



@SINECOR

Что такое AI? Введение и терминология

Сергей Николенко
07 сентября 2026 г.



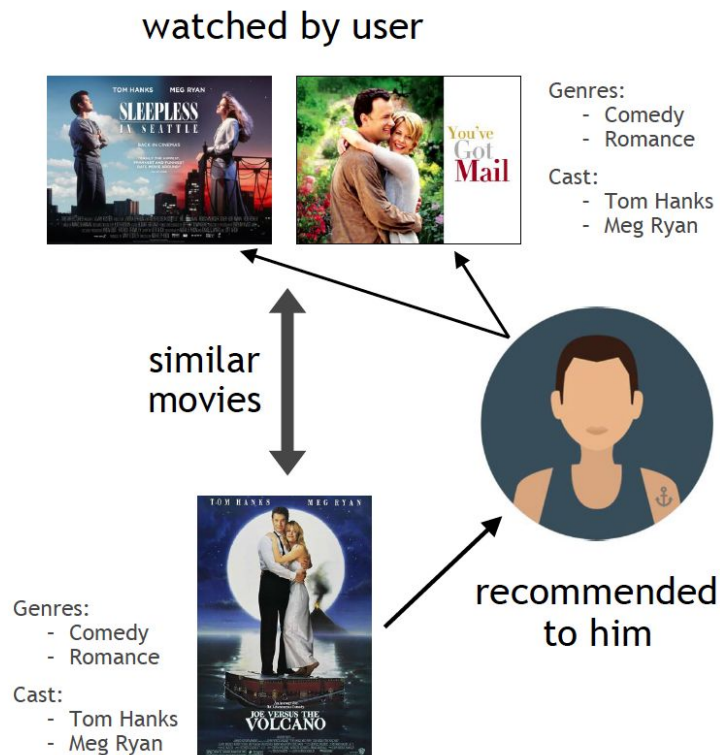
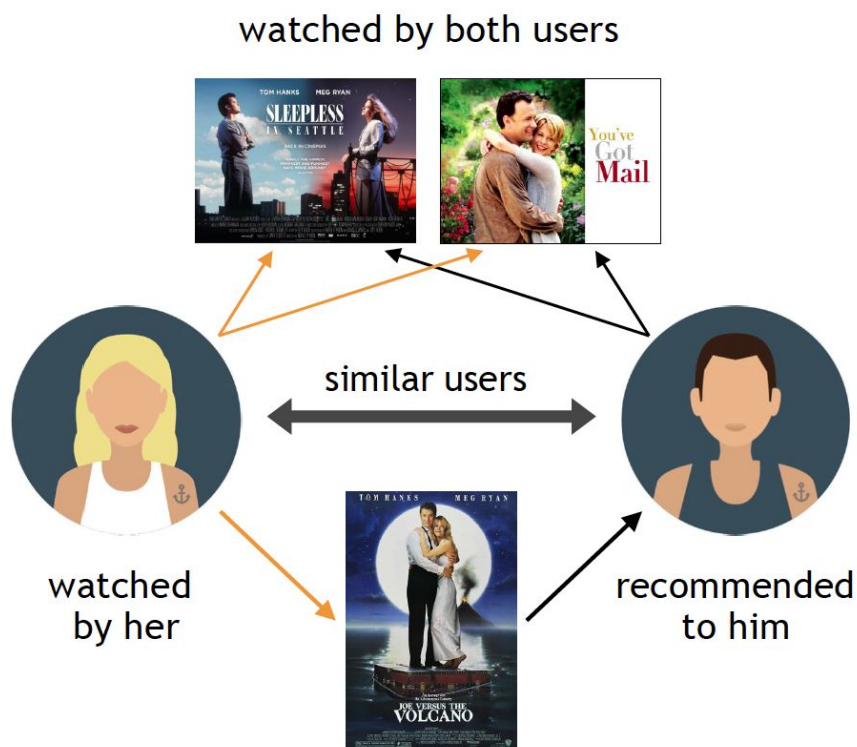
Технологии и границы науки о данных

Искусственный интеллект в нашей жизни



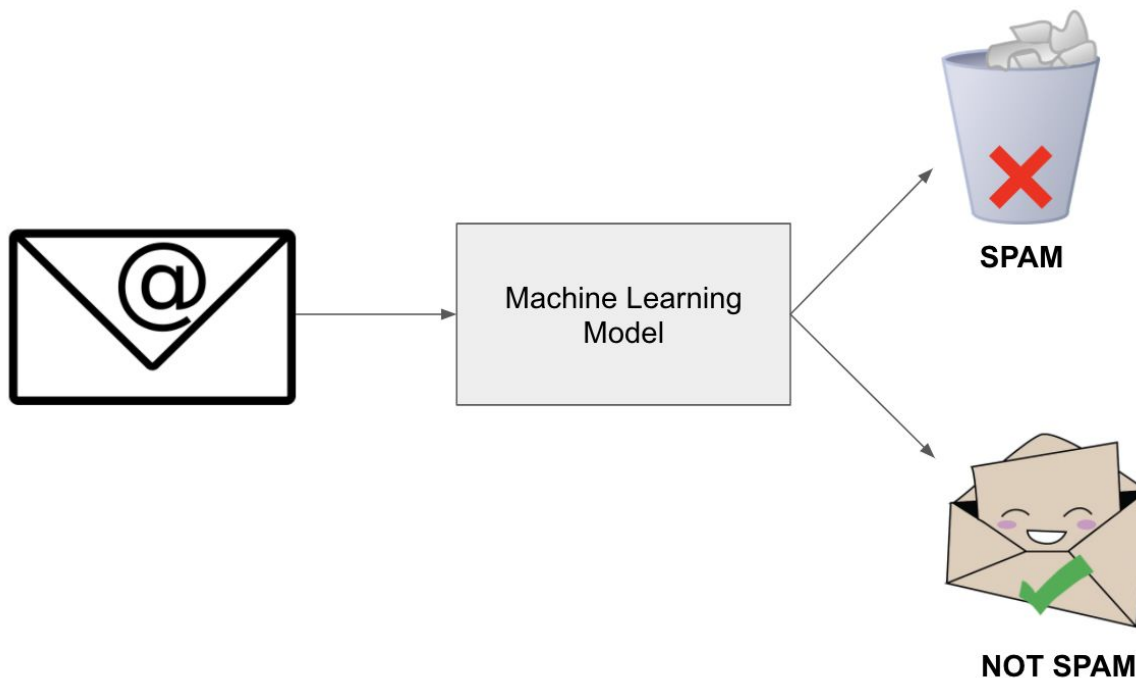
Этот курс двадцать лет назад

- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 20 лет назад?
- Наверное, с рекомендательных систем...



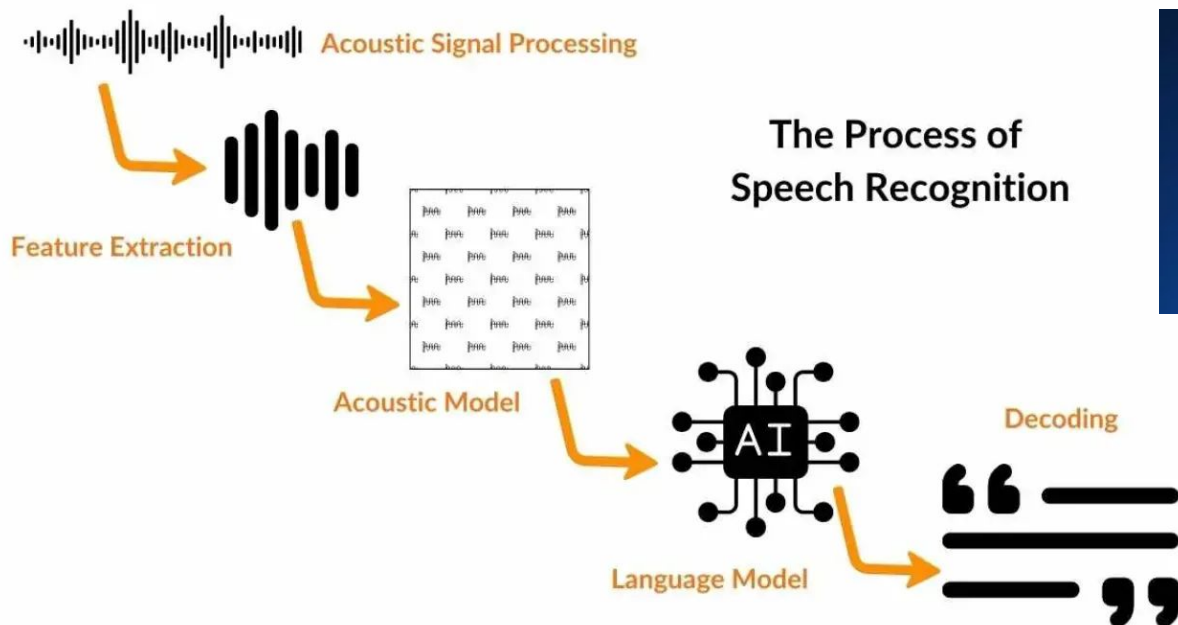
Этот курс двадцать лет назад

- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 20 лет назад?
- ...или спам-фильтров; но жизненных примеров было бы не так много, я бы говорил о том, что AI в вашей жизни присутствует незримо



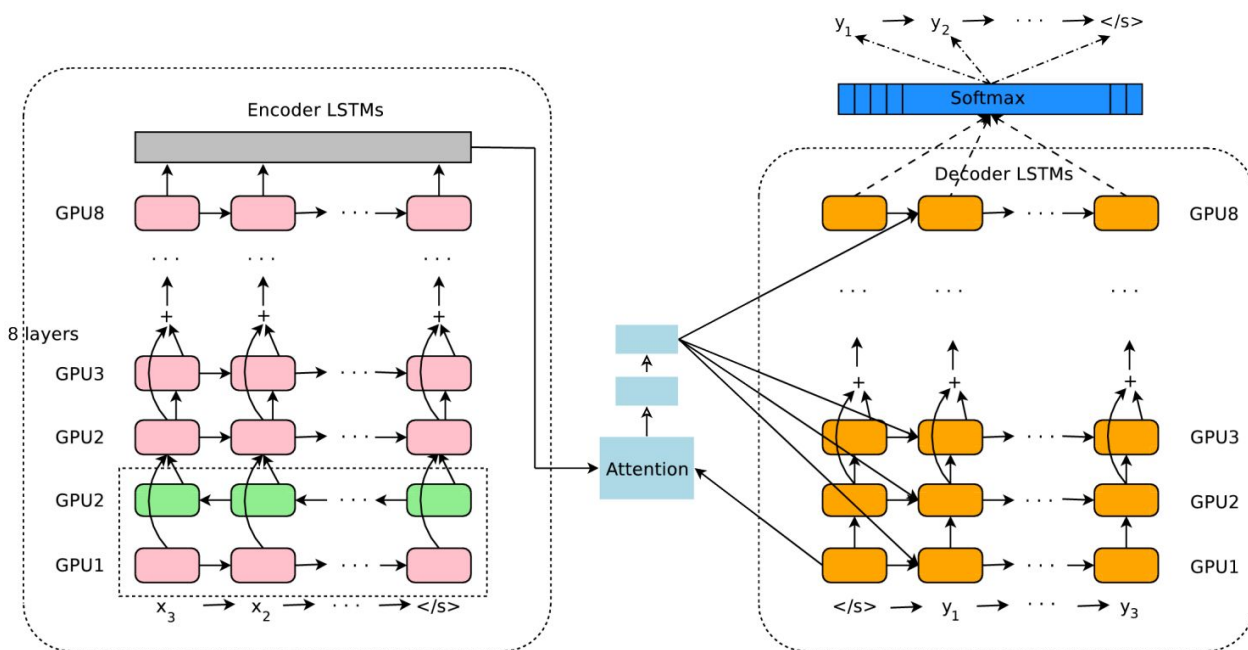
Этот курс пятнадцать лет назад

- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 15 лет назад?
- Да с того же самого, но ещё рассказал бы, какой скачок произошёл в распознавании речи — благодаря извлечению признаков глубокими нейронными сетями заработали голосовые помощники!



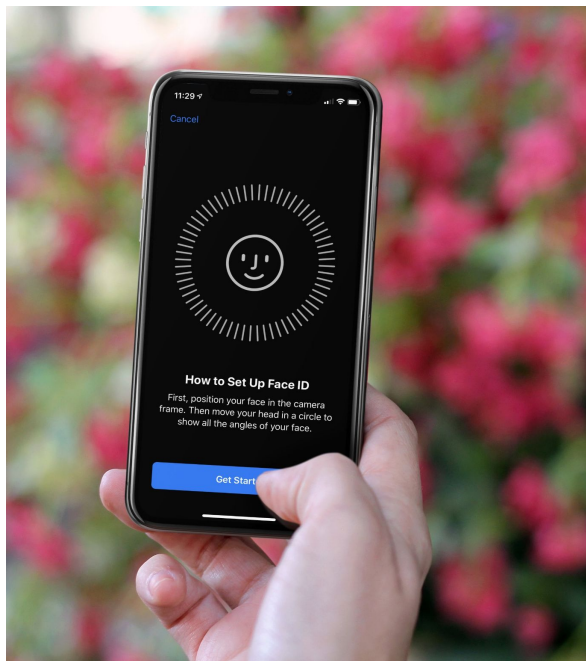
Этот курс пять-десять лет назад

- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 5-10 лет назад?
- Снова с рекомендательных систем, но теперь я бы ещё мог рассказать о машинном переводе (Google Translate стал достаточно хорош во второй половине 2010-х)...



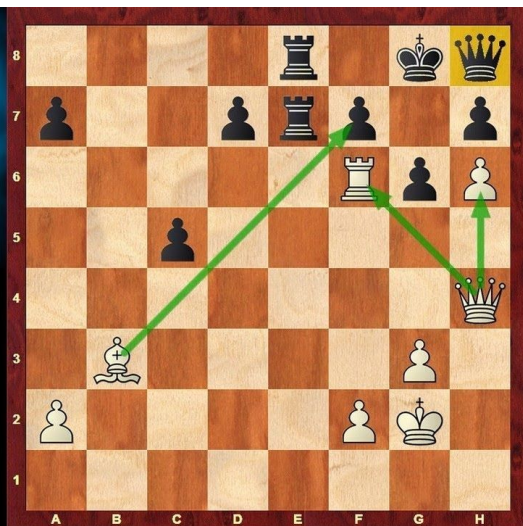
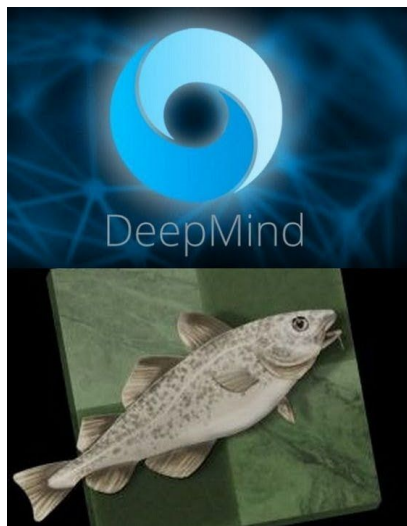
Этот курс пять-десять лет назад

- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 5-10 лет назад?
- ...об успехах компьютерного зрения, которое позволило запустить, например, Face ID и вовсе работало в беспилотных автомобилях



Этот курс пять-десять лет назад

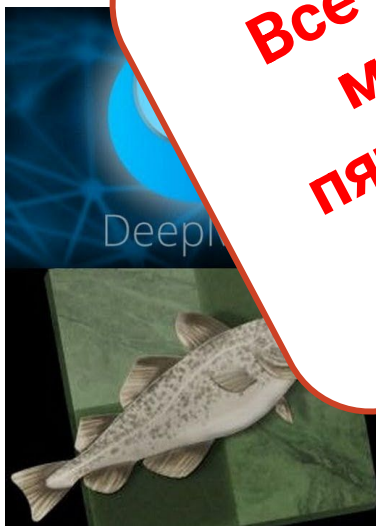
- С чего бы я начал такой обзорный вводный курс 5-10 лет назад?
- ...и, конечно, упомянул бы недавние громкие достижения в играх: система AlphaGo недавно обыграла Ли Седоля, AlphaZero научилась играть в шахматы, го и сёги с нуля, OpenAI Five справилась с Dota 2...



Этот курс пять-десять лет назад

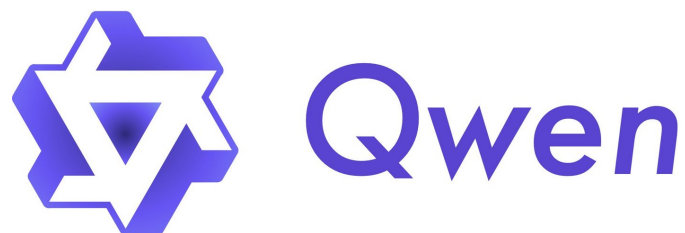
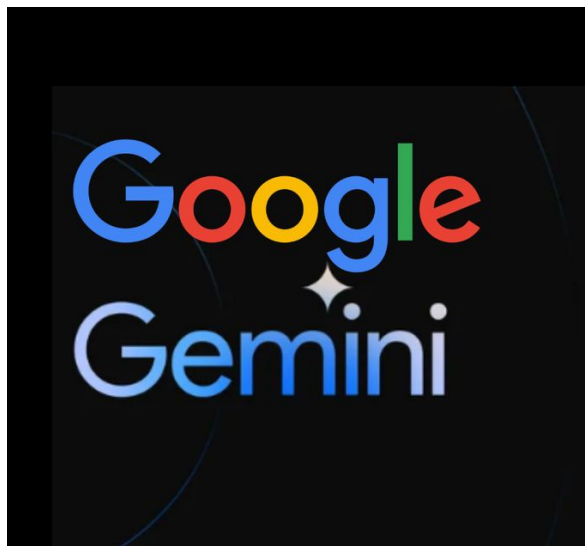
- С чего бы я начал такой обзорный курс 10 лет назад?
- ...и, конечно, упомянув достижения в играх, которые недавно обогнали человека и научили нас чему-то новому.

Всё это были бы важные примеры, которые во многом определяли нашу жизнь и десять, и пятнадцать лет назад. Но оставались во многом невидимы для "обычного пользователя".



Этот курс

- А с чего начинать курс сегодня? Кажется, вопрос вообще не стоит...



Этот курс

- А с чего начинать курс сегодня?

Искусственный интеллект — самая горячая и, на мой взгляд, самая важная тема в мире сейчас.

Надеюсь, что к концу курса я смогу вас в этом убедить... но думаю, что это будет ещё не скоро.



Claude 3.5 Sonnet

Google
Gemini

Meta



deepseek



MISTRAL
AI_



Qwen

Немного обо мне

- Поэтому начну с апелляции к авторитету. :)



@SINECOR



Sergey Nikolenko

Steklov Institute of Mathematics at St. Petersburg, Russia

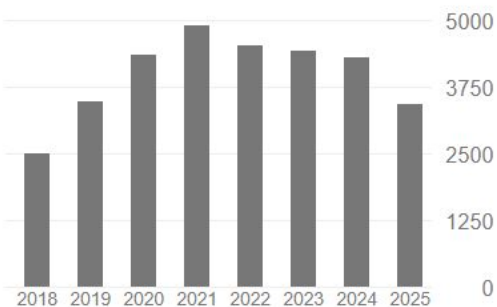
Verified email at logic.pdmi.ras.ru - [Homepage](#)

Machine Learning Theoretical Computer Scie... Networking

Cited by

[VIEW ALL](#)

	All	Since 2020
Citations	37428	26067
h-index	42	34
i10-index	137	87



ГЛУБОКОЕ
ОБУЧЕНИЕ
ПОГРУЖЕНИЕ В МИР
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Springer Optimization and Its Applications 174

Sergey I. Nikolenko

Synthetic
Data for
Deep Learning

Springer

МАШИННОЕ
ОБУЧЕНИЕ

ОСНОВЫ



Теорема Байеса,
тест Тьюринга,
кризис Фишера,
правило Лапласа,
проклятие размерности,
логистическая регрессия,
биномиальные обобщения,
кризис воспроизводимости,
информационные критерии,
развитие пандемии COVID-19,
эпидемиологическое моделирование,
метод наименьших квадратов,
ретроспективные исследования
и многое другое...

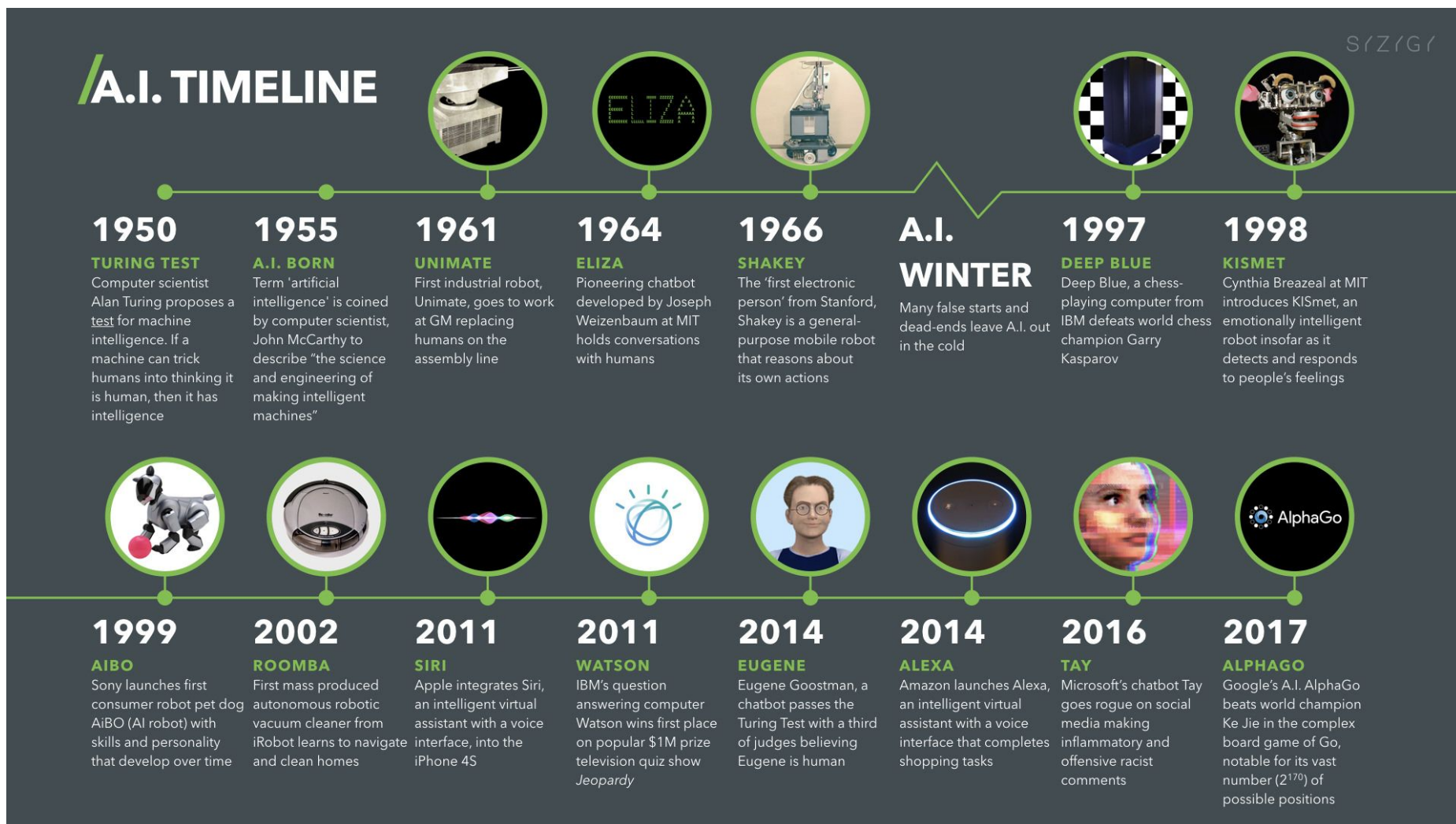
Сергей Николенько

Прогресс
ускоряется...



AI timelines

- Обычный AI timeline ([источник](#))



AI timelines

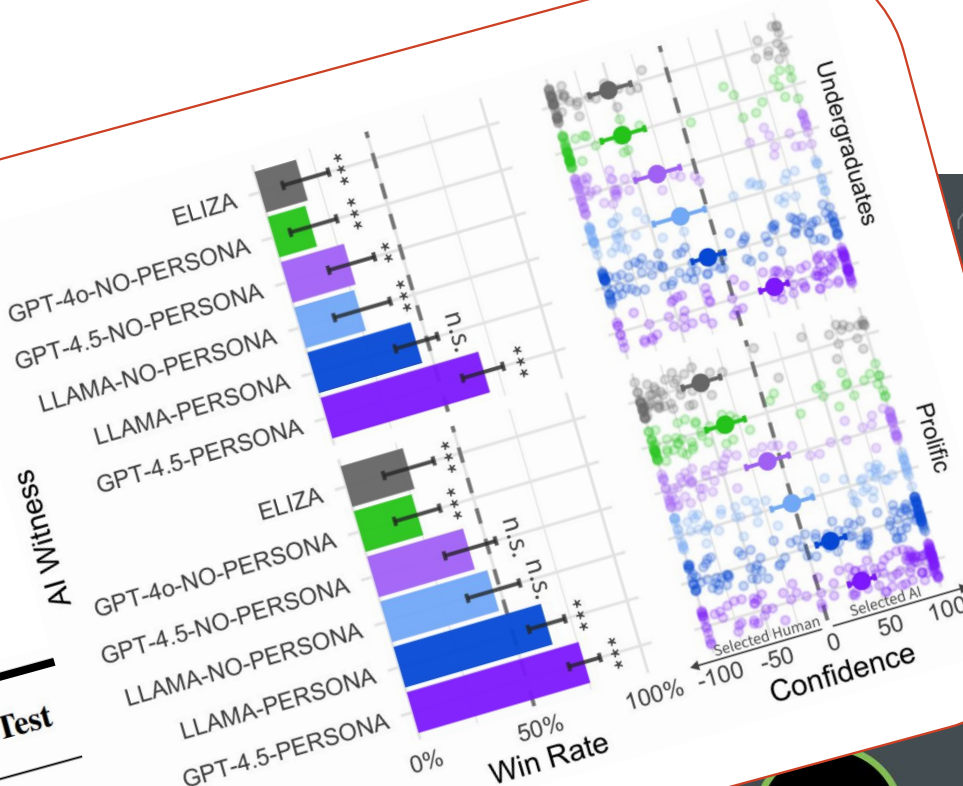
- Обычный AI timeline ([ИСТОЧНИК](#))

Jones, Bergen (Mar 31, 2025): кстати, тест Тьюринга наконец-то прошли, но об этом позже...

Large Language Models Pass the Turing Test

Cameron R. Jones
Department of Cognitive Science
UC San Diego
San Diego, CA 92119
cameron@ucsd.edu

Benjamin K. Bergen
Department of Cognitive Science
UC San Diego
San Diego, CA 92119
bkbergen@ucsd.edu



2014

EUGENE

Eugene Goostman, a chatbot passes the Turing Test with a third of judges believing Eugene is human

2014

ALEXA

Amazon launches Alexa, an intelligent virtual assistant with a voice interface that completes shopping tasks

2016

TAY

Microsoft's chatbot Tay goes rogue on social media making inflammatory and offensive racist comments

2017

ALPHAGO

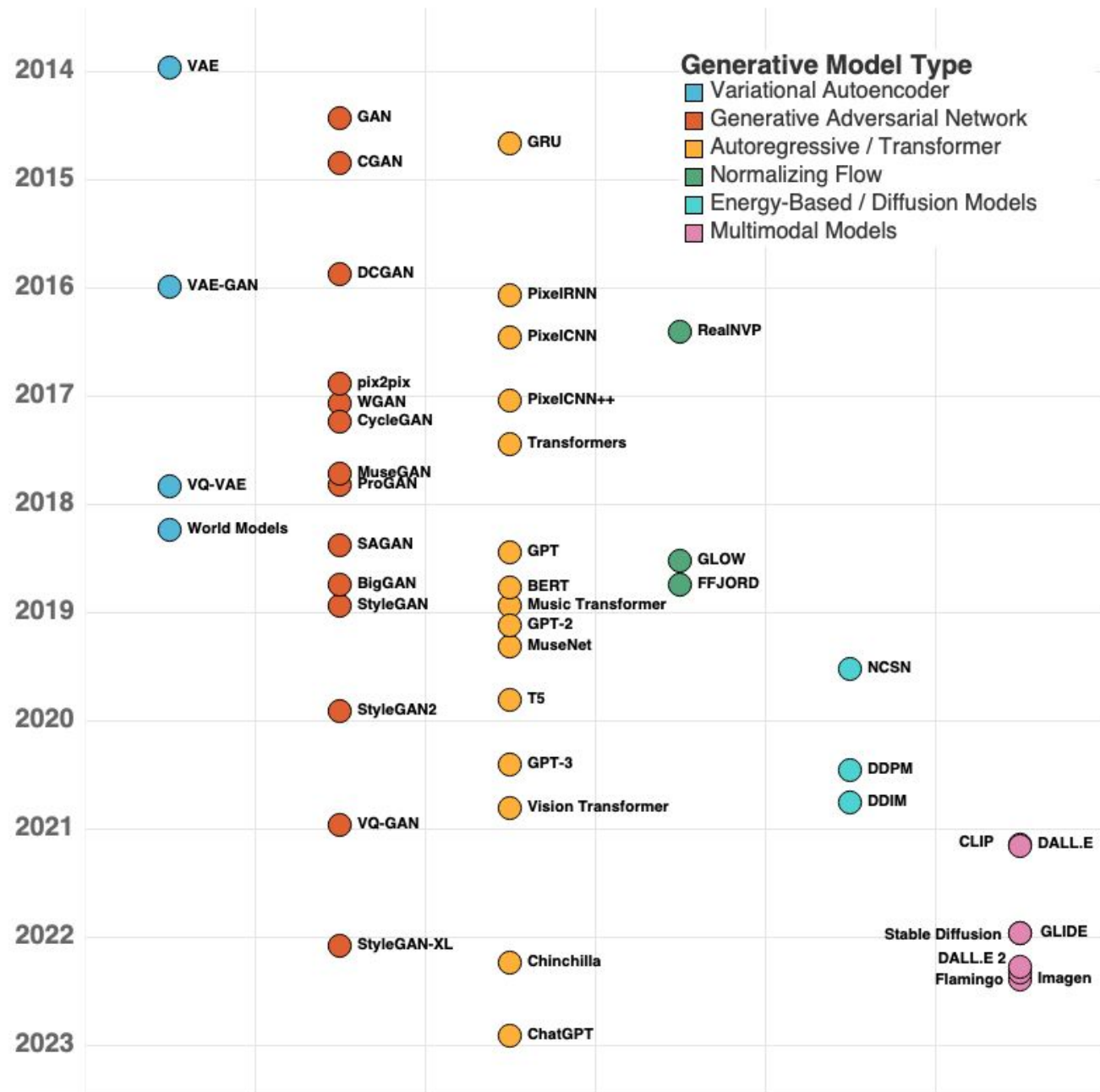
Google's A.I. AlphaGo beats world champion Ke Jie in the complex board game of Go, notable for its vast number (2^{170}) of possible positions

Generative AI Timeline

AI timelines

- Generative AI timeline: вот более детально, здесь отмечены многие важные модели

- [Источник](#)



AI timelines

● Источник

Generative AI timeline

● General model research ● Image / video models ● Text models ● Business events

December 1997

Two computer scientists, Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber, invent Long Short-Term Memory (LSTM) networks, which improves memory capacity in neural networks and thus allows for faster and more precise pattern recognition in training data.⁵

December 2013

Diederik P. Kingma and Max Welling publish a paper on VAEs.⁶ VAEs deconstruct input data into code, known as the latent space, and then construct new, representative data out of the latent space.

June 2014

Ian Goodfellow invents GANs.⁶

July 2015

Google's DeepDream model for image generation is launched.⁷

June 2016

Style Transfer, a deep neural network that can transfer the style of one image to another, is released.⁷

2012

A seminal year in deep learning research that enables significant advances in computer vision, speech recognition, and natural language processing.⁵ These accomplishments are best signified by AlexNet, a convolutional neural network (CNN) trained on graphical processing units (GPUs) and developed by researcher Alex Krizhevsky. AlexNet was the first model to break 75% accuracy, identifying images from a 14-million-image manually tagged database known as ImageNet.

January 2014

Google acquires DeepMind, an AI research lab based in the UK.

March 2015

Researchers Jascha Sohl-Dickstein, Eric A. Weiss, Niru Maheswaranathan, and Surya Ganguli introduce diffusion models.⁶ These models apply noise to an image until it is incomprehensible, then gradually reduce the noise in the image and thus learn how to generate actual images from noise.

December 2015

OpenAI is founded as a non-profit, open-source research lab.

June 2017

Google researchers release "Attention Is All You Need" paper on transformer models, a type of neural network architecture that lends attention to context and syntax.⁸ This allows for immense strides in natural language processing and understanding.

5: "2012: A Breakthrough Year for Deep Learning," Medium, Bryan House, July 17, 2019.

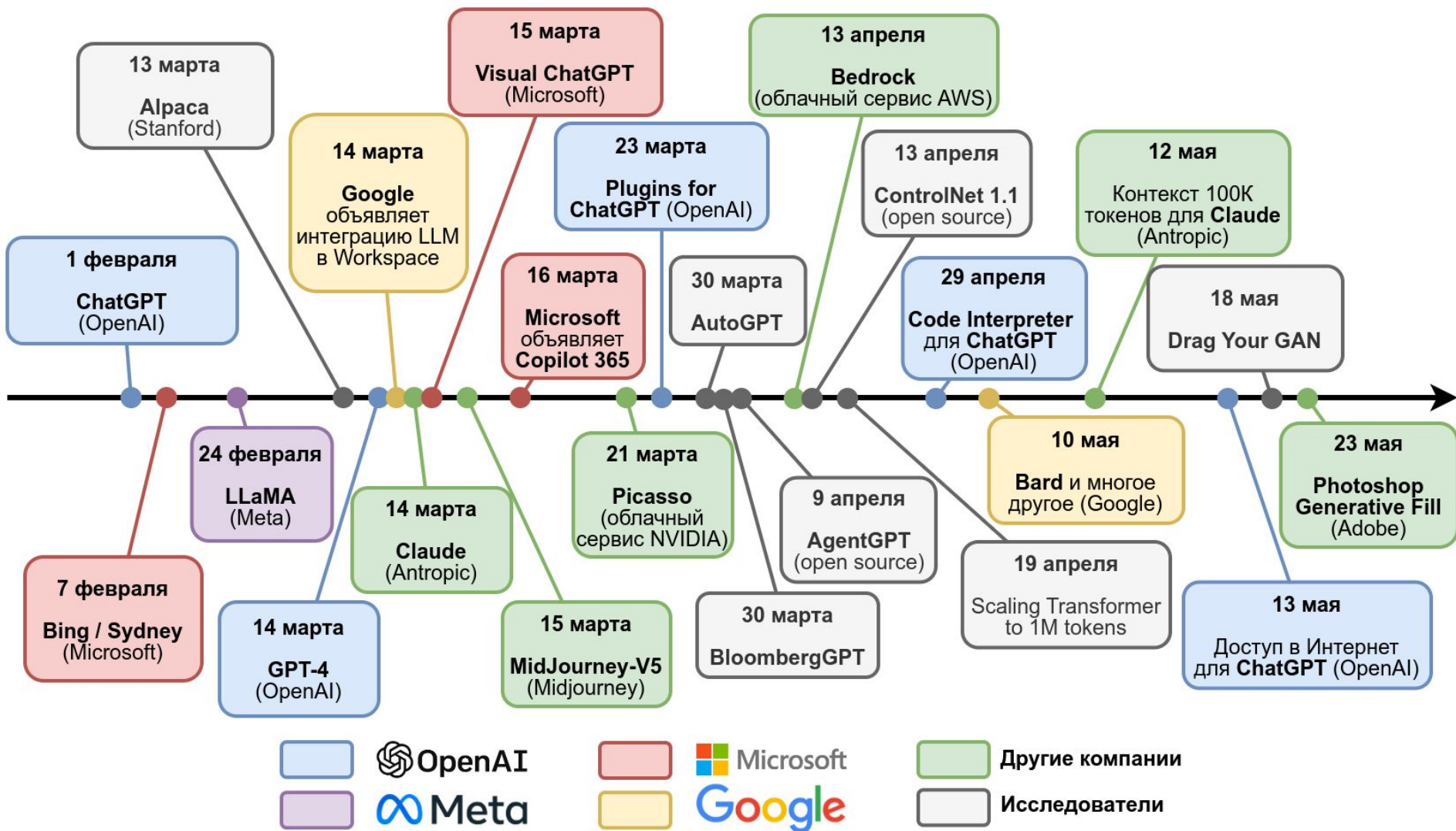
6: "The Generative AI Revolution Has Begun—How Did We Get Here?," Ars Technica, Haomiao Huang, January 30, 2023.

7: "Timeline of Text-To-Image Machine Learning Models," Fabian Mosele, n.d., accessed March 9, 2023.

8: "Timeline of AI and Language Models," Life Architect, Alan D. Thompson, n.d., accessed March 9, 2023.

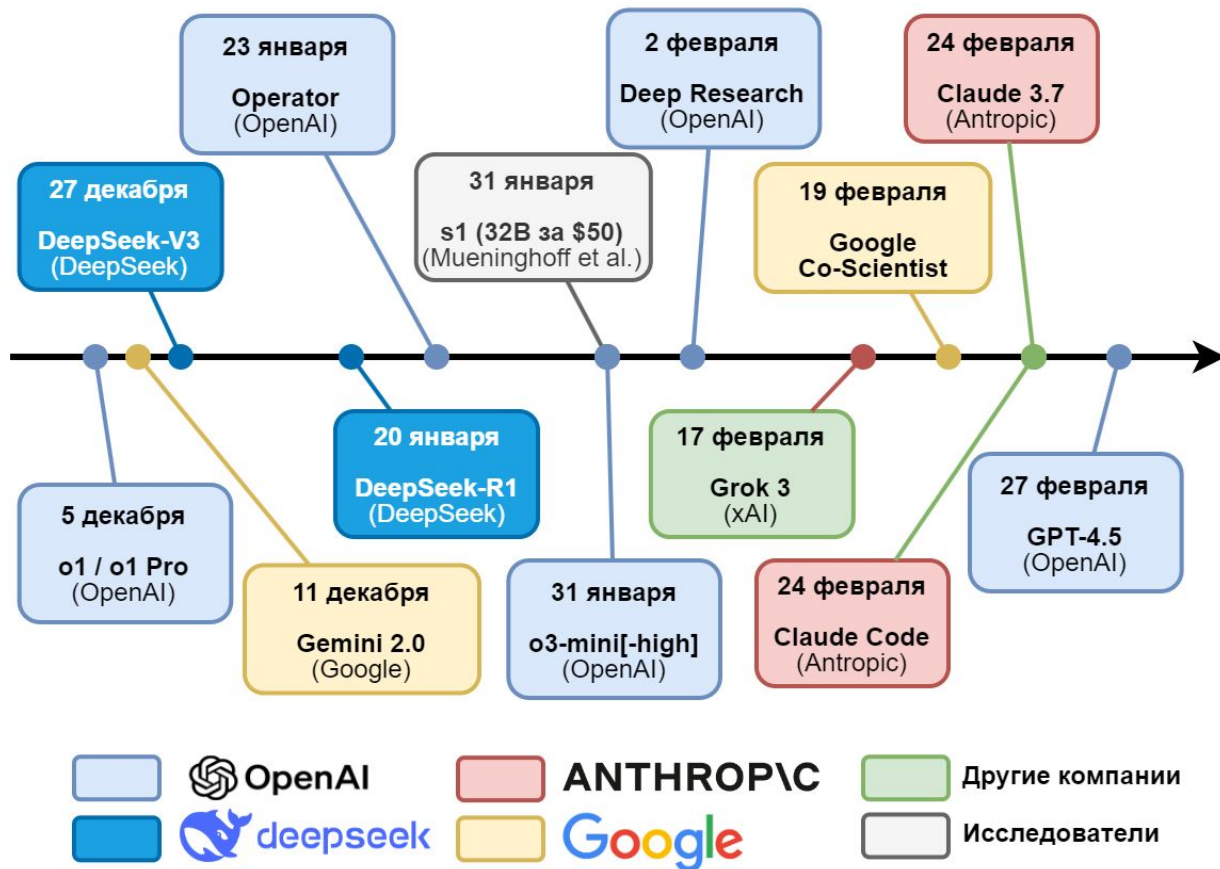
Развитие AI в эпоху LLM

- А вот AI timeline весны 2023 года, и с тех пор прогресс не то чтобы замедляется...



Например, в начале 2025 года

- 22 января: [DeepSeek-R1](#)
- 31 января: *s1* ([Mueninghoff et al., 2025](#))
- 2 февраля: [OpenAI Deep Research](#)
- 17 февраля: [Grok 3](#)
- 19 февраля: [Google Co-Scientist](#) на основе Gemini 2.0 ([11 декабря 2024](#))
- 24 февраля: [Claude 3.7 Sonnet](#) (hybrid reasoning Claude)
- 27 февраля: [GPT-4.5](#)

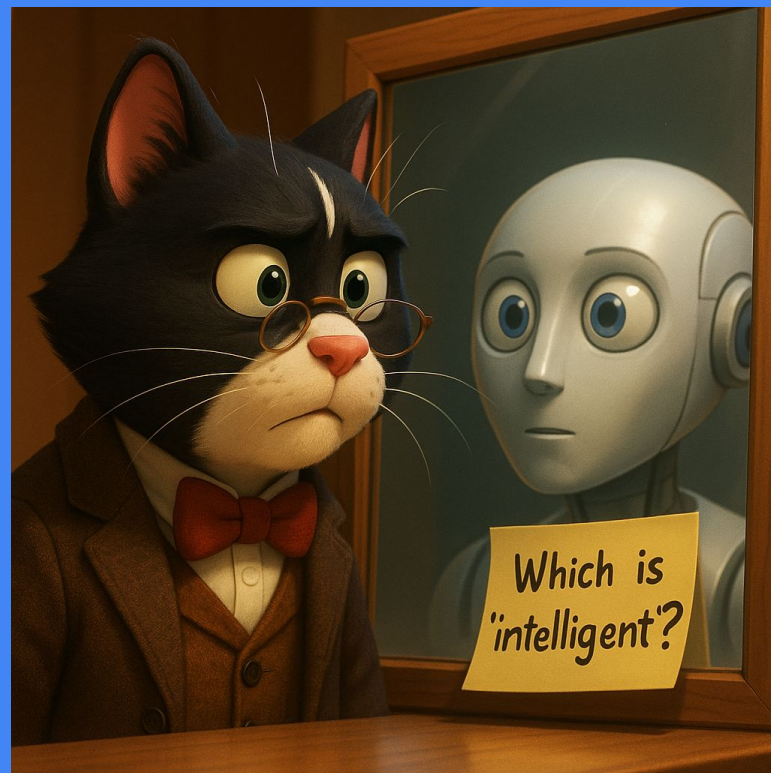


AGI? Сингулярность?

- Значит ли это, что создание AGI (artificial general intelligence, общего искусственного интеллекта человеческого уровня) уже близко?
- И если AGI на пороге, что это значит для человечества?
- Приведёт ли это к той самой технологической сингулярности?
- Это вопросы без ответов, и риски разработки AI мы обсудим не сегодня (но, надеюсь, обсудим!)

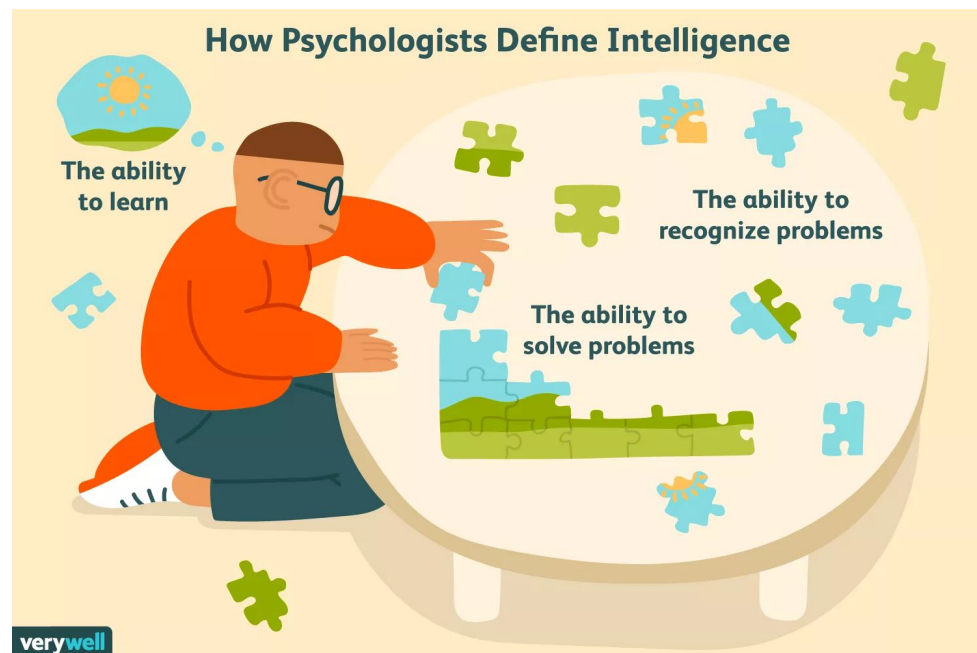


Что такое искусственный интеллект?



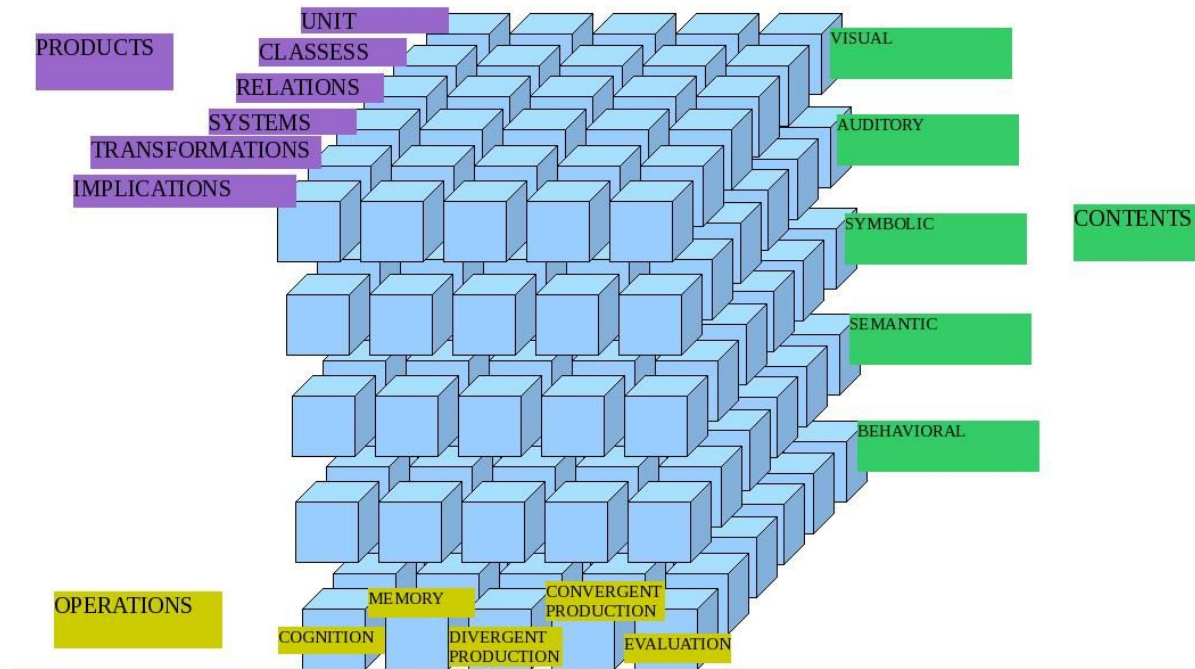
Что такое интеллект?

- Википедия: “Интеллект — качество психики, состоящее из способности осознавать новые ситуации, способности к обучению и запоминанию на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций, и использованию своих знаний для управления окружающей человека средой. Общая способность к познанию и решению проблем, которая объединяет познавательные способности: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение”.



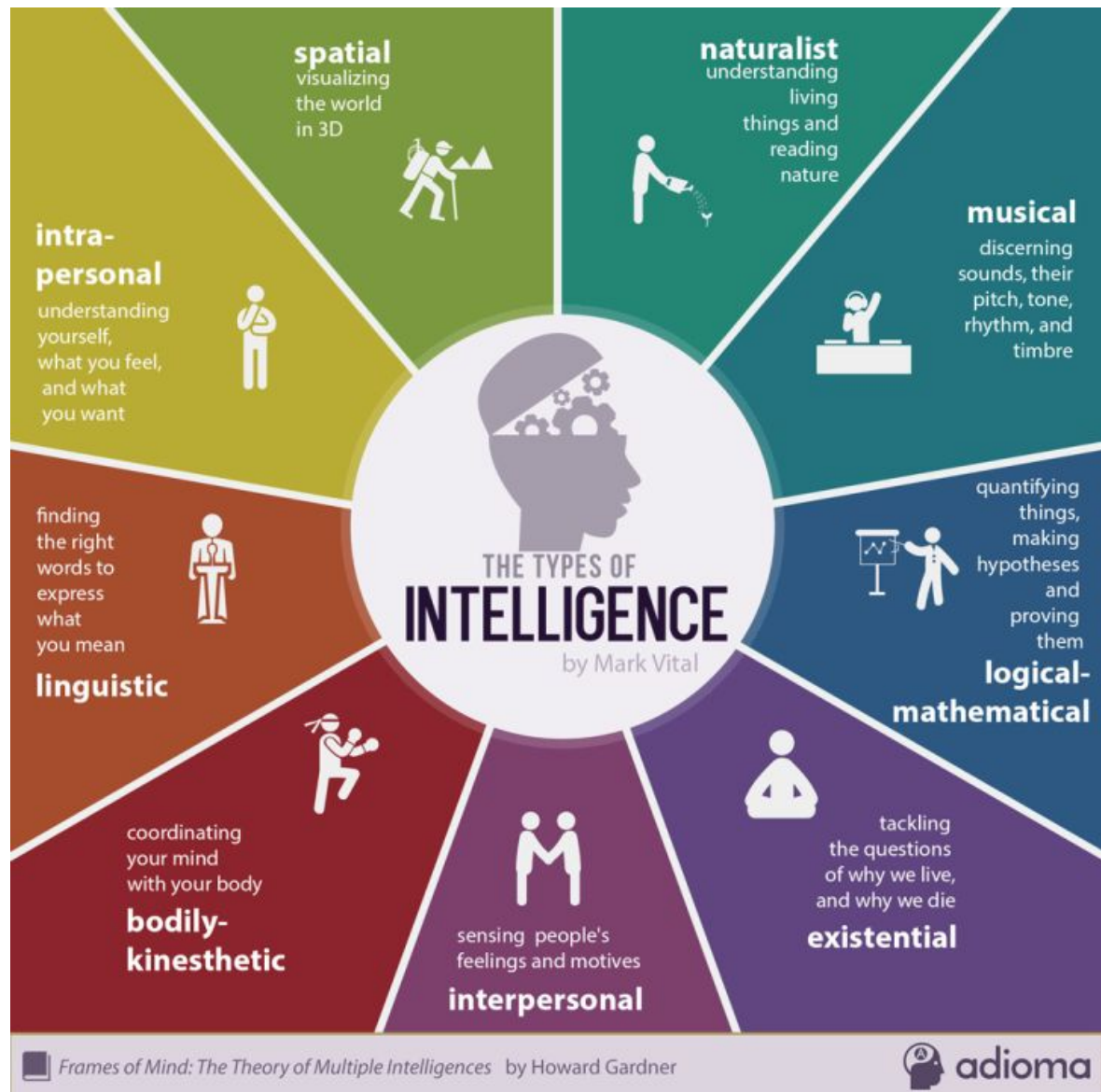
Что такое интеллект?

- Wikipedia: “Intelligence has been defined in many ways: the capacity for abstraction, logic, understanding, self-awareness, learning, emotional knowledge, reasoning, planning, creativity, critical thinking, and problem-solving. It can be described as the ability to perceive or infer information and to retain it as knowledge to be applied to adaptive behaviors within an environment or context.”
- Britannica: “...mental quality that consists of the abilities to learn from experience, adapt to new situations, understand and handle abstract concepts, and **use knowledge to manipulate one’s environment.**”



Что такое интеллект?

- В начале XX века Чарльз Спирмен обнаружил, что оценки школьников в разных тестах все были скоррелированы друг с другом
- Выделенный общий фактор он назвал **g** — general intelligence factor
- Фактор **g** почти наверняка существует, и хорошо наследуется, кстати, но это, конечно, очень сильное упрощение
- Интеллект — очень многомерная штука



Что такое интеллект?

- В начале XX века Чарльз Спирмен обнаружил, что оценки школьников в разных тестах все были скоррелированы друг с другом
- Выделенный общими фактор он назвал general intelligence
- Фактически это, и сейчас, сильно упрощенная модель
- Интеллект – очень многомерная штука

**Короче говоря, интеллект – дело тёмное.
Но как мы тогда можем говорить об
“искусственном интеллекте”?**



Что такое искусственный интеллект?

- Есть масса определений искусственного интеллекта:
 - [Википедия](#): искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека
 - [Wikipedia](#): Artificial intelligence (AI) is the capability of computational systems to perform tasks typically associated with human intelligence, such as learning, reasoning, problem-solving, perception, and decision-making. It is a field of research in computer science that develops and studies methods and software that enable machines to perceive their environment and use learning and intelligence to take actions that maximize their chances of achieving defined goals.
- Видите проблему?



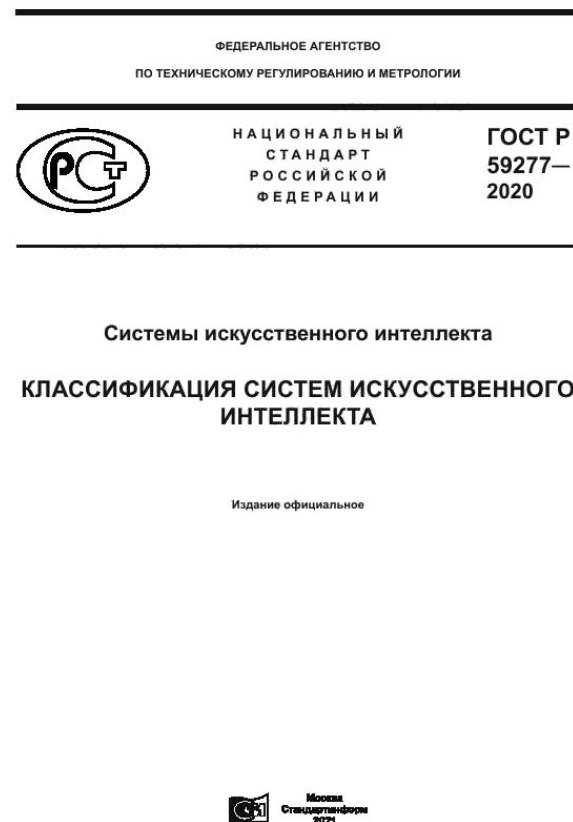
Что такое искусственный интеллект?

- Вспомогательный:
 - [Wikipedia](#): **Artificial intelligence (AI)** is the **capability of computational systems** to perform tasks typically associated with human intelligence, such as learning, reasoning, problem-solving, perception, and decision-making. **It is a field of research in computer science** that develops and studies methods and software...
- Это очень неприятное смешение: в термине “AI” всё время путают науку и её результат, причём под результатом тоже каждый понимает своё
- Представьте, что школьный учебник физики назывался бы “Большой адронный коллайдер” или, ещё точнее, “Холодный термояд”...



Что такое искусственный интеллект?

- Есть даже официальное определение, ГОСТ Р 59277-2020 «Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта»; здесь со стороны результата
- ПЗ.18: Искусственный интеллект (artificial intelligence): Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение, поиск решений без заранее заданного алгоритма и достижение инсайта) и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека.



Что такое искусственный интеллект

- Есть даже официальное определение Р 59277-2020 «Системы искусственного интеллекта. Классификация и термины. Искусственный интеллект. Термины и определения»

- ПЗ.18.14

~~C~~

3a)

и по.

практи

данных

МИНИМУМ,

деятельнос

КОПИЯ: ХИЩНИКИ

МЫ, как ~~лишние~~ лишние, как

ТОП-10 интеллектуальной

ов века.

ЕННОГО

не официально



Москва
Стандартинформ
2024

Что такое искусственный интеллект?

- Интуитивно AI — это когда “компьютер начинает решать задачи, сейчас подвластные только людям” (цитата из Дартмутского семинара, о нём позже)
- Странное определение, правда? Выходит, что оно всё время смещается?
- No true Scotsman во весь рост (и мы это много раз увидим в истории AI)...
- Что это значит в реальности?

A PROPOSAL FOR THE
DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT
ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

J. McCarthy, Dartmouth College
M. L. Minsky, Harvard University
N. Rochester, I. B. M. Corporation
C. E. Shannon, Bell Telephone Laboratories

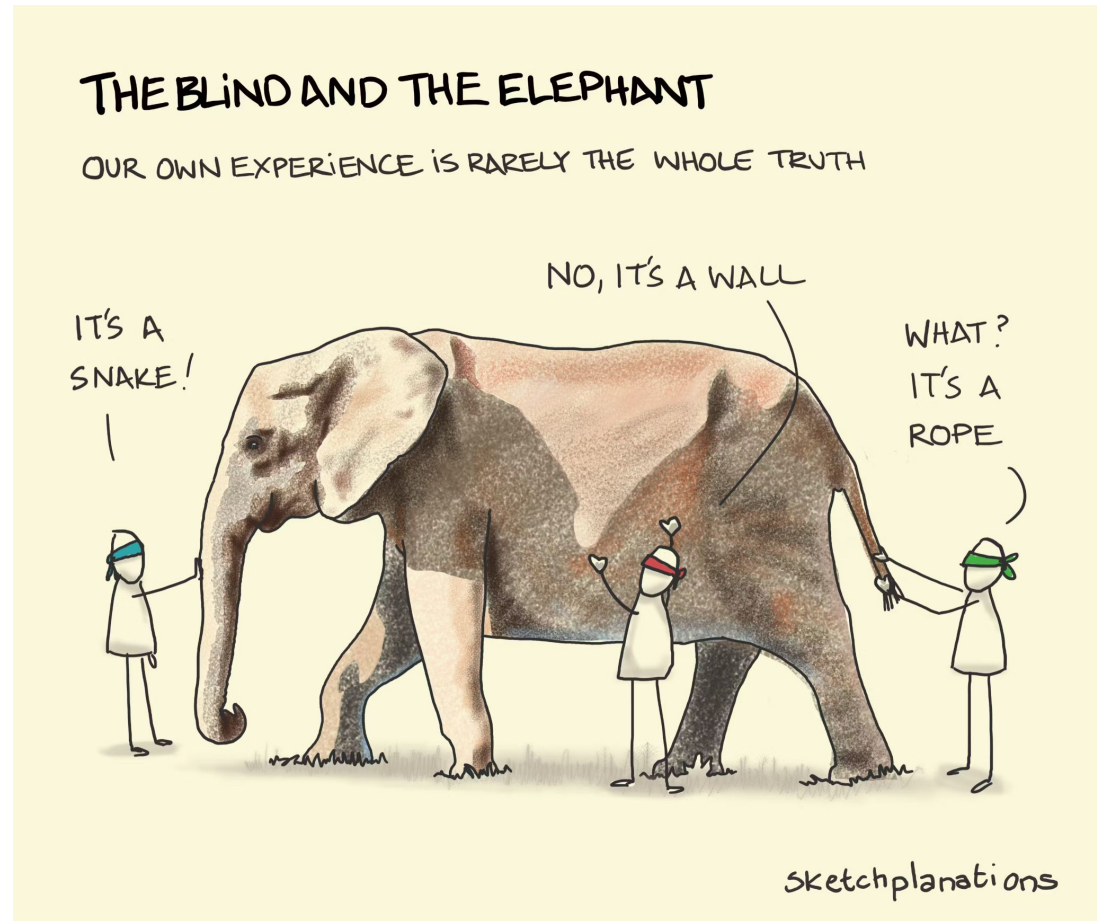


“AI ...is concerned with intelligent behavior in artifacts.” (Nilsson, 1998)

Figure 1.1 Some definitions of artificial intelligence, organized into four categories.

Что такое искусственный интеллект?

- Дать определение, которое всем понравится, вряд ли получится
- Но можно описать слона по частям
- Дальше я попробую рассказать о том, из чего состоит искусственный интеллект (как наука!), с разных сторон, по разным типам классификации

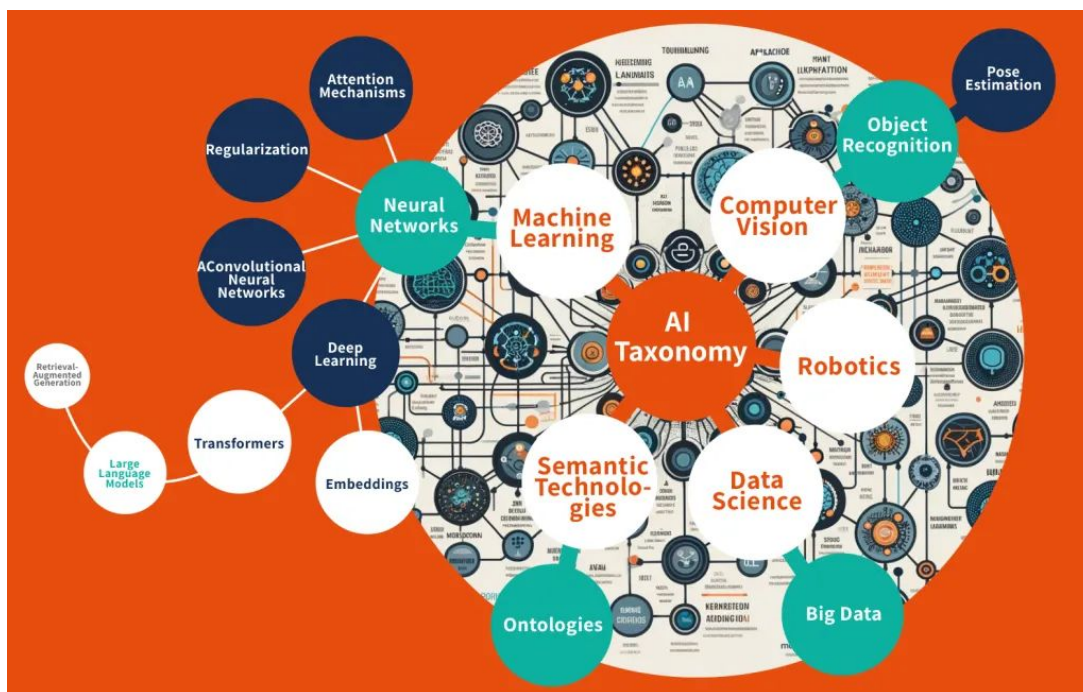
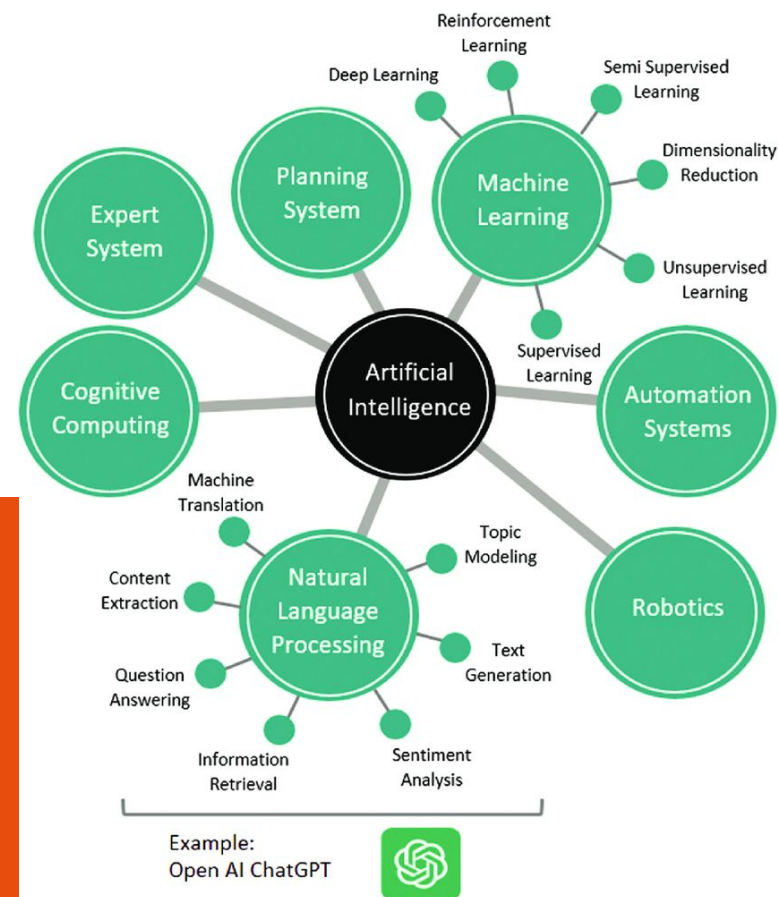


Методы искусственного интеллекта



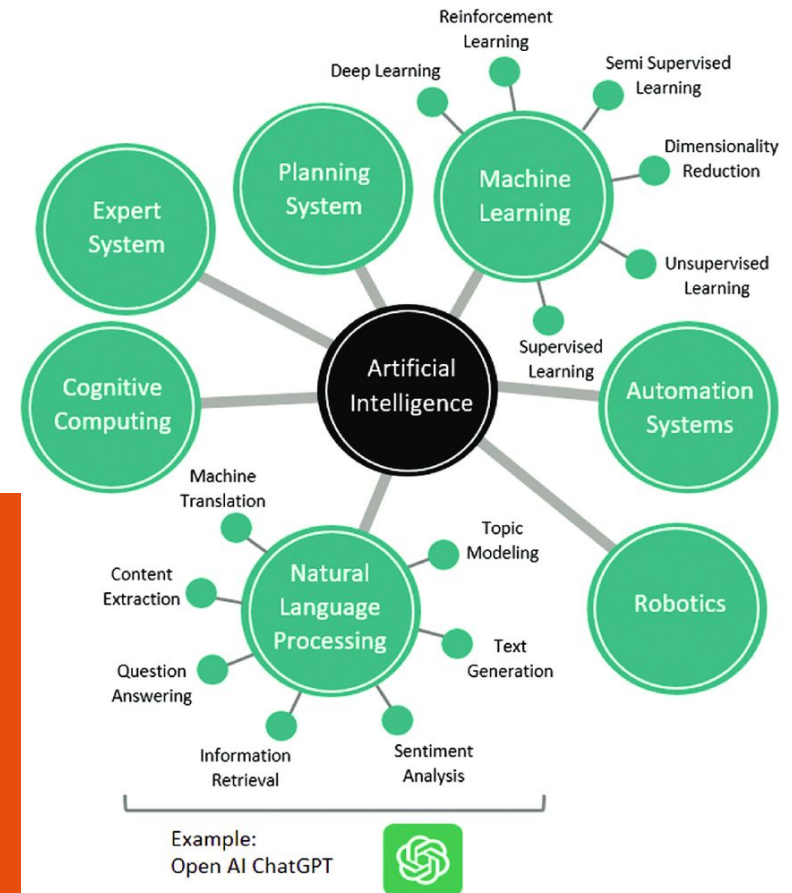
На что делится искусственный интеллект?

- Даже в хороших источниках можно встретить очень странные картинки “структуры искусственного интеллекта” вроде вот таких

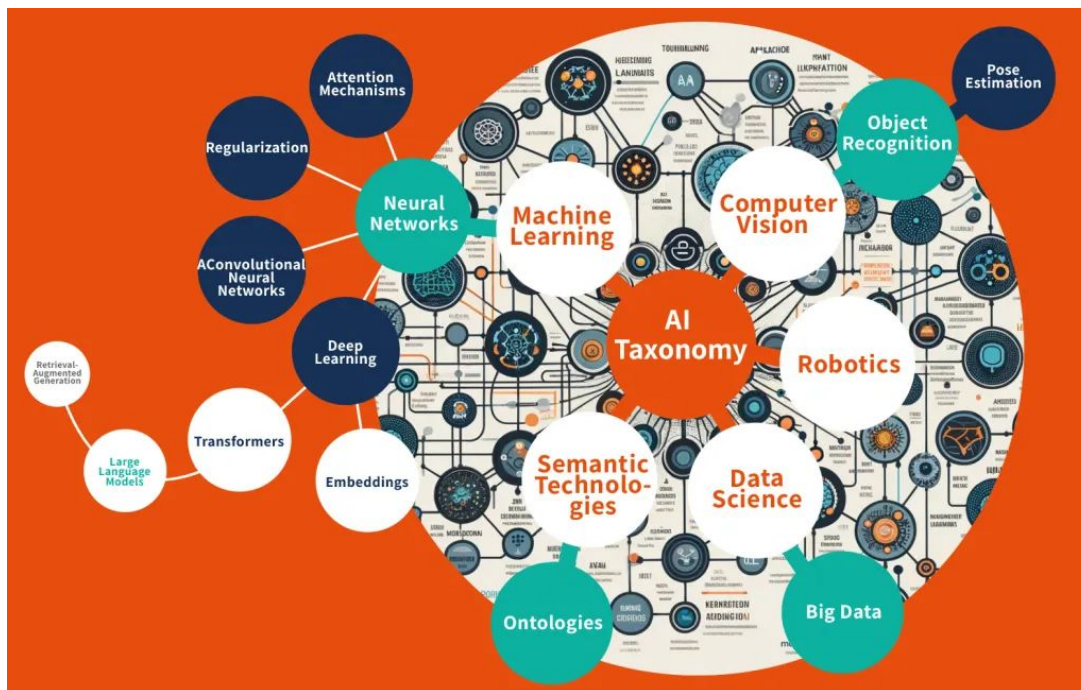


На что делится искусственный интеллект?

- Такие картинки смешивают постановки задач (“computer vision”) и методы их решения (“neural networks”), и получается ерунда: NLP и computer vision стоят отдельно от machine learning, хотя без обучения никак невозможны...

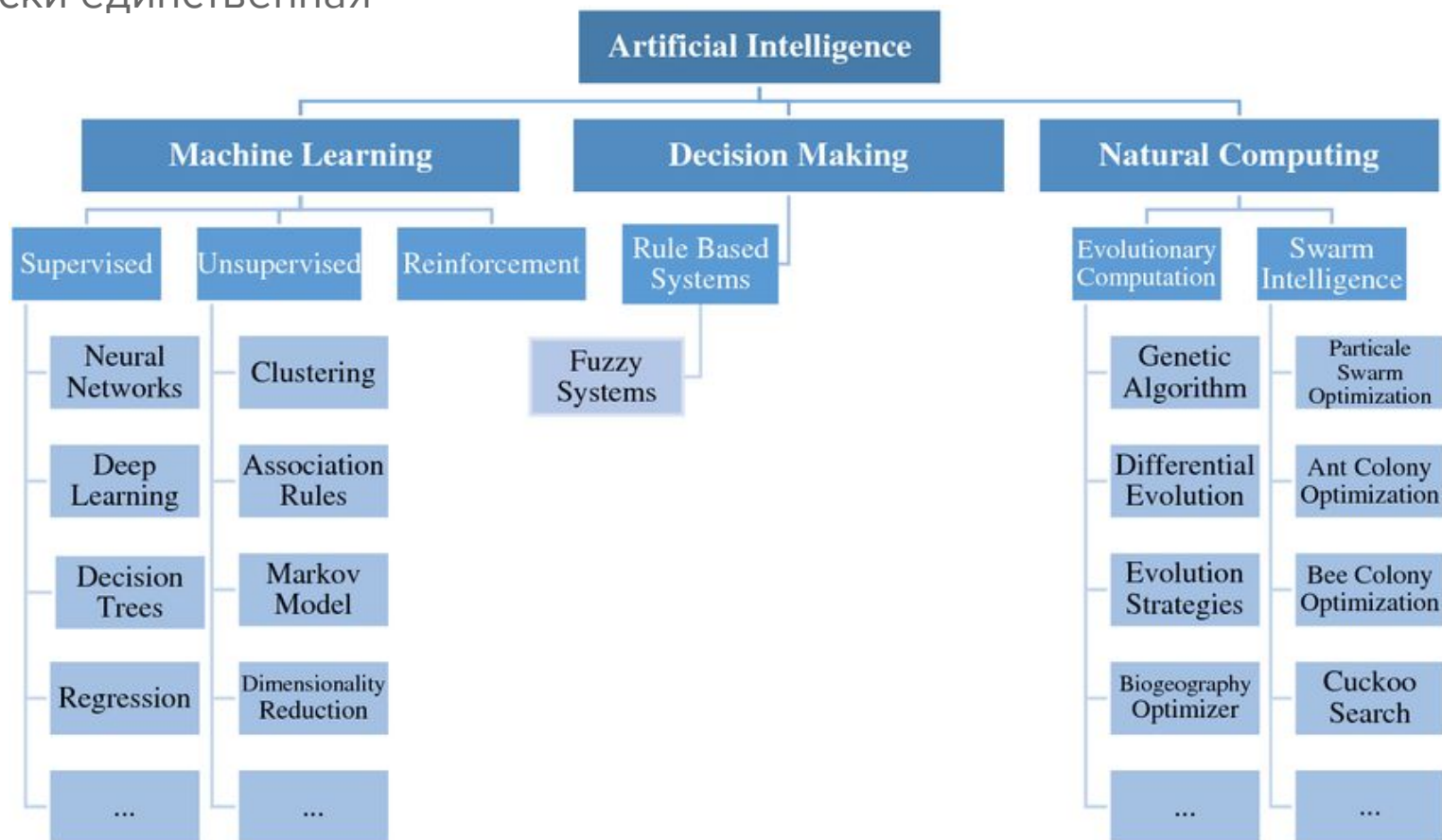


- Давайте не делать таких ошибок...



На что делится искусственный интеллект?

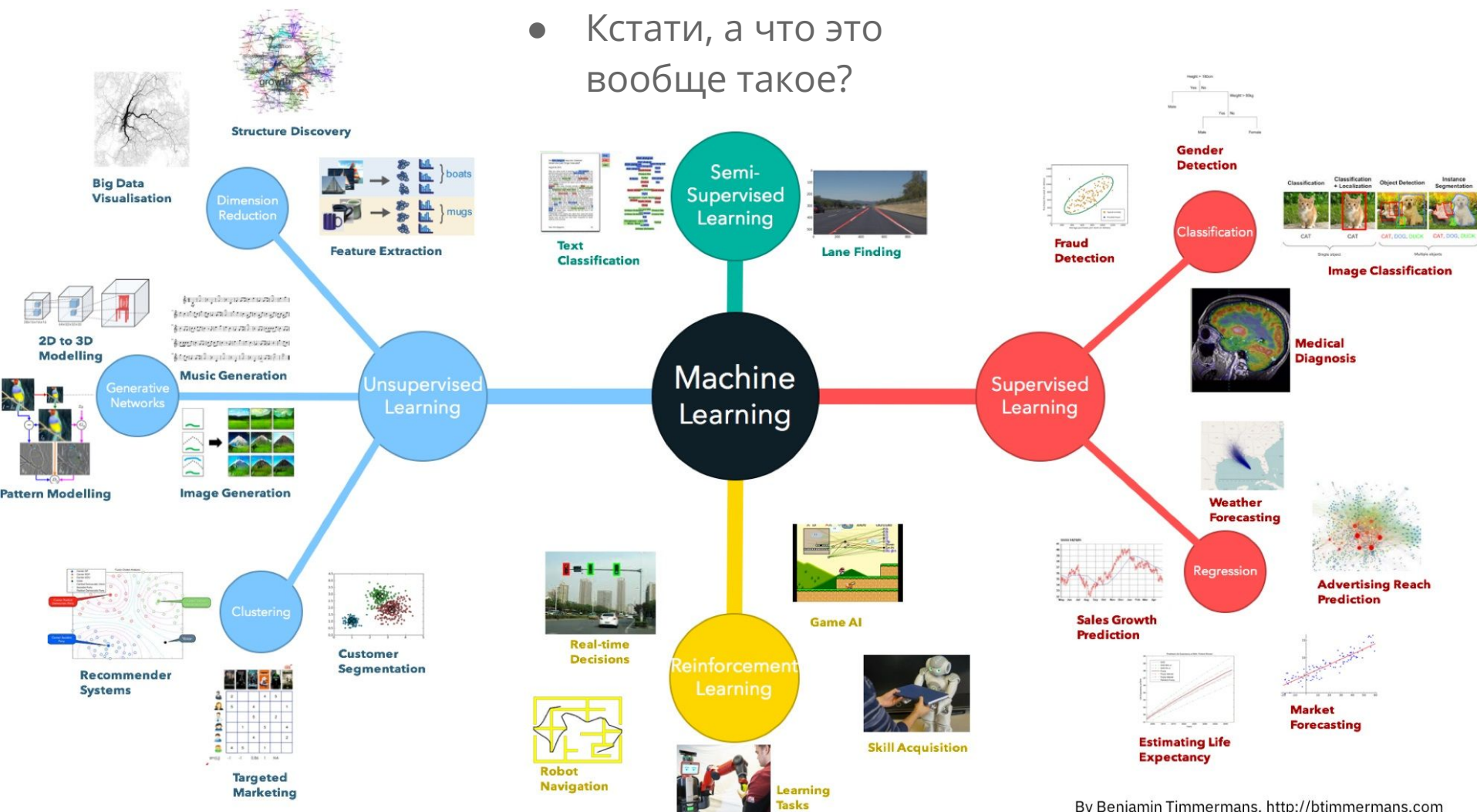
- Вот более разумная общая классификация **методов** AI
- Здесь видно, что машинное обучение — лишь часть искусственного интеллекта... но большая часть, и начиная с 1990-х всё больше фактически единственная



На что делится искусственный интеллект?

- Внутри машинного обучения, конечно, тоже много интересного

- Кстати, а что это вообще такое?



На что делится искусственный интеллект?

- Что значит “машина обучается”?

- **Mitchell (1997):**

Компьютерная программа обучается по мере накопления опыта относительно некоторого класса задач T и целевой функции P , если качество решения этих задач (относительно P) улучшается с получением нового опыта.

What is Machine Learning?

“A computer program is said to learn from experience E , with respect to some task T , and some performance measure P , if its performance on T as measured by P improves with experience E ”

- Tom Mitchell



- Определение слишком общее, конечно, но хорошее!

На что делится искусственный интеллект?

- В современных курсах AI вы уже вряд ли встретите что-то кроме машинного обучения
- **Deep learning** (глубокое обучение) — подраздел ML, связанный с нейросетями
- **Generative AI** — это модели, у которых на выходе сложные данные вроде текстов или картинок; они не обязаны быть нейросетями или вообще обучаемыми моделями, но иначе не получается...



Artificial intelligence (AI)

The simulation of human intelligence processes by machines, especially computer systems.



Machine learning (ML)

A subfield of AI focused on the use of data and algorithms in machines to imitate the way that humans learn, gradually improving its performance.



Deep learning (DL)

A machine learning technique that imitates the way humans gain certain types of knowledge; uses statistics and predictive modeling to process data and make decisions.



Generative AI

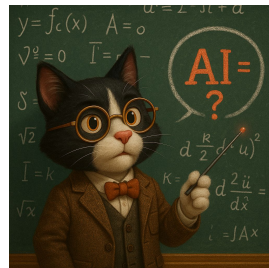
Algorithms (such as ChatGPT, DALL-E, Codex) that use prompts or existing data to create new content:

- Written: text, code
- Visual: images, videos
- Auditory: audio

На что делится искусственный интеллект?



A distinguished black and white cat professor in tweeds, standing at a chalkboard...



Artificial intelligence (AI)

The simulation of human intelligence processes by machines, especially computer systems.



Machine learning (ML)

A subfield of AI focused on the use of data and algorithms in machines to imitate the way that humans learn, gradually improving its performance.



Deep learning (DL)

A machine learning technique that imitates the way humans gain certain types of knowledge; uses statistics and predictive modeling to process data and make decisions.



Generative AI

Algorithms (such as ChatGPT, DALL-E, Codex) that use prompts or existing data to create new content:

- Written: text, code
- Visual: images, videos
- Auditory: audio

На что делится искусственный интеллект?



A dis
black a
cat prom
tweeds, s
at a chalkb



Но это только методы.
Какие ещё есть размерности, по которым
разумно классифицировать AI на разделы?

algorithms
learn, gradually

Deep learning (DL)
A machine learning technique that imitates the way humans gain certain types of knowledge; uses statistics and predictive modeling to process data and make decisions.



Generative AI

Algorithms (such as ChatGPT, DALL-E, Codex) that use prompts or existing data to create new content:

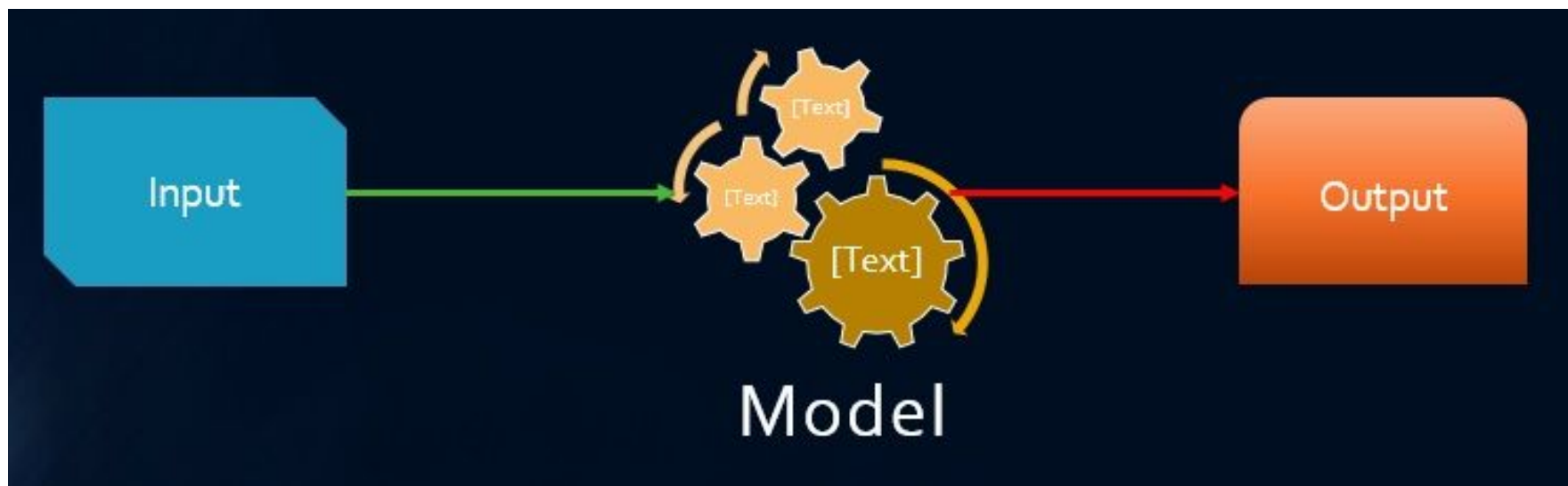
- Written: text, code
- Visual: images, videos
- Auditory: audio

Данные и их модальности в искусственном интеллекте



Данные в искусственном интеллекте

- AI — это системы, которые перерабатывают **данные**
- Есть даже термин “наука о данных” (**data science**)
- Исследователи строят **модели**, которые принимают на вход некоторые данные и **предсказывают** то, что нам нужно
- Какие бывают данные? Какие у них бывают **модальности**?



Данные в искусственном интеллекте

- **Табличные данные:**
признаков не очень много, они могут быть численные или категориальные, и нужно на их основе что-нибудь предсказать
- Например, система, оценивающая вероятность возврата кредита, получает на вход некоторый набор параметров самого кредита и человека, который на этот кредит претендует

	Survived	Pclass	Sex	Age	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	0	3	male	22	1	0	7.25	S
1	1	1	female	38	1	0	71.28	C
2	1	3	female	26	0	0	7.92	S
3	1	1	female	35	1	0	53.10	S
4	0	3	male	35	0	0	8.05	S
...	...	...	...	...	...	...	...	...
95	0	3	male	25	0	0	8.05	S
96	0	1	male	71	0	0	34.65	S
97	1	1	male	23	0	1	63.36	S
98	1	2	female	34	0	1	23.00	S
99	0	2	male	34	1	0	26.00	S

	Survived	Pclass	Sex	Age	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	1	3	female	30	0	1	3.26	S
1	0	2	male	12	0	1	21.77	C
2	0	1	male	9	0	2	8.86	S
3	0	3	male	13	0	0	16.07	S
4	0	2	male	40	2	0	-0.09	S
...	...	...	...	...	...	...	...	...
995	0	3	female	31	0	2	40.78	S
996	0	2	female	30	1	0	12.36	S
997	1	3	female	32	1	0	-0.88	S
998	0	3	male	42	0	0	5.72	S
999	0	3	male	13	0	0	6.49	S

Данные в искусственном интеллекте

- **Табличные данные:** с одной стороны, признаки за нас уже кто-то извлёк и свёл в табличку, это более простая ситуация
- С другой стороны, такие данные почти всегда требуют некоторой предобработки, и кроме того часто будут иметь разную природу, что создаёт дополнительные трудности
- Да и меньше таких данных будет обычно

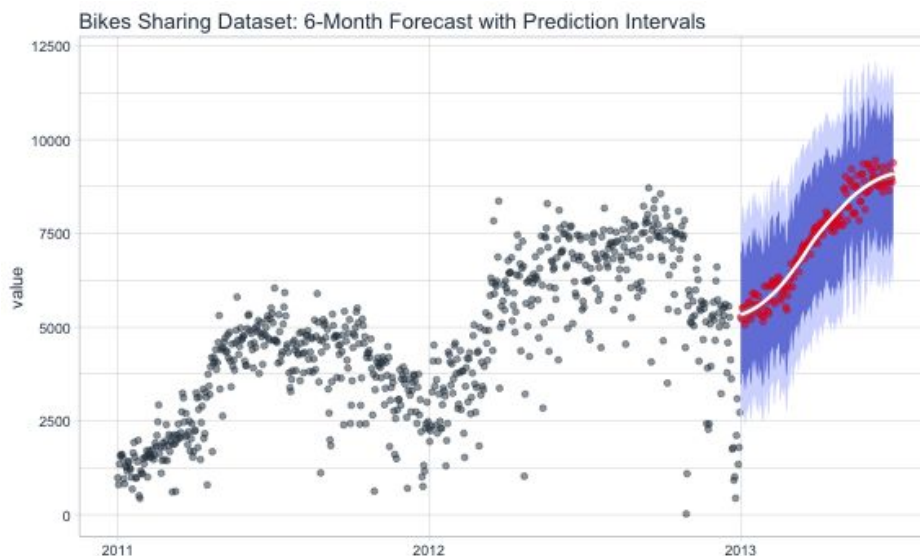
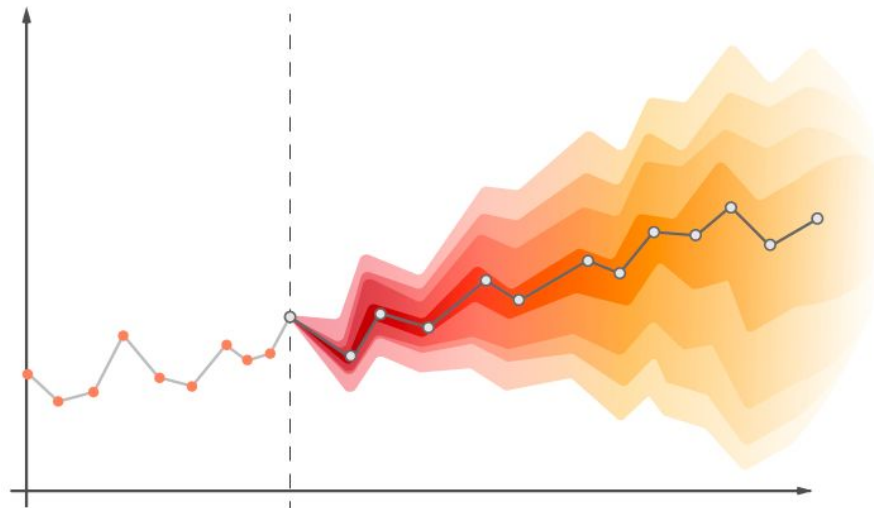
	Survived	Pclass	Sex	Age	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	0	3	male	22	1	0	7.25	S
1	1	1	female	38	1	0	71.28	C
2	1	3	female	26	0	0	7.92	S
3	1	1	female	35	1	0	53.10	S
4	0	3	male	35	0	0	8.05	S
...	...	...	...	...	...	...	...	...
95	0	3	male	25	0	0	8.05	S
96	0	1	male	71	0	0	34.65	S
97	1	1	male	23	0	1	63.36	S
98	1	2	female	34	0	1	23.00	S
99	0	2	male	34	1	0	26.00	S

	Survived	Pclass	Sex	Age	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	1	3	female	30	0	1	3.26	S
1	0	2	male	12	0	1	21.77	C
2	0	1	male	9	0	2	8.86	S
3	0	3	male	13	0	0	16.07	S
4	0	2	male	40	2	0	-0.09	S
...	...	...	...	...	...	...	...	...
995	0	3	female	31	0	2	40.78	S
996	0	2	female	30	1	0	12.36	S
997	1	3	female	32	1	0	-0.88	S
998	0	3	male	42	0	0	5.72	S
999	0	3	male	13	0	0	6.49	S



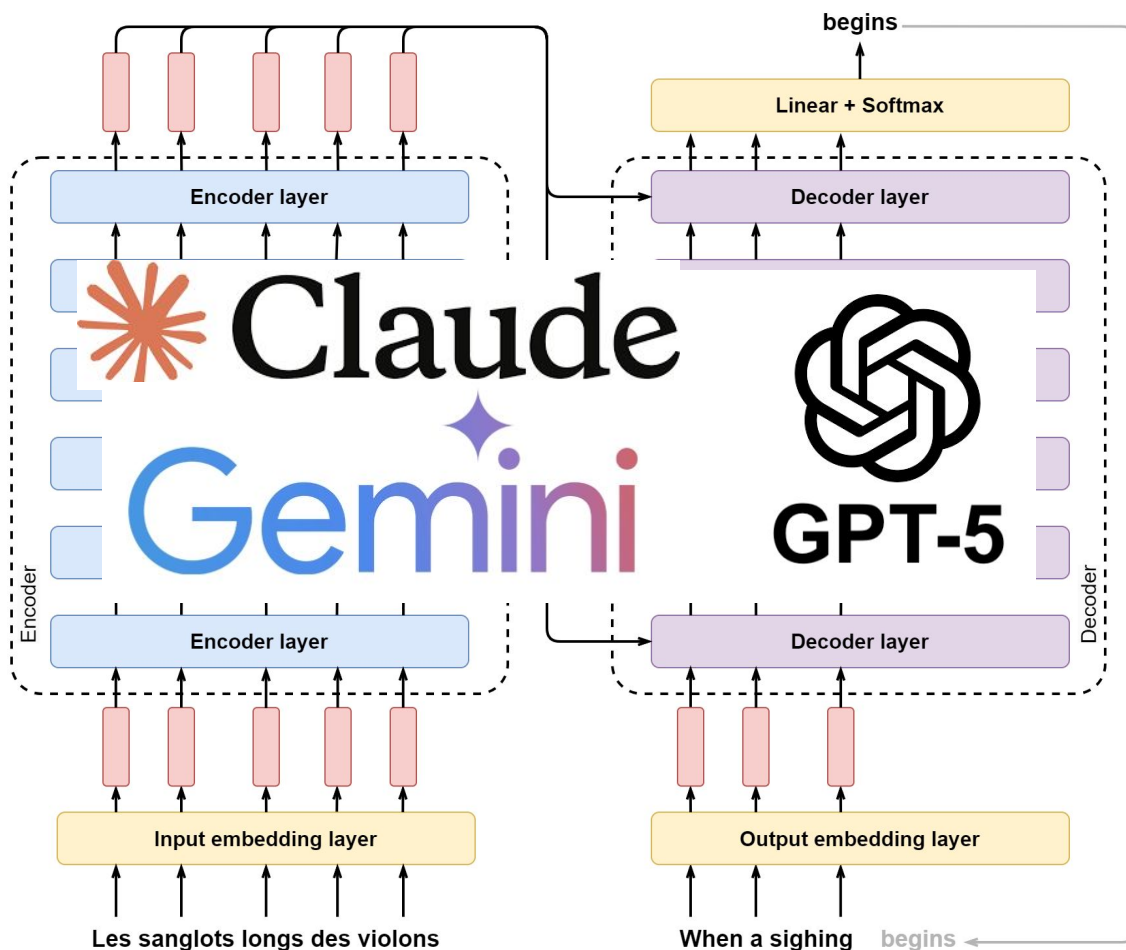
Данные в искусственном интеллекте

- **Последовательности:**
данные представляют собой последовательности или чисел, или дискретных токенов
- Например, **анализ временных рядов** (это вообще во многом отдельная наука: там и спектральные методы, и много чего другого)
- Какие ещё примеры последовательностей вы знаете?



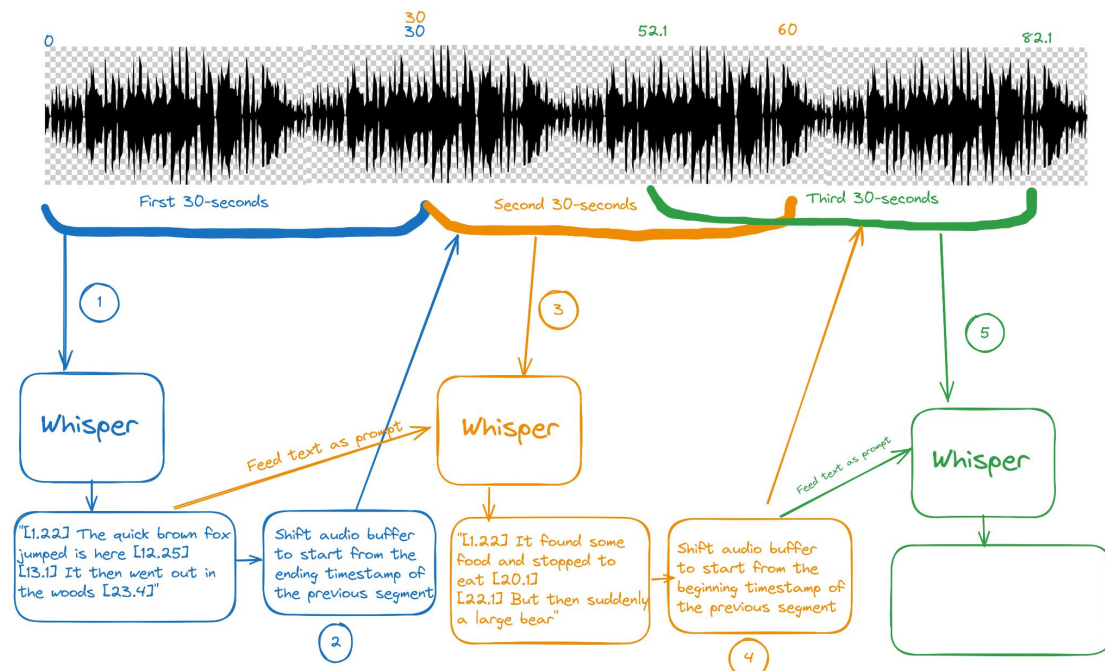
Данные в искусственном интеллекте

- Конечно же, **текст**: это последовательность слов (или букв, или других каких-то дискретных токенов)
- Например, архитектура трансформера, которая произвела на свет революцию больших языковых моделей, предназначена именно для обработки последовательностей



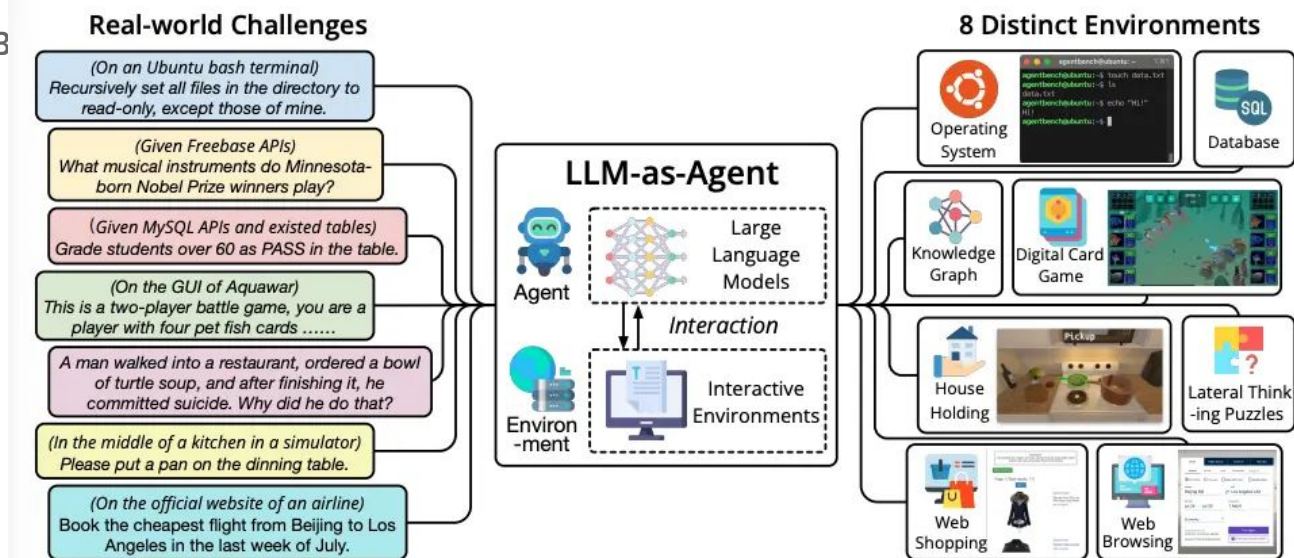
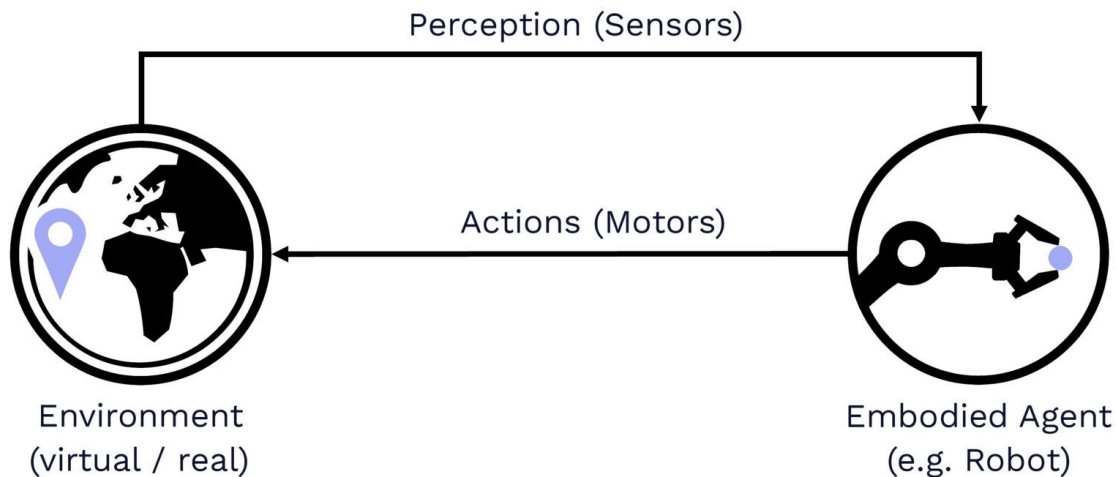
Данные в искусственном интеллекте

- **Звук** — это тоже последовательность, на этот раз отсчётов-амплитуд; здесь распознавание и синтез речи, синтез музыки и так далее
- Здесь долгое время доминировали специализированные методы, связанные со спектральным анализом, но в последнее время всё это тоже сплошные end-to-end нейросети...



Данные в искусственном интеллекте

- Или, например, последовательность **действий** у агента или робота
- У них, конечно, может быть возможность совершать несколько разных действий зараз, т.е. здесь последовательности могут быть многомерными



Данные в искусственном интеллекте

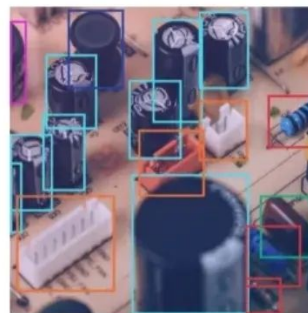
- Переходим в **2D**;
здесь главный пример — это, конечно, **картинки**, от классификации изображений до сложных задач компьютерного зрения:
распознавание объектов,
сегментация...
- Кстати, сколько чисел в обычной фотографии?

Classification



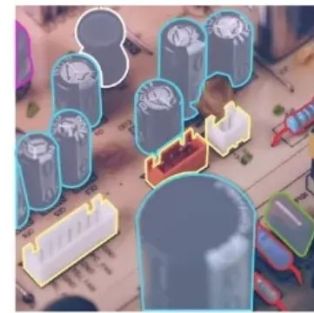
Capacitor

Object Detection

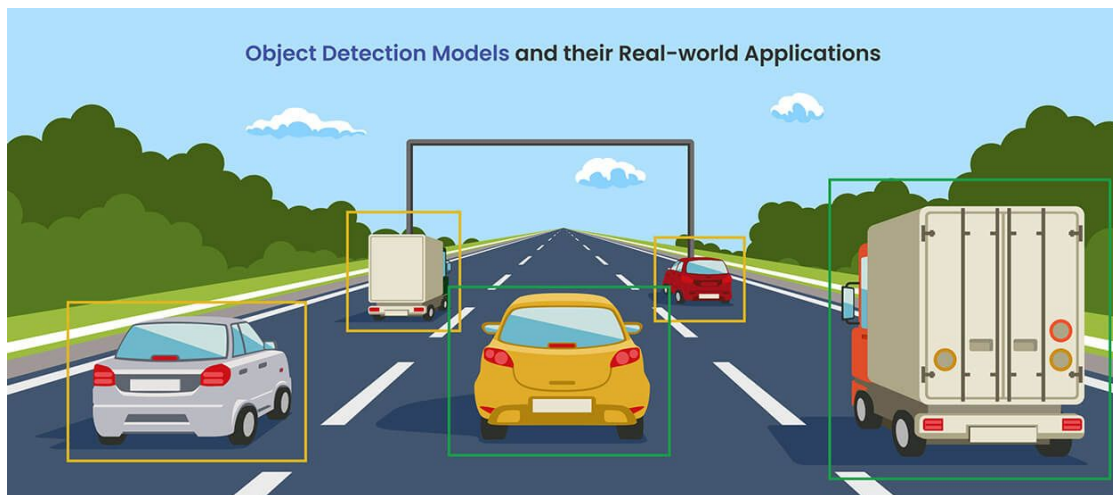


Capacitor, Resistor, Transformer,
Connector, Inductor, Polyester Capacitor

Segmentation

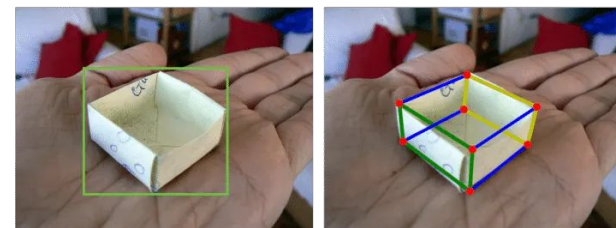
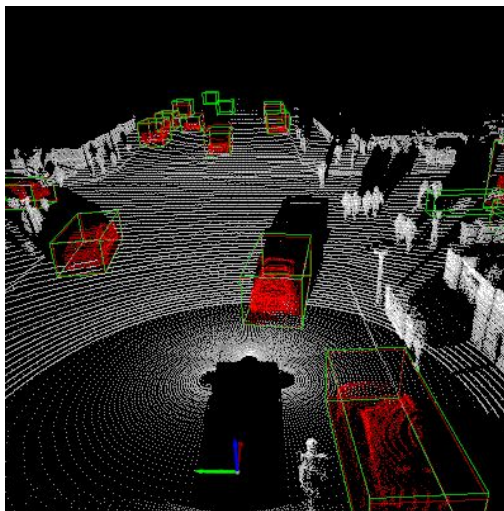


Capacitor, Resistor, Transformer,
Connector, Inductor, Polyester Capacitor



Данные в искусственном интеллекте

- В **3D** появляются как собственно **3D-изображения** (лидары, ToF-камеры), так и **видео**, где третья координата — это время
- Разумеется, видео обычно рассматривают как последовательность картинок, и методы получаются соответствующие (но немного другие!)



**Video
Classifier**

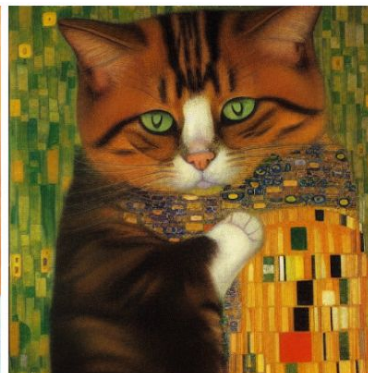
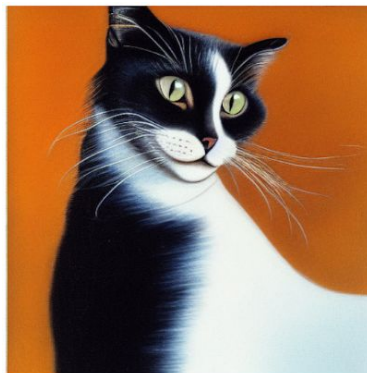


Class	Score
Swing Dancing	0.52
Salsa Dancing	0.39
Holding hands	0.03
Walking	0.01
...	...

Данные в искусственном интеллекте

- **Мультимодальные** модели объединяют несколько модальностей
- Например, видео часто бывает со звуком
- Или, например, text-to-image модели, которые рисуют картинки по текстовому запросу
- У них, как вы знаете, тоже большой прогресс за последние годы

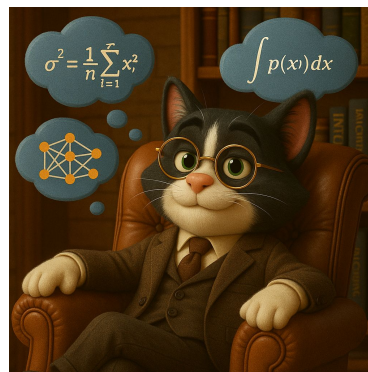
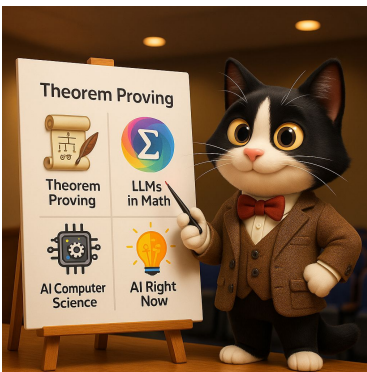
Январь 2023



Ноябрь 2024

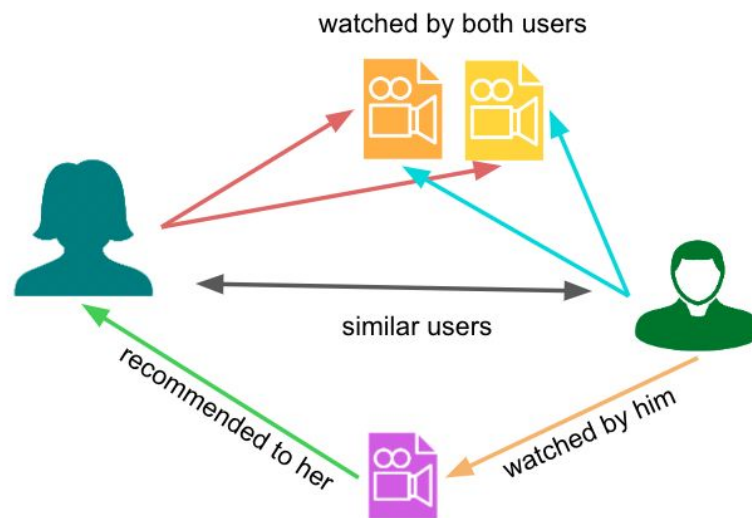


Октябрь 2025



Данные в искусственном интеллекте

- Это очень грубая классификация, многое протекло сквозь пальцы
- Например, **medical imaging** — это иногда не совсем то же самое, что обычные картинки
- А **рекомендательные системы** — не совсем то же самое, что анализ табличных данных в целом
- Но в общем так



Данные в искусственном интеллекте

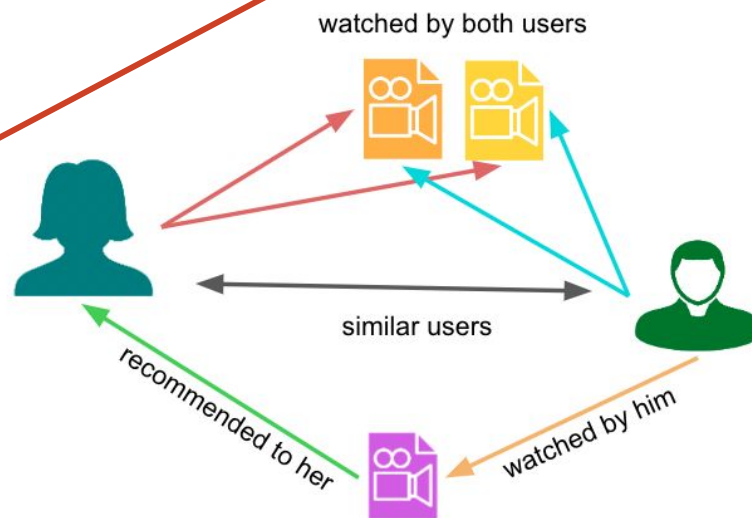
- Это очень грубая классификация, многое протекло сквозь пальцы

- Например, **medical imaging** — это иногда совсем то же самое, что и обычные



Но и типы данных — это тоже ещё не всё...

- А
- То
- цел
- Но в

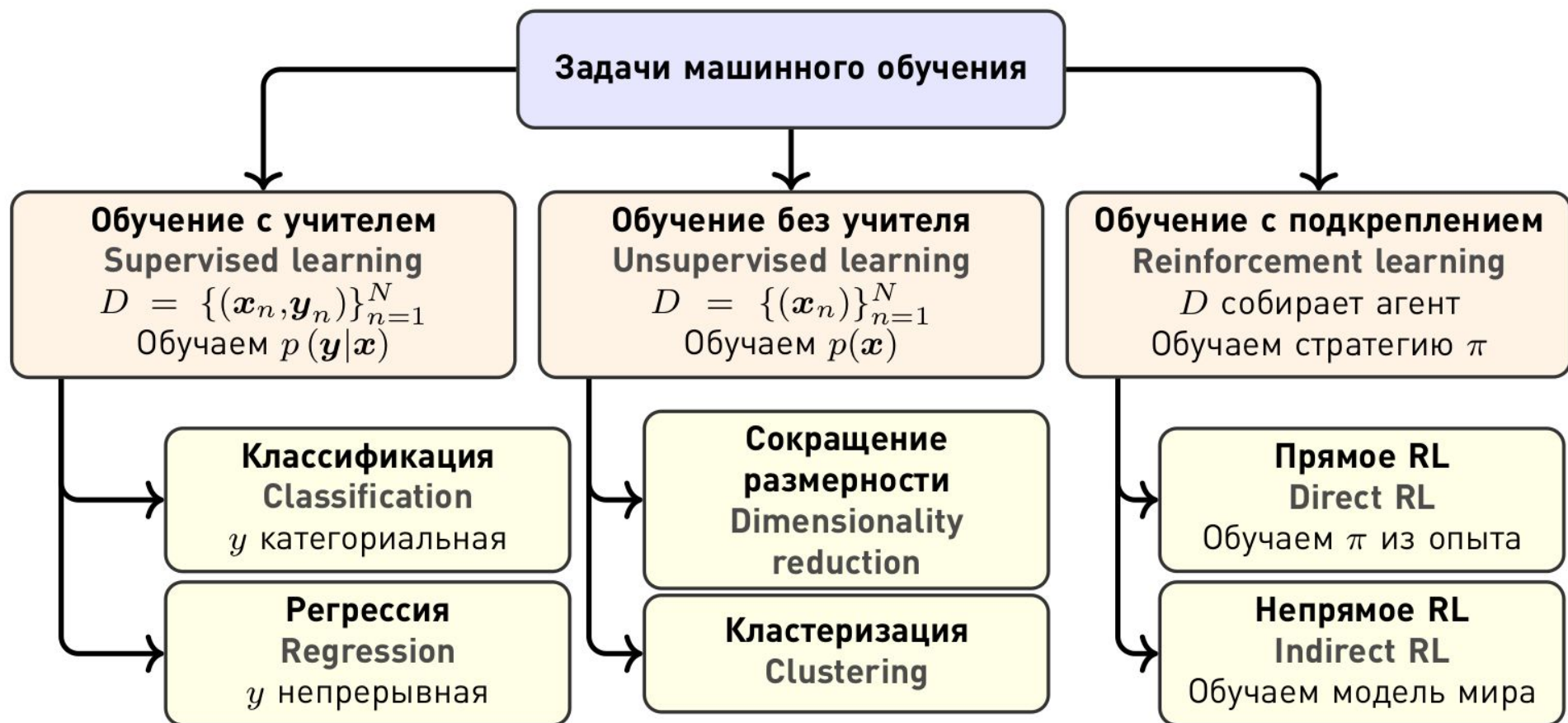


Постановки задач в машинном обучении



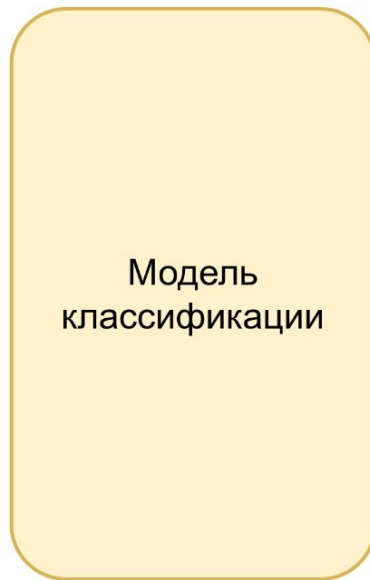
Виды постановок задач

- На этой классификации давайте остановимся поподробнее...



Обучение с учителем

- **Обучение с учителем (supervised learning):** когда в данных есть и входы x , и выходы y , и задача в том, чтобы предсказать выход y для нового входа x , то есть обучить функцию $y=f(x)$



Собака



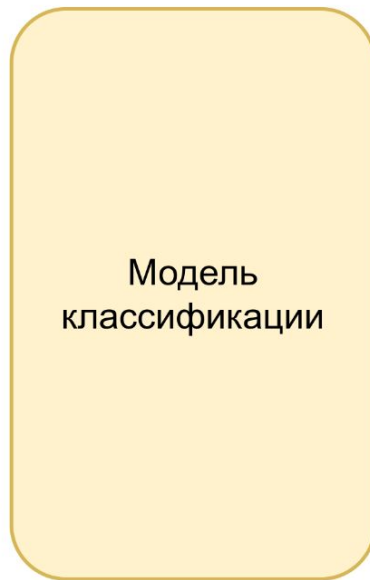
Кошка



Утка



Свинья



Собака



Кошка



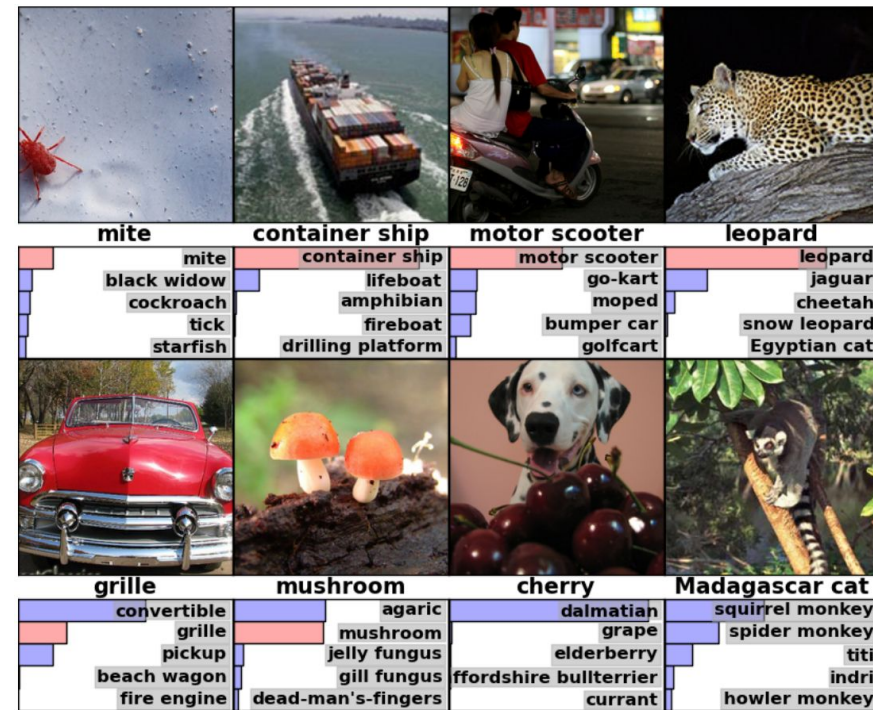
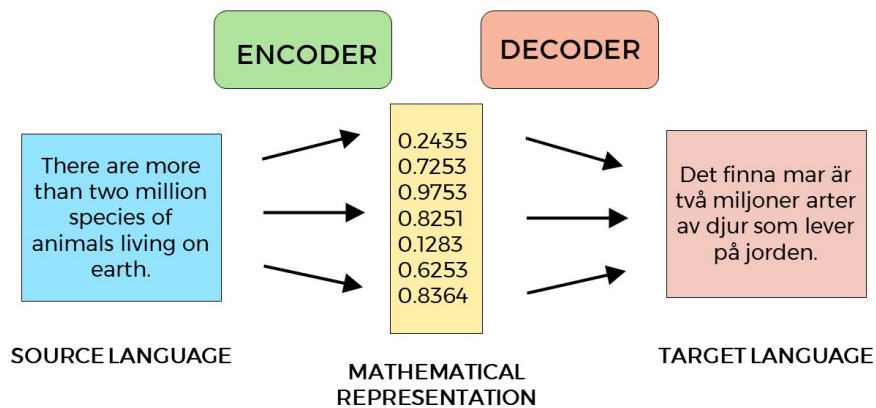
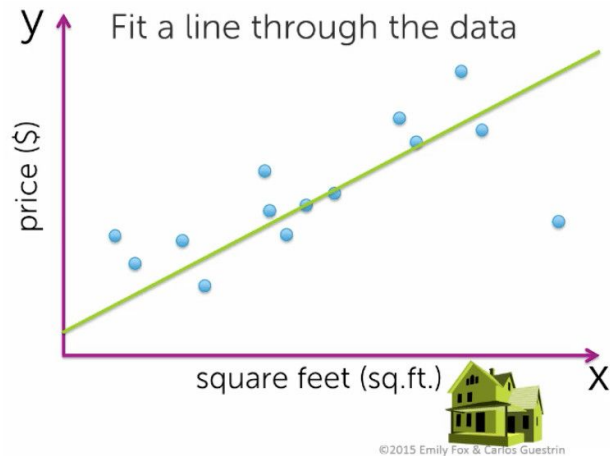
Утка



Свинья

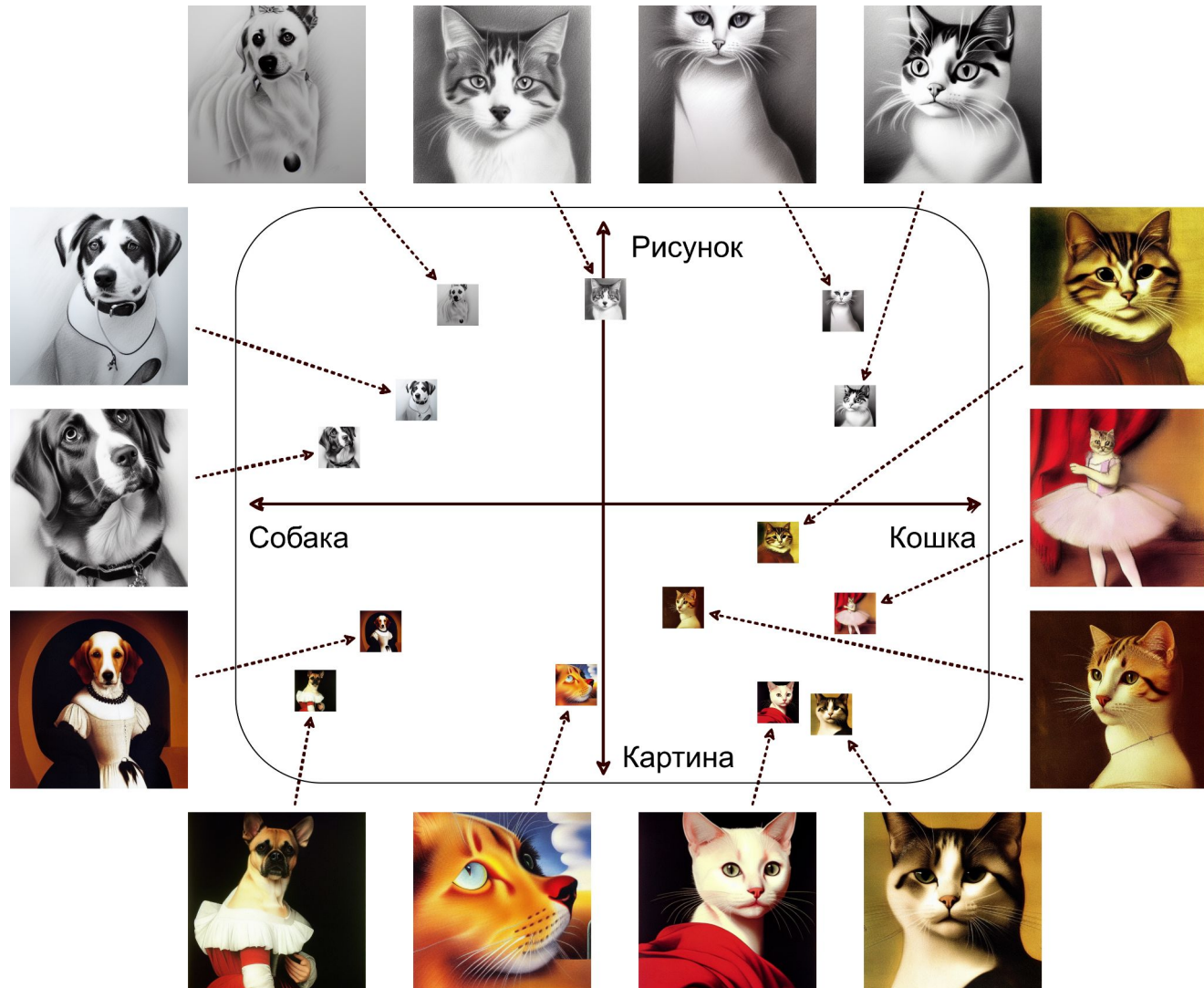
Обучение с учителем

- Примеры задач обучения с учителем:



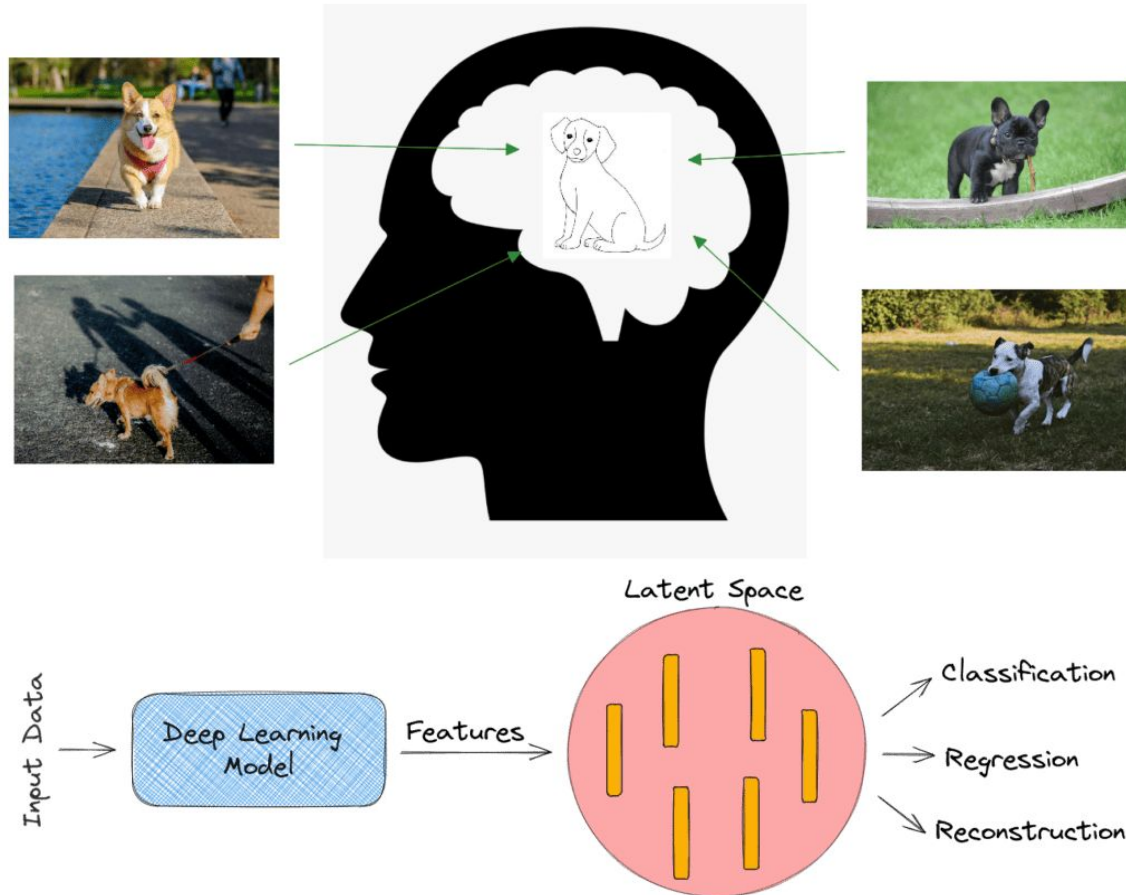
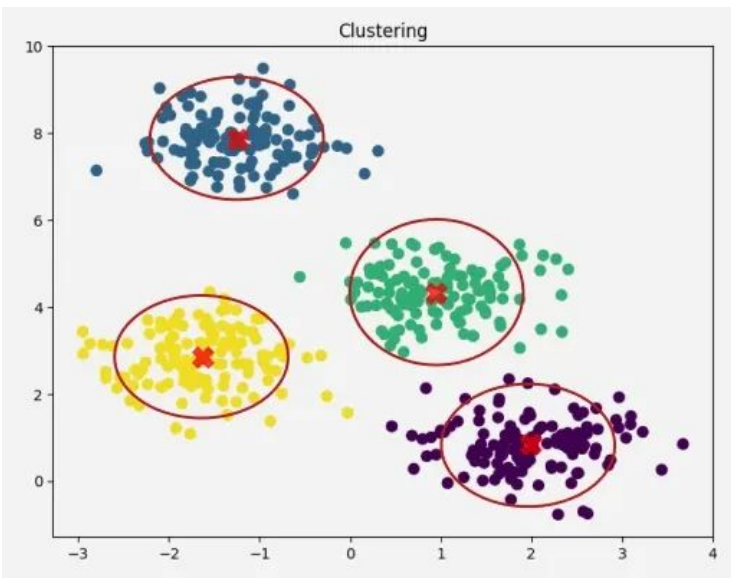
Обучение без учителя

- Обучение без учителя (unsupervised learning): когда в данных есть только входы x , и задача в том, чтобы...
- А в чём задача, собственно?



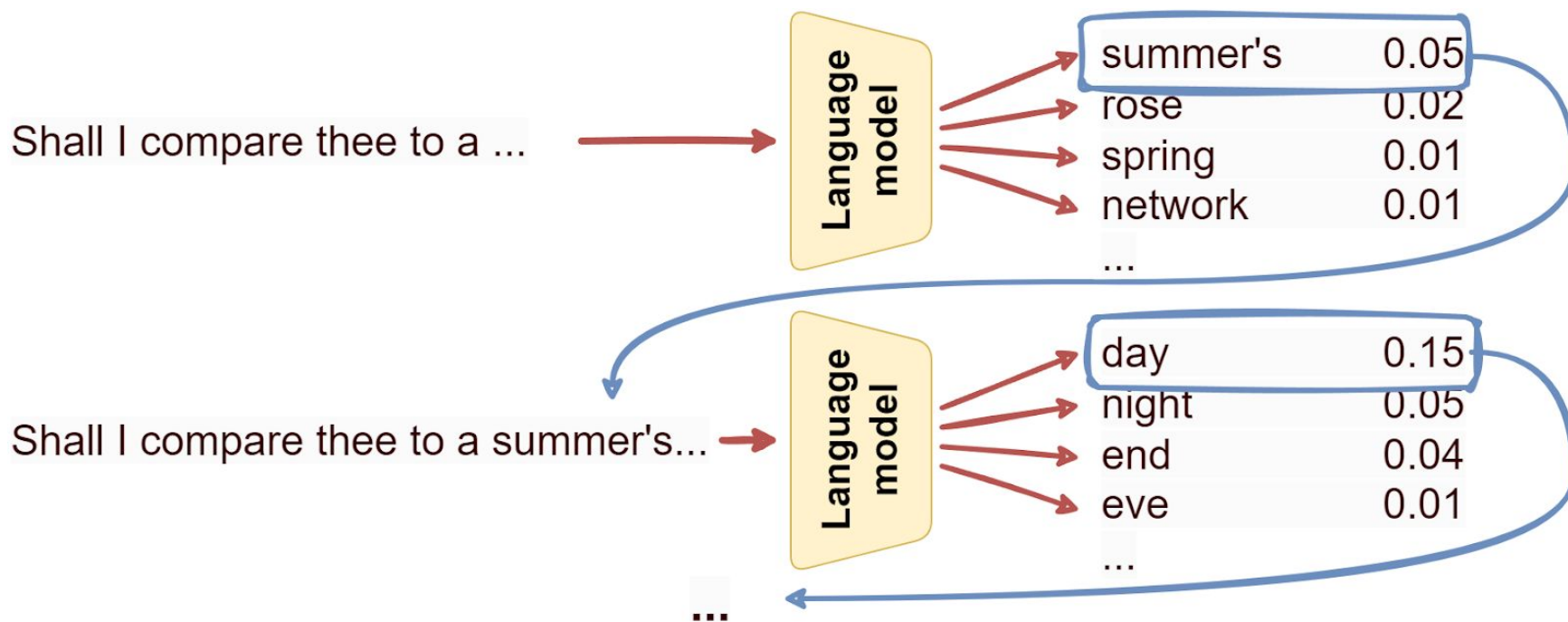
Обучение без учителя

- Обычно — в **сокращении размерности**
- Самый радикальный пример — **кластеризация**



Когда учитель появляется сам собой

- Важный подкласс обучения с учителем — **self-supervised learning**, когда выходы не нужно размечать
- Только так можно получить достаточно данных, чтобы обучать с учителем модели с миллиардами параметров
- Главный пример — **языковое моделирование (language modeling)**



Обучение с подкреплением

- **Обучение с подкреплением (reinforcement learning)** – это раздел ML, в котором агент “живёт” в окружающей среде и собирает датасет для обучения по ходу дела
- Для этого нужно суметь реализовать окружающую среду, которая будет давать награду; например, результат партии в шахматы или корректность доказательства в математике



Спасибо за
внимание!



@SINECOR

