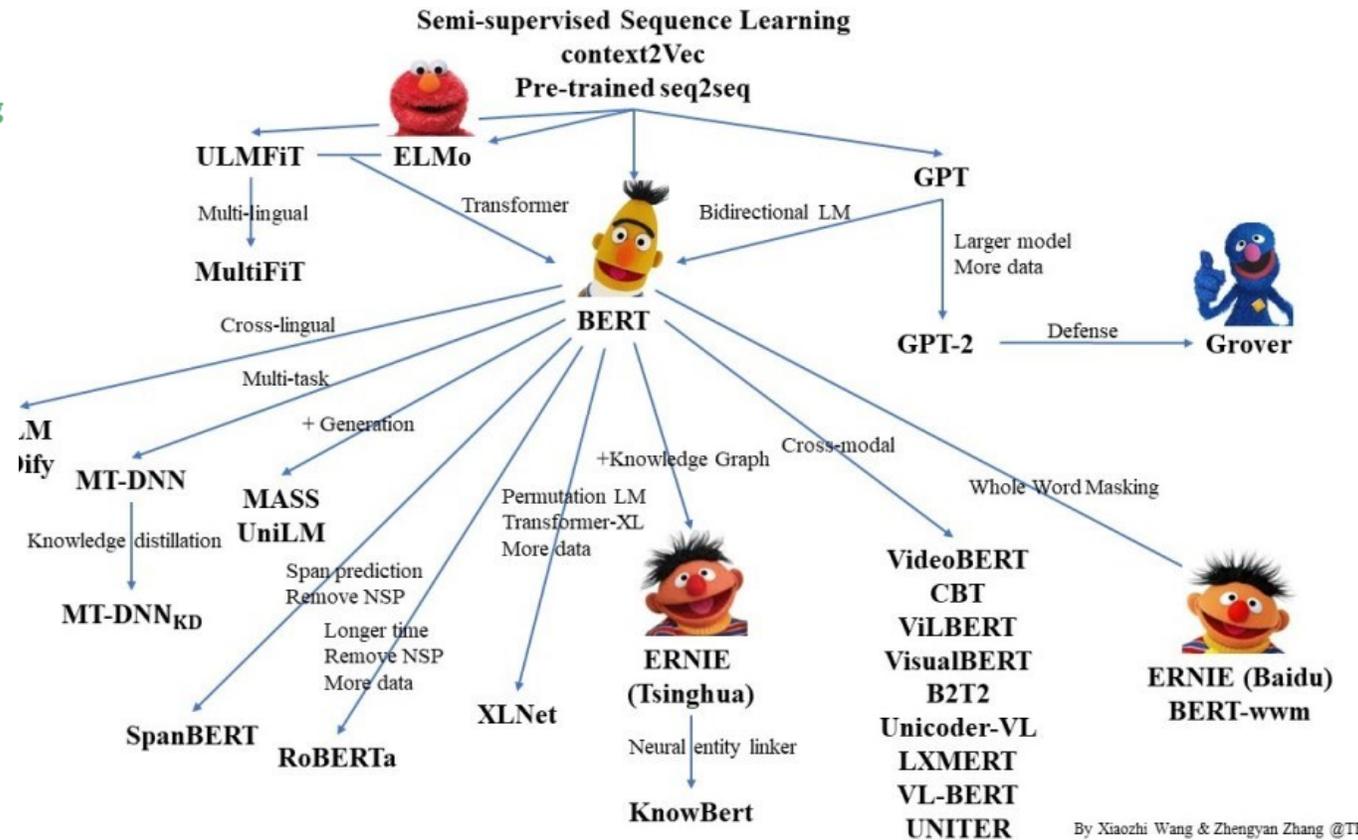
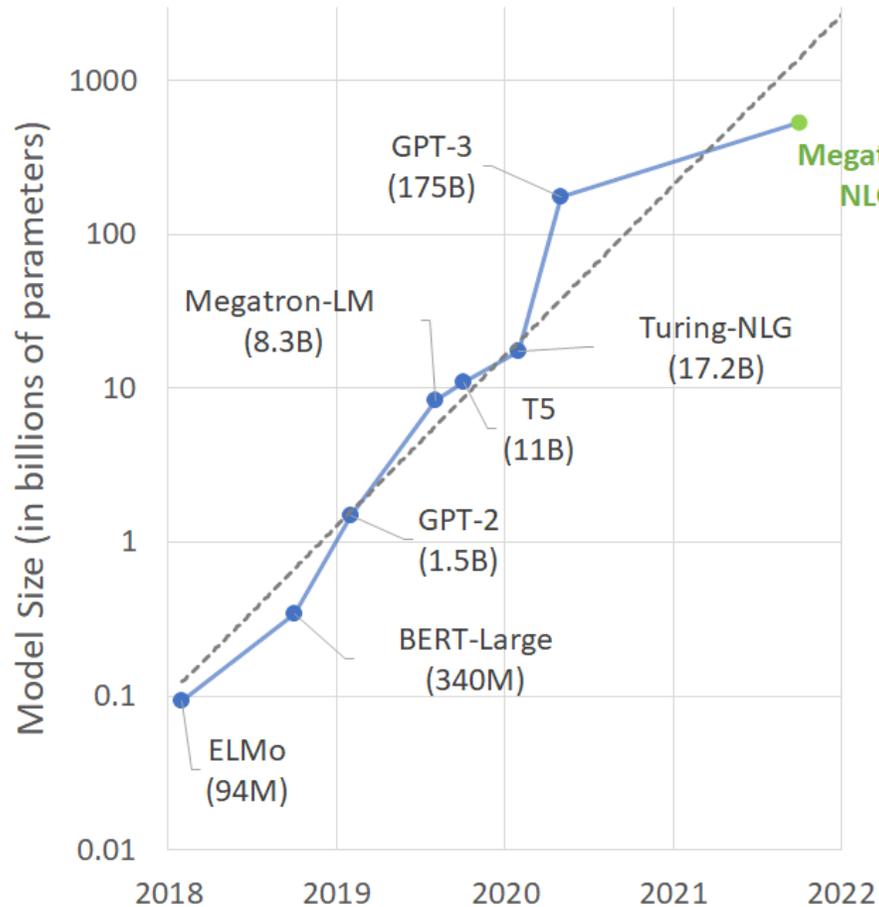
(c) Question Answering Tasks:
SQuAD v1.1



(d) Single Sentence Tagging Tasks:
CoNLL-2003 NER

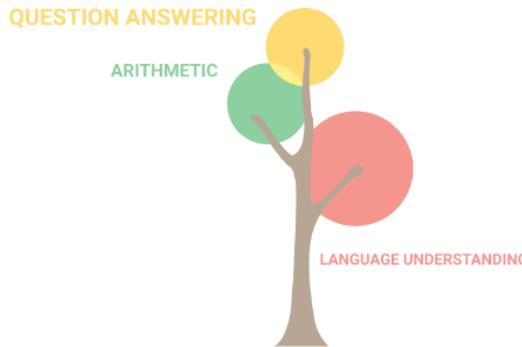
Трансформеры: нейросетевые модели языка

Экспоненциальный рост больших языковых моделей — быстрее закона Мура



By Xiaozhi Wang & Zhengyan Zhang @THUNLP

Новые (не ожидавшиеся) способности модели или явление эмерджентности (phenomenon of emergence)

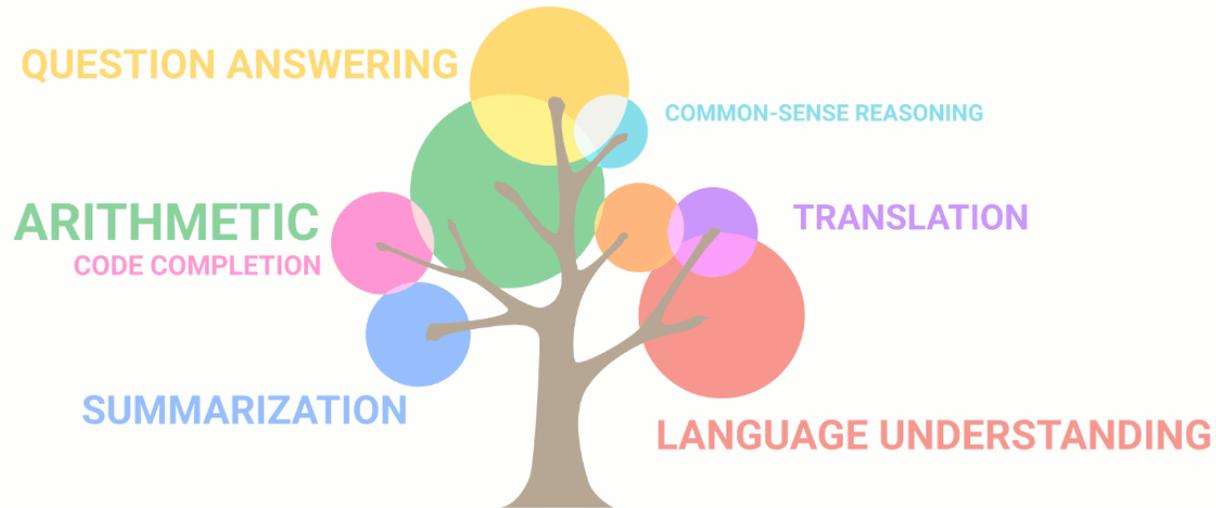


GPT-2: 14-Feb-2019

1,5 млрд. параметров, корпус 10 млрд. токенов (40Gb), контекст 768 слов (1,5 стр.)

- способность написать эссе, которое конкурсное жюри не смогло отличить от написанного человеком

Новые (не ожидавшиеся) способности модели

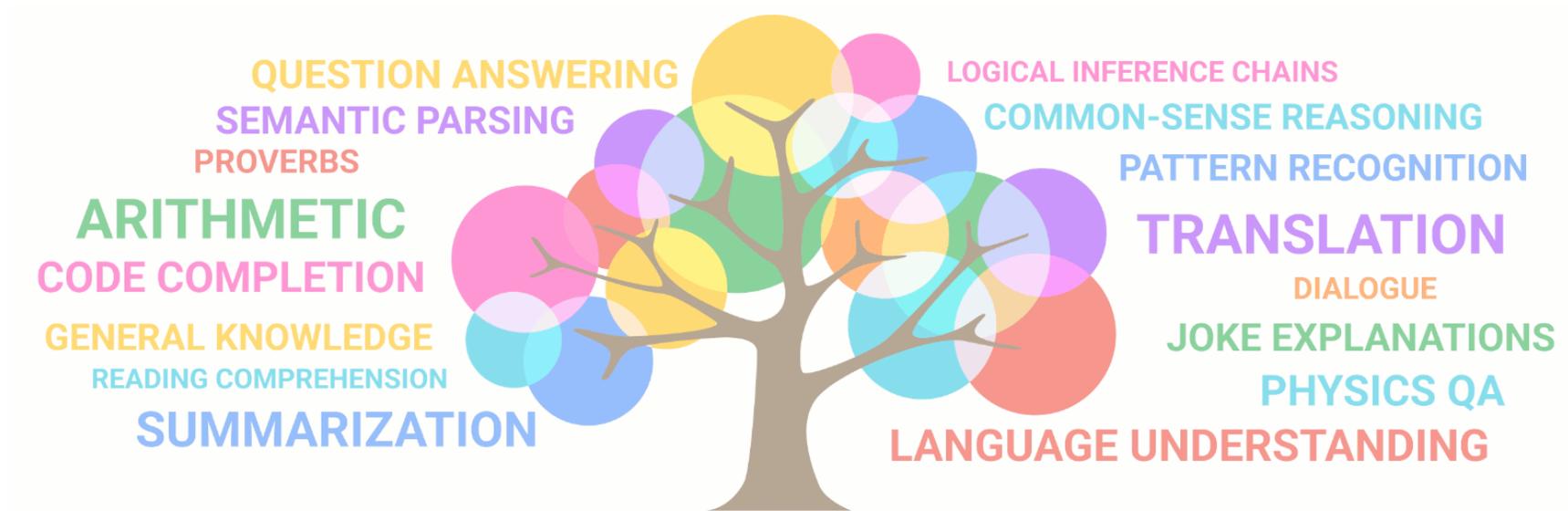


GPT-3: 11-Jun-2020

175 млрд. параметров, корпус 500 млрд. токенов, контекст 1536 слов (3 стр.)

- способность делать перевод на другие языки
- способность решать логические и простейшие математические задачи
- способность генерировать программный код по текстовому описанию

Новые (не ожидавшиеся) способности модели



GPT-4: 14-Mar-2023

>1 трл. параметров, корпус >1Tb, контекст 24 000 слов (48 страниц)

- способность описывать и анализировать изображения
- способность реагировать на подсказки вроде «Let's think step by step»
- способность решать качественные физические задачи по картинке

Проблески общего искусственного интеллекта

Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4

Sébastien Bubeck Varun Chandrasekaran Ronen Eldan Johannes Gehrke
Eric Horvitz Ece Kamar Peter Lee Yin Tat Lee Yuanzhi Li Scott Lundberg
Harsha Nori Hamid Palangi Marco Tulio Ribeiro Yi Zhang

Microsoft Research (27 March 2023)

Новые способности модели, не закладывавшиеся при обучении:

- объяснять свои ответы, перефразировать, переводить на другие языки
- реферировать, генерировать планы, сценарии, шаблоны
- строить аналогии, менять тональность, стиль, глубину изложения
- генерировать программный код на различных языках
- решать некоторые логические и математические задачи
- искать и исправлять собственные ошибки по подсказке

Машинное обучение – это оптимизация

x – вектор объекта обучающей выборки

w – параметры модели

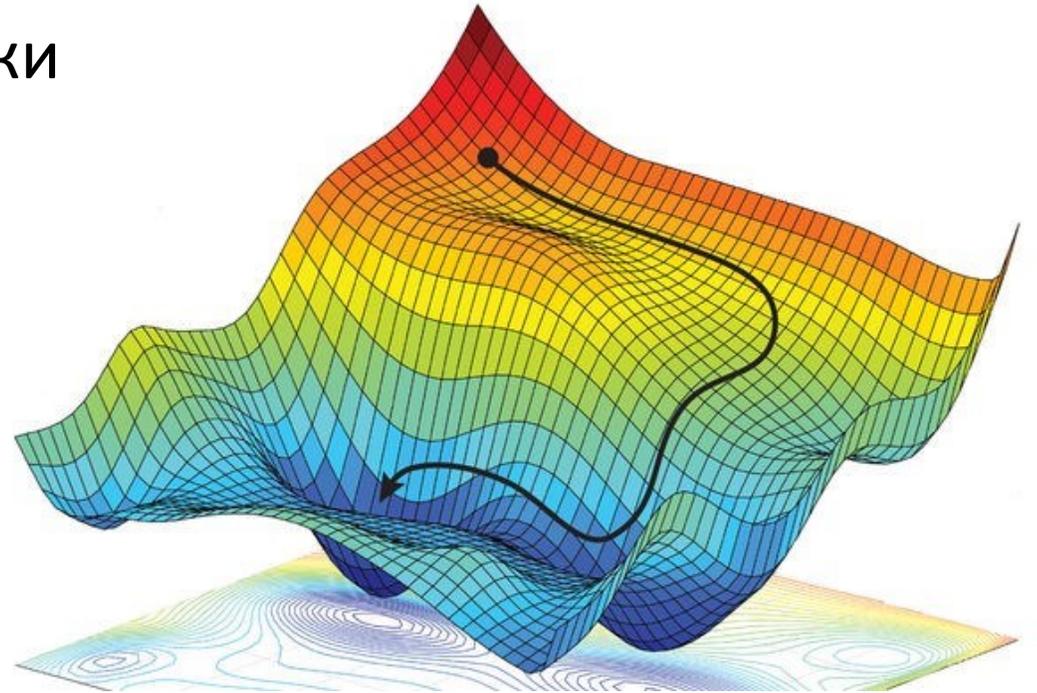
$\text{Loss}(x, w)$ – функция потерь

$Q(w)$ – критерий качества модели

Задача на этапе обучения модели:

$$Q(w) = \sum_x \text{Loss}(x, w) \rightarrow \min$$

Способ решения – численные методы оптимизации



Как стать дата-саентистом

Изучать

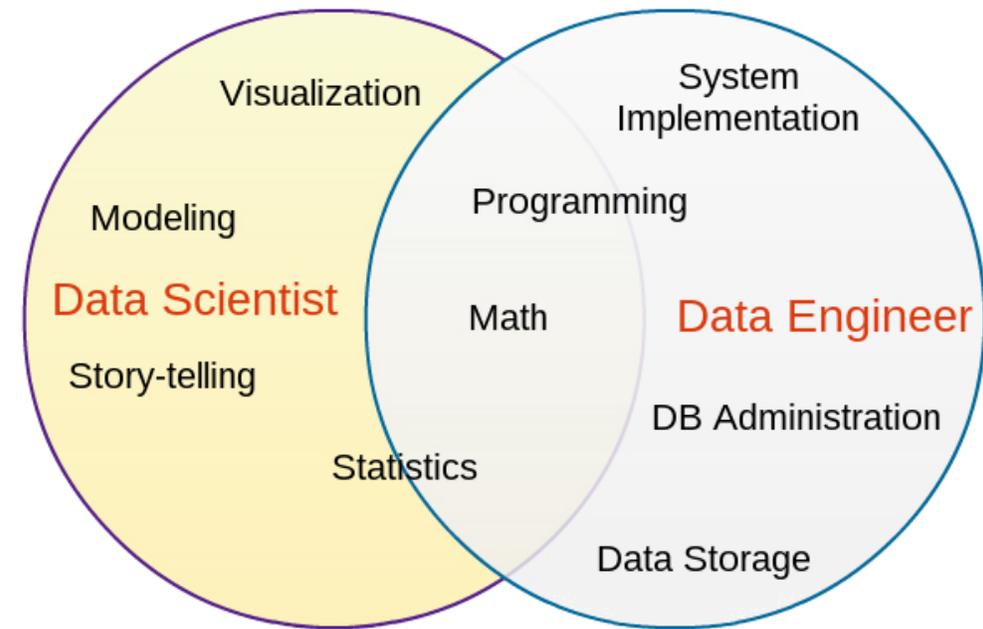
- математику (матан, линал, теорвер, матстат, вычмат, метофт)
- программирование (Python, C++, SQL)
- физику — чтобы научиться модельному мышлению

Интересоваться

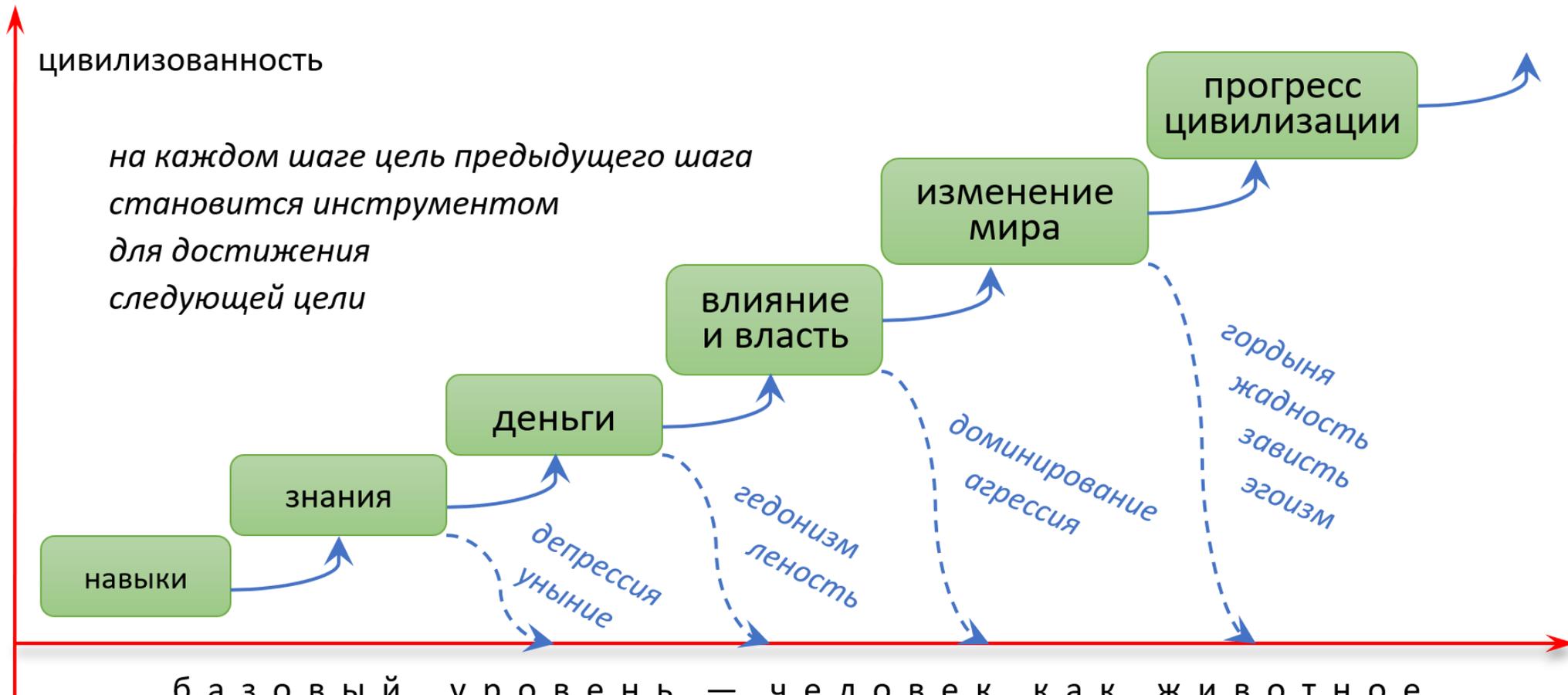
- чем живёт профсообщество: ODS (open data science), Хабр, TechCrunch
- технологиями, достижениями, приложениями

Пробовать

- участвовать в конкурсах анализа данных
- решать реальные прикладные задачи машинного обучения



Как стать прогрессором



смертные грехи — то, что мешает человеку возвыситься над состоянием животного

Рекомендуемая литература

- *Домингос П.* Верховный алгоритм. 2016.
- *Бурков А.* Машинное обучение без лишних слов. Питер, 2020.
- *Шумский С. А.* Машинный интеллект. РИОР ИНФРА-М, 2020.
- *Гарбук С.В., Губинский А.М.* Искусственный интеллект в ведущих странах мира: стратегии развития и военное применение. Знание, 2020.
- *Николенко С. И., Кадурын А. А., Архангельская Е. О.* Глубокое обучение. Питер, 2018.
- *Бенджио И., Гудфеллоу Я., Курвилль А.* Глубокое обучение. ДМК-Пресс, 2018.
- *Воронцов К. В.* Лекции по машинному обучению. www.MachineLearning.ru, 2004-2023.
- *Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.* The Elements of Statistical Learning. Springer, 2017.
- *Мерков А. Б.* Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. 2011.
- *Мерков А. Б.* Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей. 2014.