Лекция 2. Сквозная цифровая технология

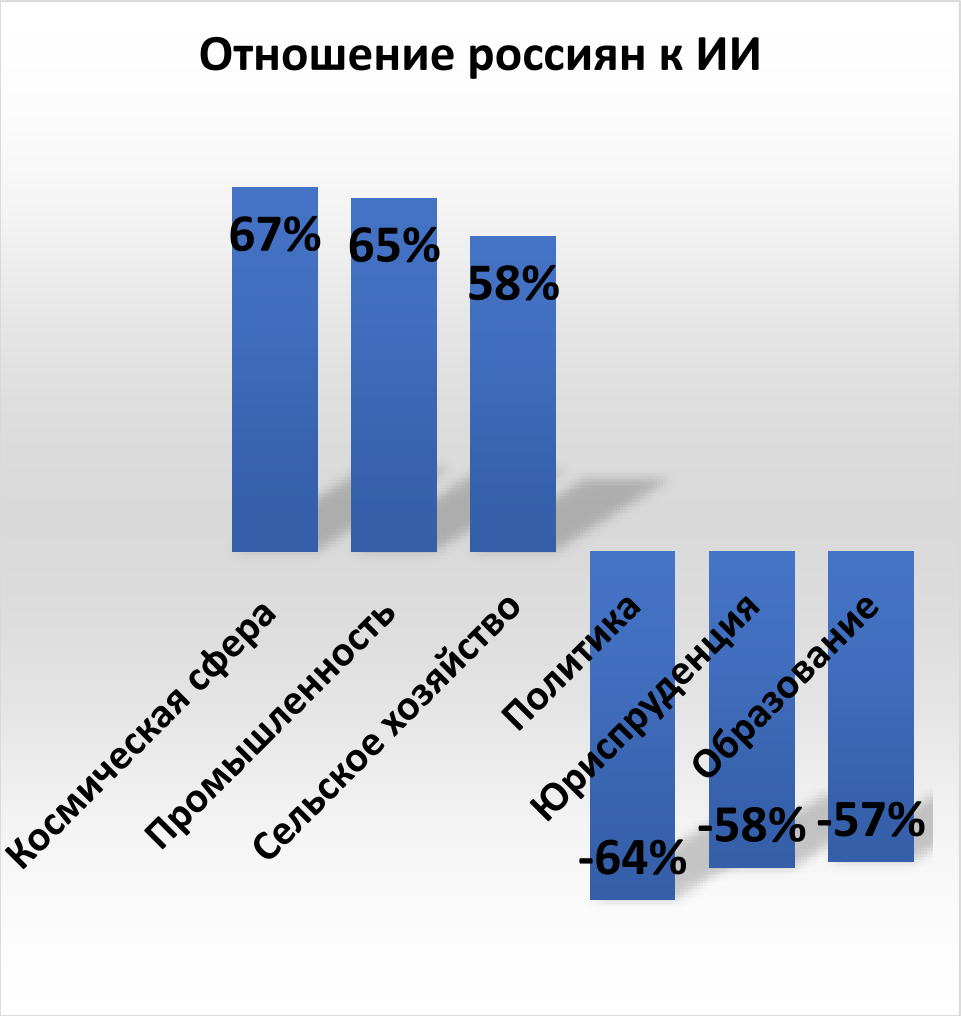
«НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

Д.т.н., профессор Гусева А.И.

2023 г.

Статистика РФ (сентябрь 2023 г.)

- Половина россиян (51%) опасаются потерять работу из-за искусственного интеллекта (ИИ)
- При этом большинство (69%) респондентов даже не пробовали использовать эти технологии в процессе труда
- 44% респондентов заявили о высоком качестве выполнения задач нейросетью на практике



Результаты опроса "Мастерской новых медиа“
Источник: life.ru

Международный опыт: статистика 2023 г.

США

- **43%** студентов американских колледжей признаются, что используют для учебы такие инструменты искусственного интеллекта, как ChatGPT
- **90%** студентов, которые учатся с ChatGPT, считают, что это лучше, чем использование репетитора - они полностью заменили некоторые занятия с репетитором на ИИ, и 95% говорят, что последующие улучшения в оценках были связаны с репетиторством с ИИ (математика и естественные науки)
- **60%** студентов американских колледжей говорят, что их учебные заведения не давали им советов по этичному и ответственному использованию ИИ
- **61%** студентов колледжей США считают, что искусственный интеллект станет нормой
- **более трети** старшеклассников США используют ChatGPT (30% младшие школьники, до 47% в возрастной группе 12-14 лет)
- большинство преподавателей США считают, что в образовании есть место для ИИ: 72% считают его частью современного мира, а 73% считают, что он приносит пользу обучению

Источник: Mspoweruser.com

Международный опыт: статистика 2023 г.

Великобритания

- **67%** учащихся средних школ Великобритании используют ИИ для выполнения домашних заданий и заданий. Это касается всех видов школьной работы, включая быстрое решение математических задач (42%) и написание эссе (41%). В меньшей степени ИИ также используется для языковых занятий (25%), создания стихов (24%) и помощи в физике (20%).
- **47.3%** студентов Кембриджа использовали ИИ для завершения работы над своей степенью
- **60%** студентов университетов не хотят, чтобы чат-боты с искусственным интеллектом, такие как ChatGPT, были полностью запрещены
- **36%** студентов университетов говорят, что сталкивались с угрозами неудачи, если их поймали на ненадлежащем использовании ИИ
- **38%** учащихся средних школ Великобритании чувствуют себя виноватыми из-за использования ИИ

Источник: Mspoweruser.com

Международный опыт: статистика 2023 г.

Китай

- **в 2019 году компания Squirrel AI в сотрудничестве со средней школой в Ханчжоу начала внедрять ИИ как аналог репетиторства. Один из учеников решил опробовать технологию для помощи с заданиями по математике — и к концу семестра его результат вырос с 50% до 62,5%. Через два года на финальном экзамене перед старшей школой он справился с 85% заданий. К августу 2019 года Squirrel AI привлекла более $180 млн, открыв более 2000 образовательных центров по всей стране**
- **В августе 2023 года Постоянный Комитет Всекитайского собрания народных представителей обсудил законопроект об аннулировании дипломов тех студентов, которые использовали нечестные методы для написания своей научной работы -студент может не получить документ о высшем образовании, если в его научной работе будет найден плагиат или искажение данных, а также если работа была написана с помощью искусственного интеллекта**

Источник: https://www.chinadaily.com.cn/a/202308/28/WS64ec506ca31035260b81e9fe.html

Сквозная цифровая технология «Нейротехнологии и искусственный интеллект»

Искусственный интеллект — комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека; включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе то, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений

Технологии ИИ

- **Компьютерное зрение**
- **Обработка естественного языка**
- **Распознавание и синтез речи**
- **Интеллектуальная поддержка принятия решений**
- **Перспективные методы искусственного интеллекта**

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. (Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490)

Сквозная цифровая технология «Нейротехнологии и искусственный интеллект»

Искусственный интеллект может применяться для реализации новых возможностей человека во всех сферах деятельности, в том числе для:

- **освобождения человека от монотонной работы путем создания программного обеспечения для автоматического выполнения ряда действий**
- **поддержки в принятии решений**
- **автоматизации опасных видов работ**
- **поддержки коммуникаций между людьми**

Применение искусственного интеллекта необходимо во всех экономических и социальных отношениях для повышения качества жизни и улучшения благосостояния общества

Сквозная цифровая технология «Нейротехнологии и искусственный интеллект»

По версии Gartner, выделены десять стратегических трендов, которые будут стимулировать развитие четырех важнейших направлений стратегического развития организаций:

- **Всеохватывающая интеллектуализация (Intelligence Everywhere), охватывает технологии и методы обработки данных, которые включают продвинутое машинное обучение и искусственный интеллект и позволяют создавать интеллектуальные аппаратные и программные системы, способные учиться и адаптироваться**
- **технологии, ориентированные на все более тесных связей между реальным и цифровым миром**
- **объединение платформ и сервисов, необходимых для слияния интеллектуальных цифровых технологий**
- **все аспекты адаптивной архитектуры безопасности**

Применение искусственного интеллекта

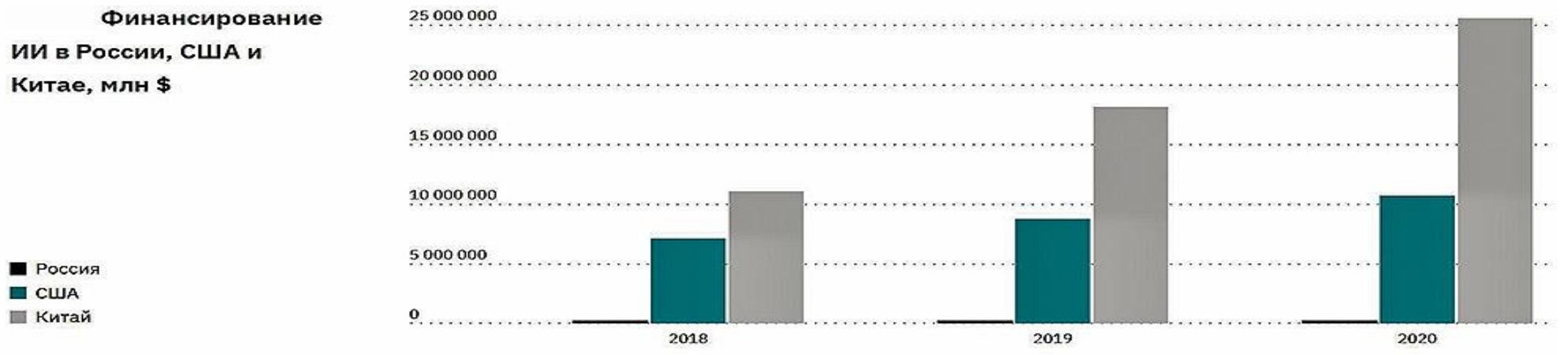
Примеры применения элементов ИИ

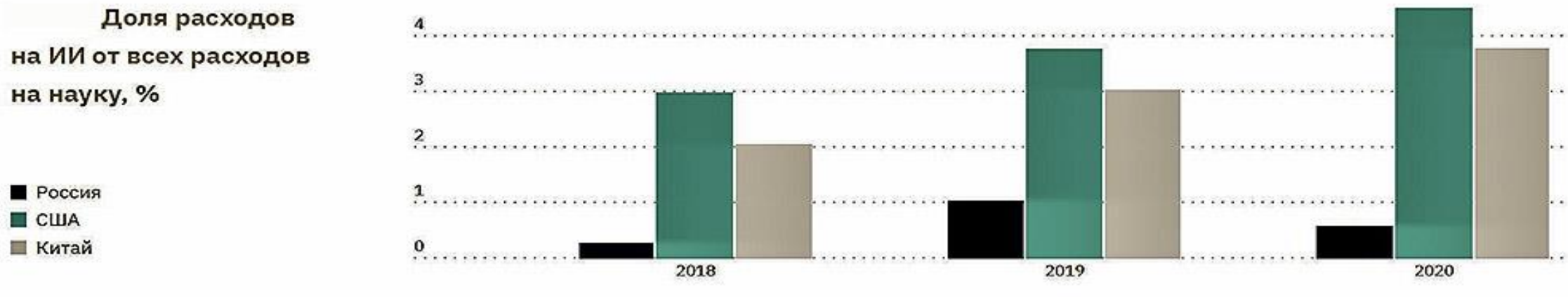
- **Системы распознавания и классификации объектов на изображениях**
- **Голосовые интерфейсы взаимодействия**
- **Системы мониторинга качества обслуживания в колл-центрах**
- **Системы выявления неполадок**
- **Системы видеоаналитики**
- **Самообучающиеся системы управления производственными процессами и устройствами**
- **Системы универсального перевода «на лету»**
- **Чат-боты консультанты**

В 2020 г. технологии ИИ в своей деятельности применяли лишь 5.4% российских организаций

В 2022 технологии ИИ применяли 20% российских организаций, в промышленности - 16%

Сравнительный анализ



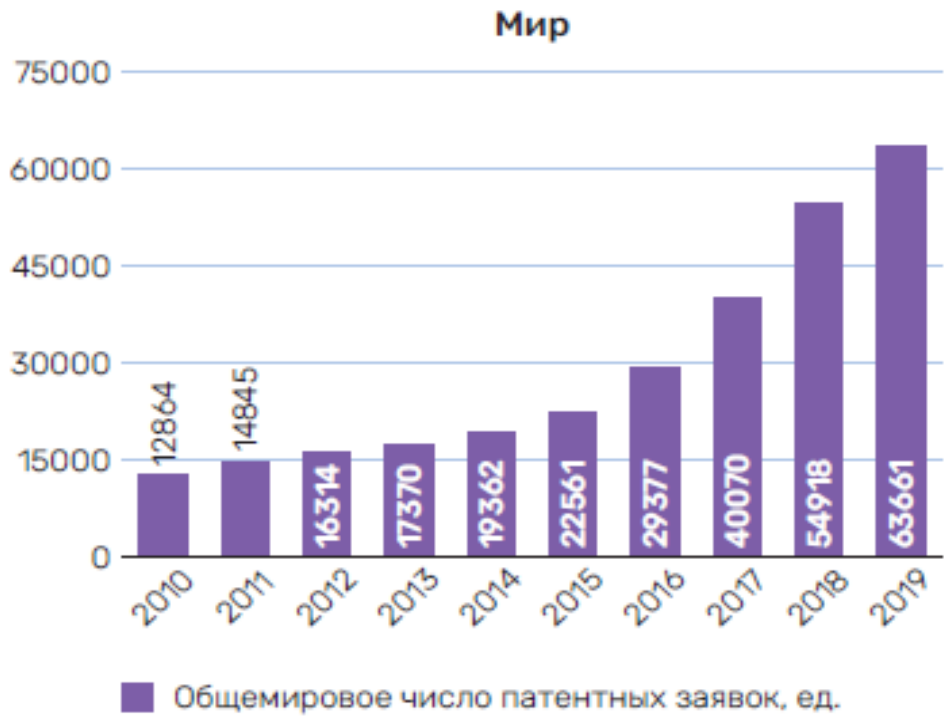


Ключевые показатели публикационной активности ИИ

Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Библиометрический анализ за 2010–2020 гг. проведен НИУ ВШЭ на основе базы данных Scopus

Ключевые показатели патентной активности ИИ



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Патентный анализ за период с 2010 по 2019 г. проведен НИУ ВШЭ с использованием патентной базы PatStat Global (используется Международная патентная классификация)

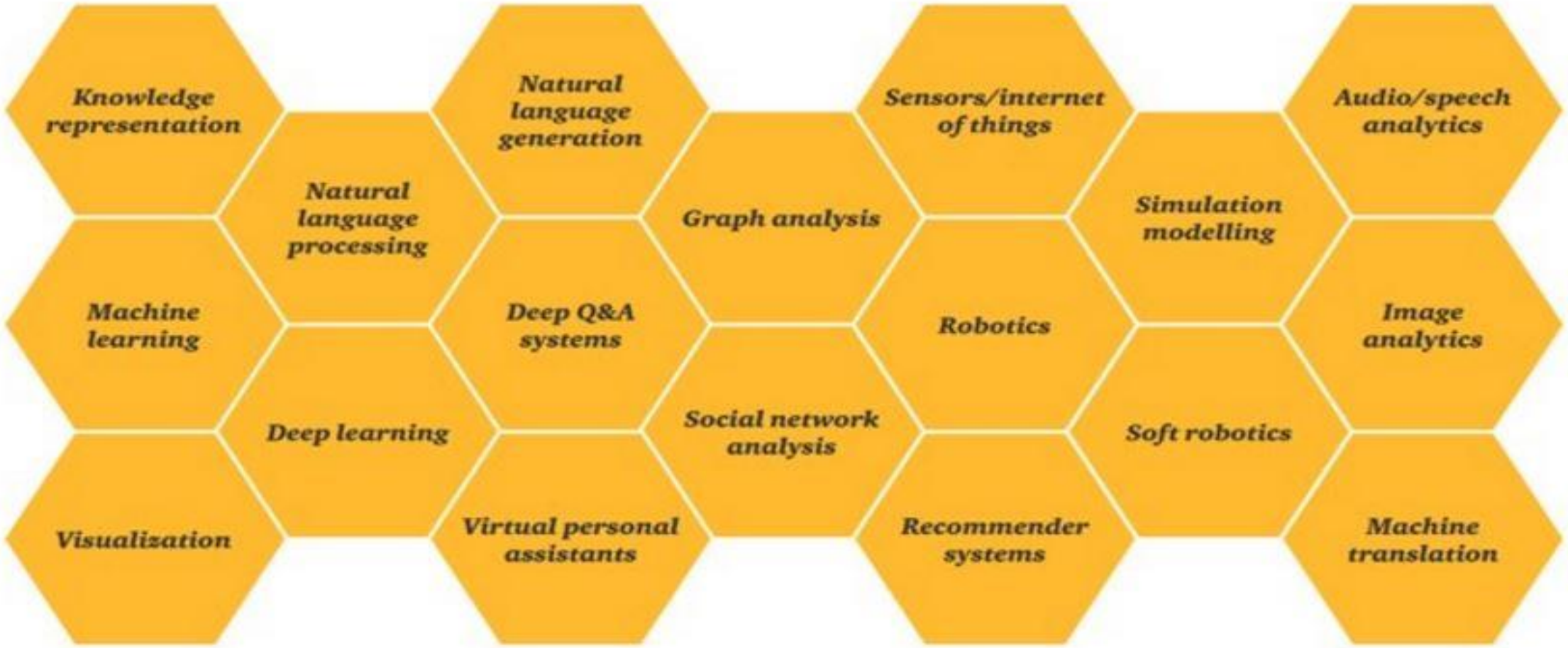
Основные показатели публикационной и патентной активности по группам технологий (субтехнологий)

	Научные публикации				Патентные заявки			
		Мир	Россия	Доля России, %		Мир	Россия	Доля России, %
Компьютерное зрение	2020	14818	176	1,2	2019	23158	51	0,2
	2015	6742	125	↑	2015	9873	30	↑
	2010	6328	50	0,8	2010	6090	19	0,3
Обработка естественного языка	2020	5117	105	2,1	2019	7401	26	0,4
	2015	2598	18	↑	2015	3742	37	↑
	2010	1312	5	0,4	2010	1909	7	0,4
Распознавание и синтез речи	2020	2190	37	1,7	2019	3065	6	0.2
	2015	1472	7	↑	2015	2279	8	↑
	2010	1096	4	0,4	2010	1234	5	0,4
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	2020	3182	24	0,8	2019	1814	3	0,2
	2015	956	4	↑	2015	1647	7	↑
	2010	593	2	0,3	2010	993	0	0
Перспективные методы	2020	33529	400	1,2	2019	38677	54	0,1
	2015	8359	58	↑	2015	6823	16	↑
	2010	6527	18	0,3	2010	3300	11	0,3

Технологическая зрелость

Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Применение искусственного интеллекта



www.tadvisor.ru/Искусственный интеллект (ИИ)

Направления разработок в области искусственного интеллекта

				Машинное обучение	Обработка текстов на естественном языке	Машинный перевод	Рекомендательные системы	
Sr Speech Recognition	Si Speech Identification							
Ar Audio Recognition	Ai Audio Identification	Pi Predictive Inference	Pl Planning	Представление знаний	Глубокое обучение	Распознавание изображений	Визуализация	
Fr Face Recognition	Fi Face Identification	Ei Explanatory Inference	Ps Problem Solving	Имитационное моделирование	Робототехника	Интернет вещей	Нейросетевые технологии	
Ir Image Recognition	Ii Image Identification	Sy Synthetic Reasoning	Dm Decision Making	Lg Language Generation	Lc Category Learning	Ml Mobility Large	Lr Relationship Learning	Cm Communication
Gr General Recognition	Gi General Identification	Da Data Analytics	Te Text Extraction	Lu Language Understanding	Lt Knowledge Refinement	Ms Mobility Small	Ma Manipulation	Cn Control

Дорожная карта развития ИИ

- В 2019 г. был Госкорпорацией «Росатом» провел конкурс на разработку 9 дорожных карт сквозных цифровых технологий
- В конкурсе для СЦТ «Нейротехнологии и искусственный интеллект» победил ПАО «Сбербанк»
- На момент объявления конкурса 1 марта 2019 года максимальная начальная цена контрактов в сумме составляла 109 млн рублей, стоимость лота составила 1 коп.
- В мае 2019 г. АНО «Цифровая экономика» утвердило 4 дорожные карты, в том числе на «Нейротехнологии и искусственный интеллект»
- Весной 2023 года Правительство РФ сформировало перечень важных направлений технологического развития страны до 2030 года, в итоговый перечень сквозных технологий вошел искусственный интеллект

Дорожная карта развития ИИ (2019 г.)

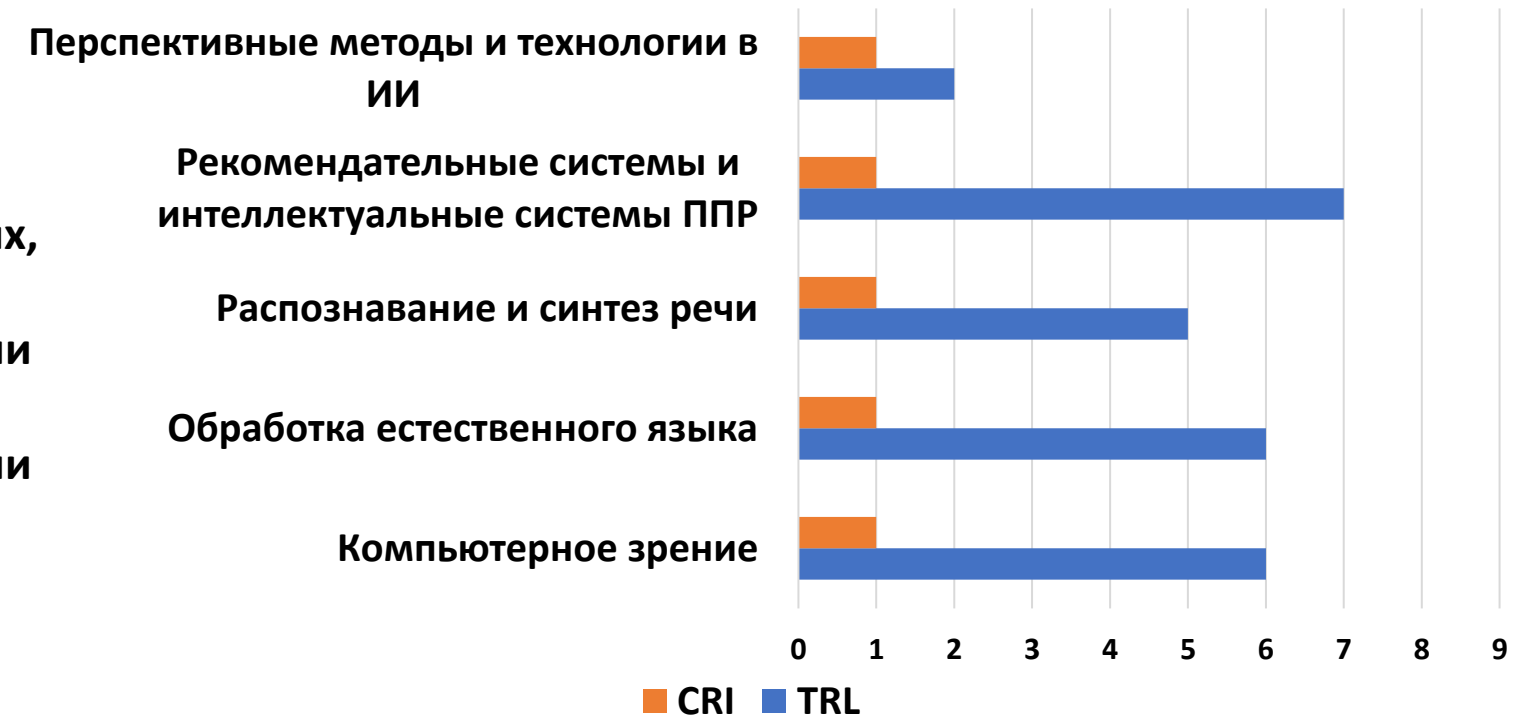
TRL – технологическая готовность (9 уровней)

- 2 уровень: сформулирована концепция
- 5 уровень: макет испытан в условиях, близких к реальным
- 6 уровень: демонстрация технологии на прототипе
- 7 уровень: демонстрация технологии в эксплуатационных условиях

CRI - коммерческая готовность (6 уровней)

- 1 уровень: ранняя венчурная стадия — потенциальная возможность коммерческого применения

Уровни готовности сквозной цифровой технологии



Нейротехнологии и искусственный интеллект

Технологические задачи

Компьютерное зрение: технологические задачи

1. Сбор наборов данных (data sets) и обучение классификаторов
2. Сбор набора данных (data sets) и обучение системы по «ситуации»
3. Синтез/ генерация 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости
4. Получение и обработка информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в т.ч. LIDAR
5. Детекция и идентификация субъектов в сложной окружающей среде
6. Высокоскоростная идентификация большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра
7. Автономная семантическая сегментация, классификация и идентификация, разбиение на объекты и распознавание мелких деталей, в т.ч. в режиме реального времени
8. Понимание образов с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн)
9. Психографический и эмоциональный анализ поведения людей и животных на основе видео-данных
10. Гибридные системы компьютерного зрения (комбинация с ИИ и без)

Технологические задачи

Обработка естественного языка: технологические задачи

1. Спам фильтрация на основе искусственного интеллекта
2. Интеллектуальный поиск ответов в тексте и «понимание» запросов пользователя
3. Распознавание ошибок, слэнга и аббревиатур
4. Учет контекста/истории взаимодействия, группировка и классификация при распознавании текста
5. Понимание различных литературных приемов и стилей
6. Автоматический подбор, выбор и интеграция навыков
7. Динамическое распознавание смысла (распознавание до получения законченного предложения/абзаца)
8. Синтез уникальных текстов (в т.ч. художественные произведения)
9. Выделение наиболее важной информации и контекста
10. Распознание эмоциональных оттенков и субэмоций речи и текста

Технологические задачи

Распознавание и синтез речи: технологические задачи

1. Проверки подлинности речи
2. Распознавание звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.)
3. Распознание сложных смысловых конструкций и слэнга в речи
4. Создание средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи
5. Синтез речи на другом языке
6. Распознавание антропологических признаков на основе речи
7. Классификация и взаимное расположение источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.)
8. Распознание эмоциональных оттенков и субэмоций речи

Технологические задачи

Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений: перспективные задачи

1. Предсказательное моделирование результатов работы/обучение без тестирования в реальной среде
2. Принятие решений на основе открытых источников данных и неструктурированной информации
3. Принятие решений в реальном времени (в т.ч. в рамках непрерывного процесса)
4. Обоснование решений, принятых на основе искусственного интеллекта
5. Технологии предиктивного анализа данных
6. Системы управления, учитывающие физических процессы, происходящие с объектом
7. Динамическое адаптивное управление и ориентация отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях
8. Централизованное управление группой/роем объектов
9. Децентрализованное управление группой/роем однородных объектов
10. Децентрализованное управление группой/роем неоднородных объектов
11. Использование искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов)
12. Разметка данных при помощи искусственного интеллекта
13. Задачи менеджмента данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль и т.д.)

Перспективные задачи

Перспективные методы и технологии в ИИ: перспективные задачи

1. One-Shot learning (один/несколько объектов)
2. Автоматизация обучения нейронных сетей (Auto ML)
3. Гибридные модели – комбинации моделей на основе данных с «классическими» моделями, а также комплексирование различных методов ИИ
4. Анализ тактильных сигналов
5. Обучение по аналогии
6. Обучение без учителя
7. Семантический динамический анализ образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и тп.
8. Интерпретация и обоснование принимаемого решения искусственного интеллекта (eXplainable AI)
9. Сильный искусственный интеллект (AGI)

Рынок технологий ИИ

Объем мирового рынка ИИ по продуктовым линейкам (2021 г.)

Название продуктовой линейки	Объем рынка, млрд долл.
Биометрические системы[13]	36,6
Интеллектуальные виртуальные ассистенты[14]	5,8
Рекомендательные системы[15]	2,1
Беспилотный транспорт:	
Беспилотные автомобили[16]	23,3
Беспилотные авиационные системы[17]	27,4
Автономные поезда[18]	6,9
Диагностика состояния транспортных средств и промышленного оборудования, в том числе предиктивное обслуживание[19]	4,5
Интеллектуальные сервисы медицинской диагностики[20] и поддержки врачебных решений[21]	1,7

Рынок технологий ИИ

Объем мирового рынка ИИ (2022 г.)

Разработчики генеративных ИИ-приложений в 2022 г. привлекли $1,37 млрд инвестиций — почти столько же, сколько за предыдущие пять лет вместе взятые

Согласно отчету Gartner, 37% организаций в мире уже внедрили технологии искусственного интеллекта в той или иной форме (процент таких компаний вырос на 270% за последние четыре года)

В 2023 году зарубежный рынок ИИ достигнет $500 млрд, а в 2030 году — $1,5 трлн (Precedence Research)

Пять основных трендов ИИ на 2023 г.:

- **возрастет популярность адаптивного искусственного интеллекта (Adaptive AI, технология позволяет системам самообучаться и адаптироваться к изменяющимся условиям прямо в процессе работы)**
- **ИИ будет активно применяться в сфере HR**
- **ИИ будет все больше использоваться для автоматизации**
- **начнется бум приложений на основе генеративного искусственного интеллекта**
- **Будут активно использоваться цифровые аватары и метавселенные**

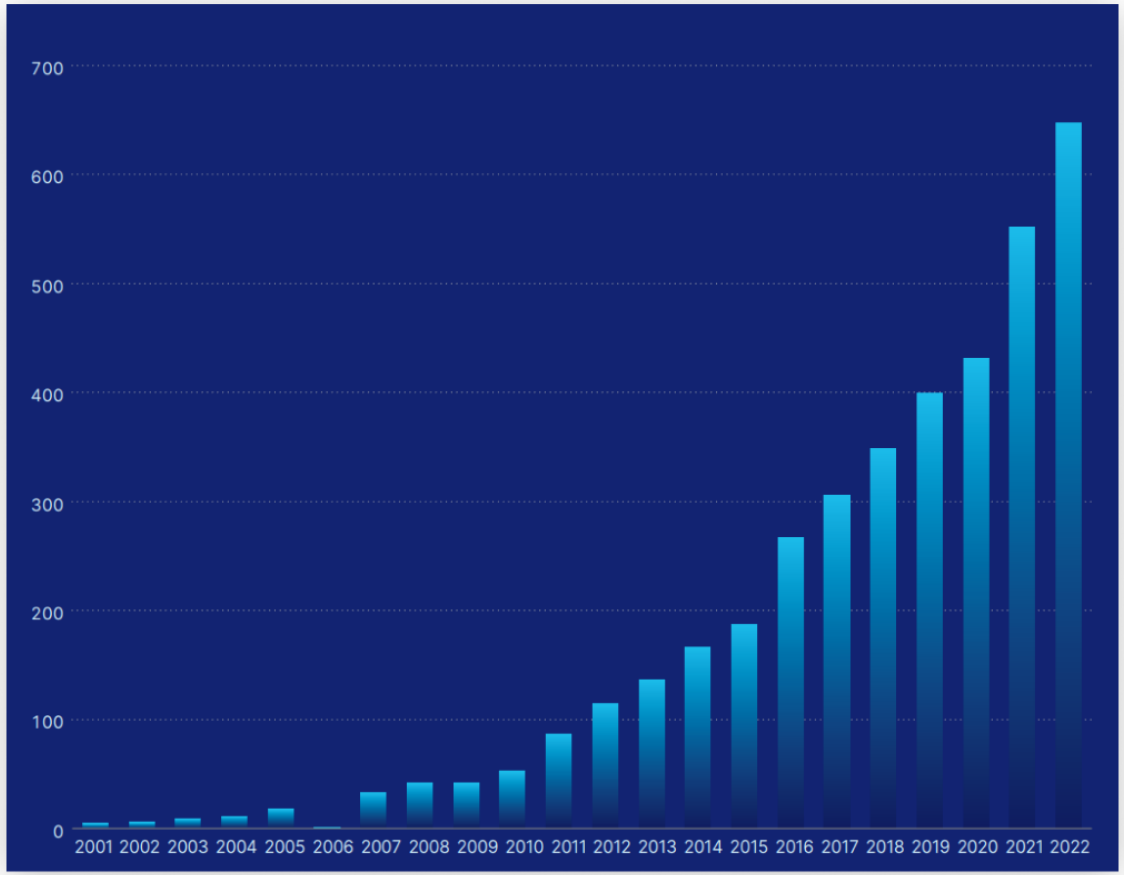
Рынок технологий ИИ

Российский рынок ИИ (2022 г.)

По итогам 2021 г. рынок ИИ в России составил приблизительно 550 млрд. руб. (или 6,9 млрд. долл., если считать по курсу 1 $ = 80 ₽). При этом рост рынка составил 28% относительно 2020

Размер рынка ИИ в России (2022 г.) достиг 647 млрд руб., рост составил 17% за счет роста выручки профильных компаний

По мнению IDC отечественный рынок ИИ будет демонстрировать среднегодовой рост на уровне 18,5% до 2024 г.



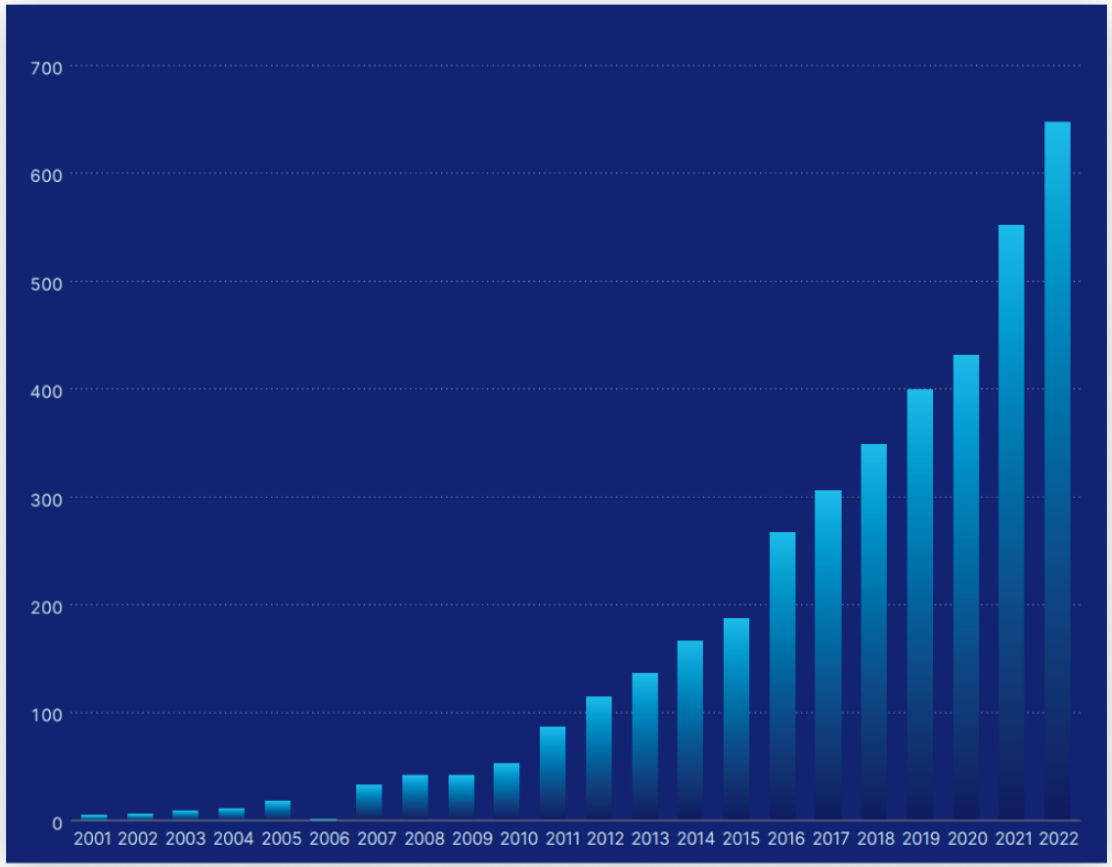
Рынок технологий ИИ

С запуском в 2021 году Федерального проекта «Искусственный интеллект» государственное финансирование ИИ выросло примерно в три раза за два года

На государственные закупки в этой области в 2022 г. было потрачено более 1 млрд руб.

Российские ученые сделали около 2,5 тыс. публикаций на разных конференциях, и Россия поднялась на 11 место в мире по этому показателю

По числу публикаций в журналах Россия поднялась с 18 на 14 место



Достижения последних лет в области ИИ

1. Deepfake (от англ. deep learning – глубинное обучение и fake – подделка)

На рубеже 2016–2017 гг. начали лавинообразно набирать популярность вариации алгоритма генеративных состязательных сетей (generative adversarial network, GAN), позволяющего по ключевым признакам объектов восстанавливать их целиком (в том числе заменяя отдельные элементы, например лица)

Решения на основе GAN позволяют «оживлять» статичные изображения и создавать на их основе вполне реалистичную анимацию. Использование этого метода приводит к появлению так называемых дипфейков (Deepfake)

Востребовано и обратное направление - AntiDeepFake. Лабораторией кибербезопасности ПАО «Сбербанк» разработана технология на основе ИИ для автоматизированного выявления DeepFake с точностью до 98%

Достижения последних лет в области ИИ

2. AlphaFold 2 – предсказательный алгоритм для пространственной структуры белка

В 2020 г. компания DeepMind объявила о том, что созданный ею алгоритм справился с задачей, которую полвека пытались решить биологи, – научиться предсказывать пространственную структуру белков по их химическому составу и тем самым сделать возможным прогноз их биологической активности

Алгоритм был обучен на общедоступных данных из 170 тыс. белков с известной структурой

Создатели использовали около 128 ядер TPUv3 (эквивалент 100–200 графических процессоров)

Одним из результатов стало предсказание нескольких ранее неизвестных структур вируса SARS-CoV-2 (белки ORF3a, ORF8)

Достижения последних лет в области ИИ

3. GPT-3 - нейросеть для обработки естественного языка

28 мая 2020 г. группа исследователей из OpenAI опубликовала статью с описанием самого продвинутого алгоритма обработки естественного языка GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer)

Он может быть использован для решения подавляющего большинства задач, сформулированных на английском языке

В настоящее время исключительной коммерческой лицензией на GPT-3 обладает Microsoft

Русскоязычную версию этого алгоритма – ruGPT-3 представил ПАО «Сбербанк»

Достижения последних лет в области ИИ

4. GPT-3,5 - нейросеть для обработки естественного языка

В конце ноября 2022 года компания OpenAI представила всему миру нового нейросетевого чат-бота ChatGPT, который был собран на основе InstructGPT (она же GPT-3.5)

Выпущенный чат-бот способен вести диалоги, отвечать на вопросы пользователей, исправлять ошибки и, самое главное, делать всё это точнее и информативнее предыдущих моделей. Аудитория продукта всего за два месяца достигла 100 млн человек

В 80% случаев ChatGPT создает текст, который трудно отличить от текста, написанного человеком

Чат-бот (бот) — это специальный вид программных приложений, который имитирует человеческое общение с помощью различных технологий, т.е. ведет диалог с пользователем, отвечая на задаваемые им вопросы в текстовом, голосовом и визуальном виде

Достижения последних лет в области ИИ

5. GPT-4 - нейросеть обработки естественного языка

14 марта 2023 года OpenAI выпустила GPT-4 (Generative Pre-trained Transformer 4) как мультимодальную большую языковую модель, доступную для пользователей ChatGPT

Для обучения трансформера GPT-4 использовались как общедоступные данные, так и «данные, лицензированные сторонними поставщиками», а затем нейросеть была доработана с помощью обучения с подкреплением на основе отзывов людей

GPT-4 может работать сразу с двумя и более модальностями данных (текст, картинки, а в некоторых случаях – даже звук или 3D-модели)

GPT-4 превосходит подавляющее большинство специализированных и узконаправленных систем ответов на вопросы по изображениям в самых разных задачах (ее результаты лучше в 6 из 8 протестированных наборов данных, причем зачастую более чем на 10%)

Достижения последних лет в области ИИ

5. GPT-4 - нейросеть обработки естественного языка (продолжение)

The New York Times писала, что GPT-4 продемонстрировал впечатляющие улучшения в точности по сравнению с GPT-3.5, получила возможность обобщать и комментировать изображения, смогла обобщать сложные тексты и т.д.

Пользователи по всему миру успели опробовать нейросеть для разных задач: например, ChatGPT-4 сдал экзамен MBA, экзамены на врача и юриста в США и даже прошёл собеседование в Google

Тем не менее GPT-4 всё же показала склонность к «галлюцинациям» в ответах

22 марта 2023 года Илон Маск совместно с 1000 экспертов в области ИИ опубликовал письмо с требованием ввести мораторий на обучение систем более мощных, чем GPT-4, так как неконтролируемый процесс в этой области, по мнению Маска и согласных с ним экспертов, может представлять угрозу для человечества

Достижения последних лет в области ИИ

6. DALL-E от OpenAI – нейросеть для генерации изображений по текстовому описанию

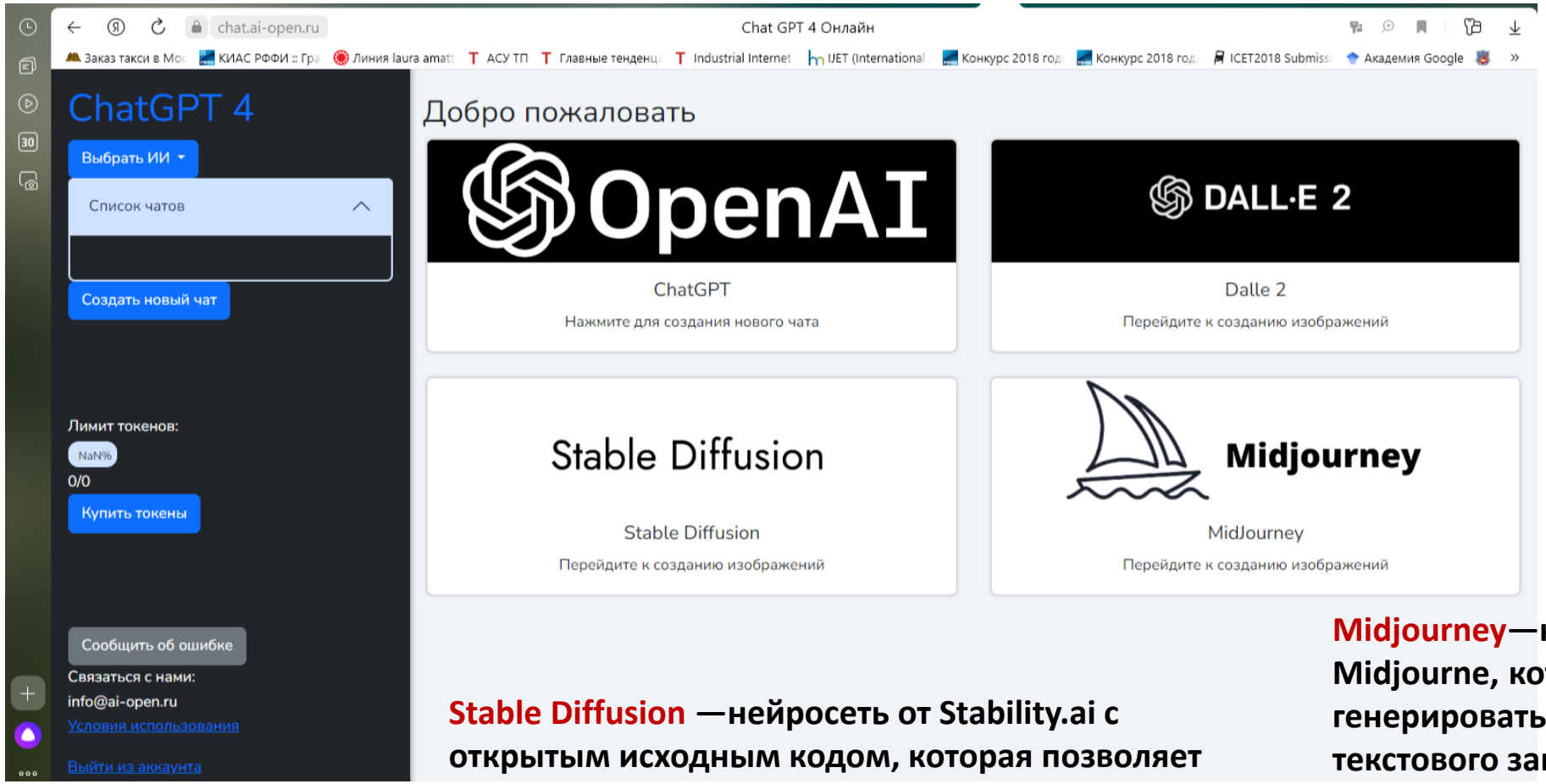
В 2021 г. разработанная компанией OpenAI нейросеть DALL-E позволяет создавать высококачественные изображения абстрактных и несуществующих объектов, сочетая несвязанные характеристики и применяя их к существующим изображениям

Визуализации генерируются с помощью нейросети, в основе которой лежит алгоритм GPT-3, что позволяет создавать широкую палитру необычных изображений

Подобный сервис предлагает Stable Diffusion - программа с открытым исходным кодом от группы Stability.Ai , выпущенная в публичный доступ 22 августа 2022 г.

ПАО «Сбербанк» представил нейросеть-трансформер ruDALL-E, генерирующую оригинальные изображения по короткому текстовому описанию на русском языке: ruDALL-E XL (1.3 млрд параметров), RuGPT-3 (самая большая ИИ-модель для русского языка, которая умеет писать тексты), ruCLIP (Base, Small и Large), RuDOLPH.«Сбербанк» (все в открытом доступе)

Достижения последних лет в области ИИ

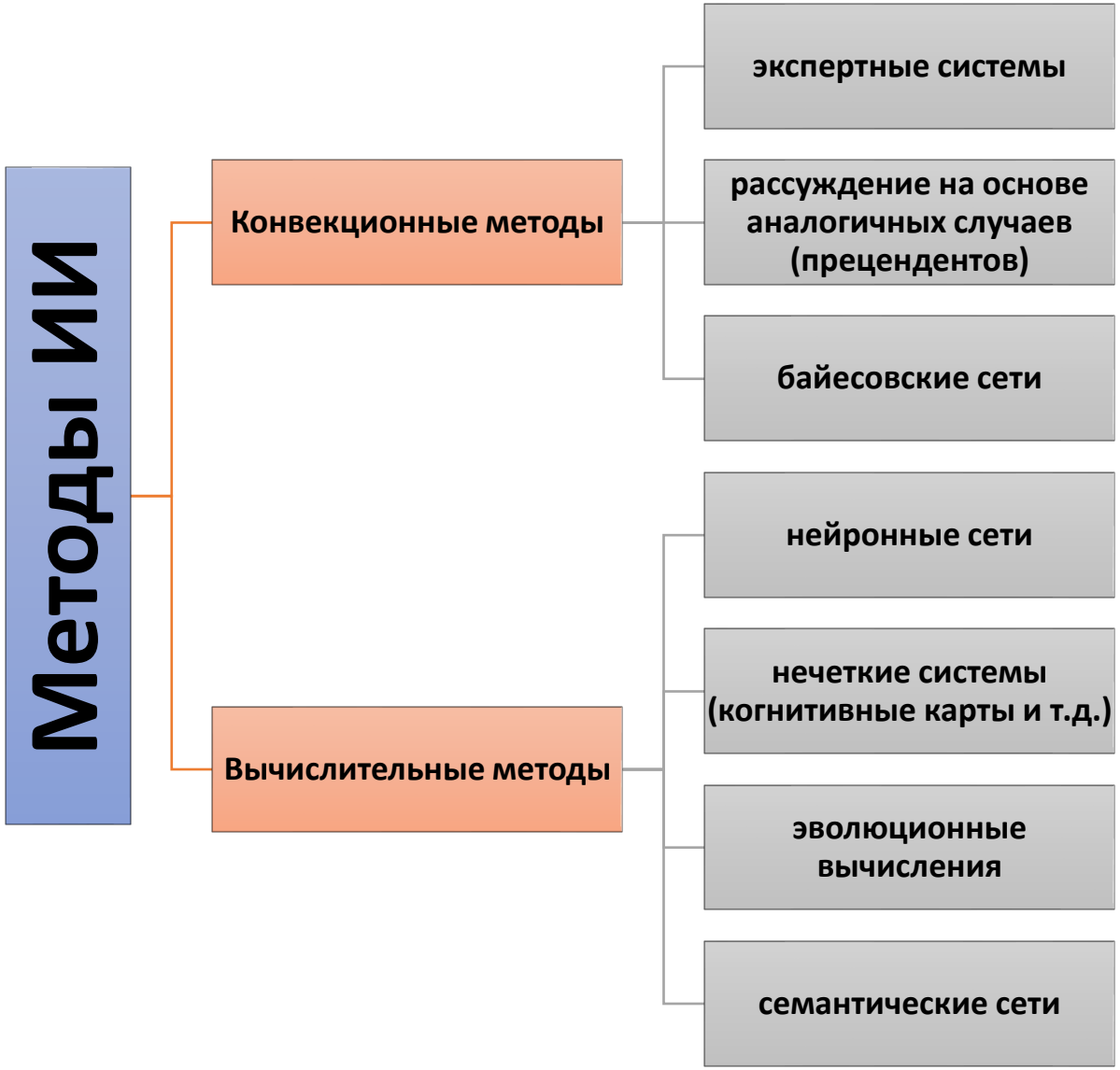


DALLE 2—нейросеть от компании OpenAI, которая позволяет генерировать изображения на основе текстового запроса

Stable Diffusion —нейросеть от Stability.ai с открытым исходным кодом, которая позволяет генерировать изображения на основе текстового запроса, а также дорисовывать наброски и редактировать исходные картинки

Midjourney—нейросеть от студии Midjourne, которая позволяет генерировать изображения на основе текстового запроса, способна улучшать предоставленные ему изображения, перерисовывать, адаптировать и менять стиль

Классификация методов искусственного интеллекта



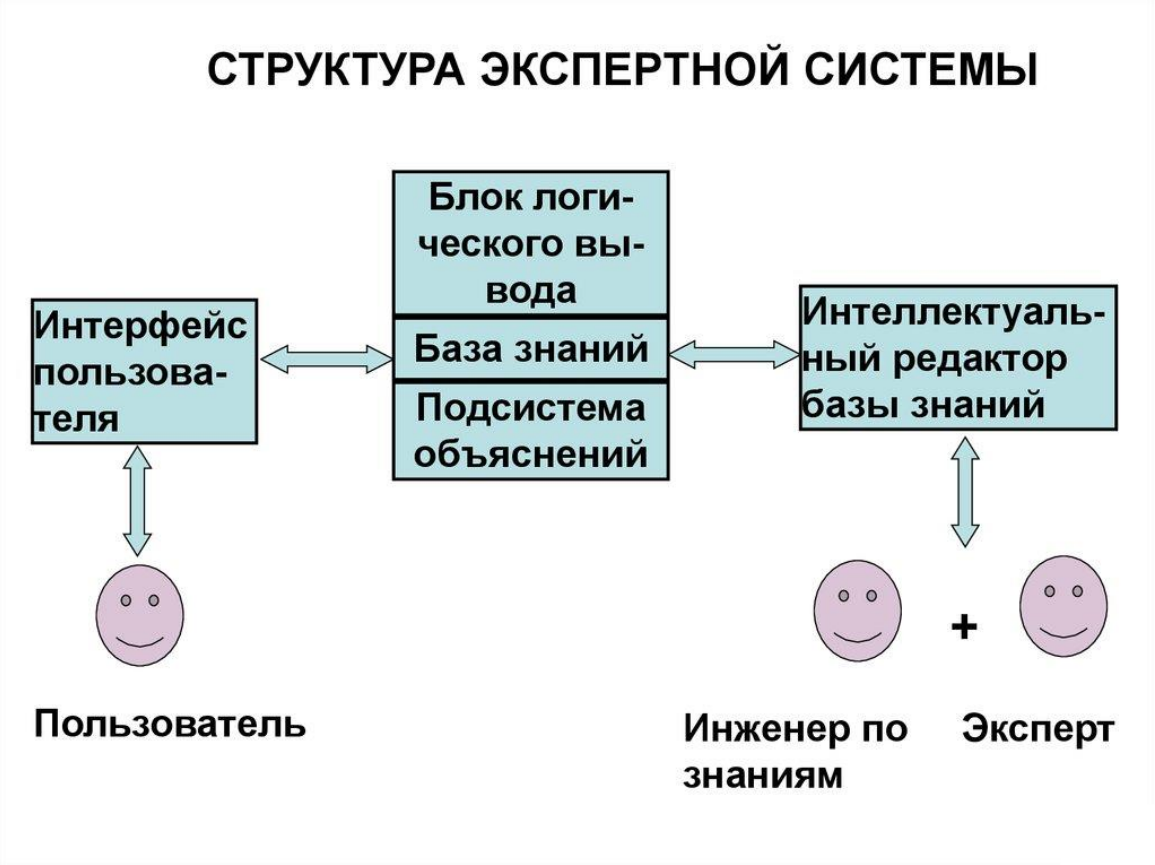
Конвенционные методы - методы, основанные на формализме и статистическом анализе

Вычислительные методы – методы итерационного обучения, опирающиеся на эмпирические данные и ассоциируются с во многом с мягкими вычислениями

Экспертные системы

Экспертная система (ЭС, Expert system) – предиктивная система, включающая в себя знания об определенной слабо структурированной и трудно формализуемой узкой предметной области и способная предлагать и объяснять пользователю разумные решения

- Экспертная система состоит из базы знаний, механизма логического вывода и подсистемы объяснений
- В экспертных системах для решения формализованных задач применяются методы достоверного вывода или методы правдоподобного вывода для случаев неопределенности вероятностной природы
- Решения экспертных систем обладают прозрачностью, т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне

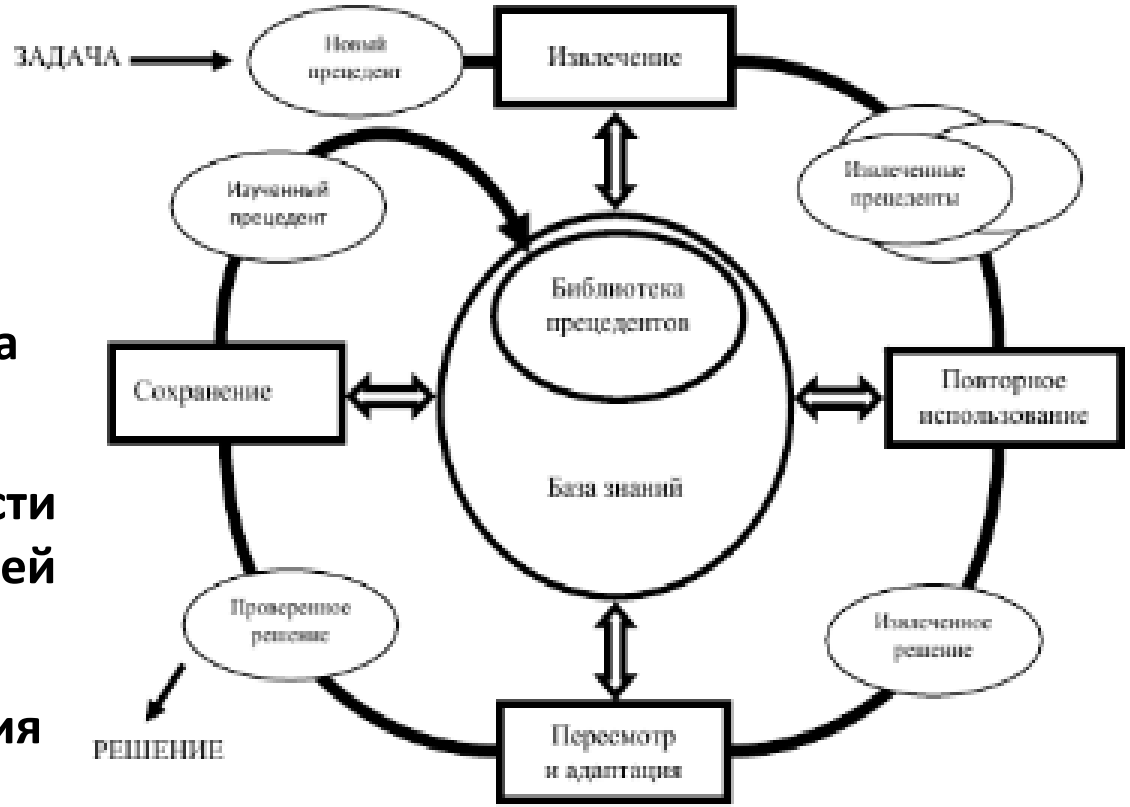


Рассуждения на основе прецендентов

Методы моделирования рассуждений на основе прецедентов (CBR-Case based reasoning) **позволяют решить новую задачу, используя или адаптируя решение уже известной задачи**

CBR –цикл:

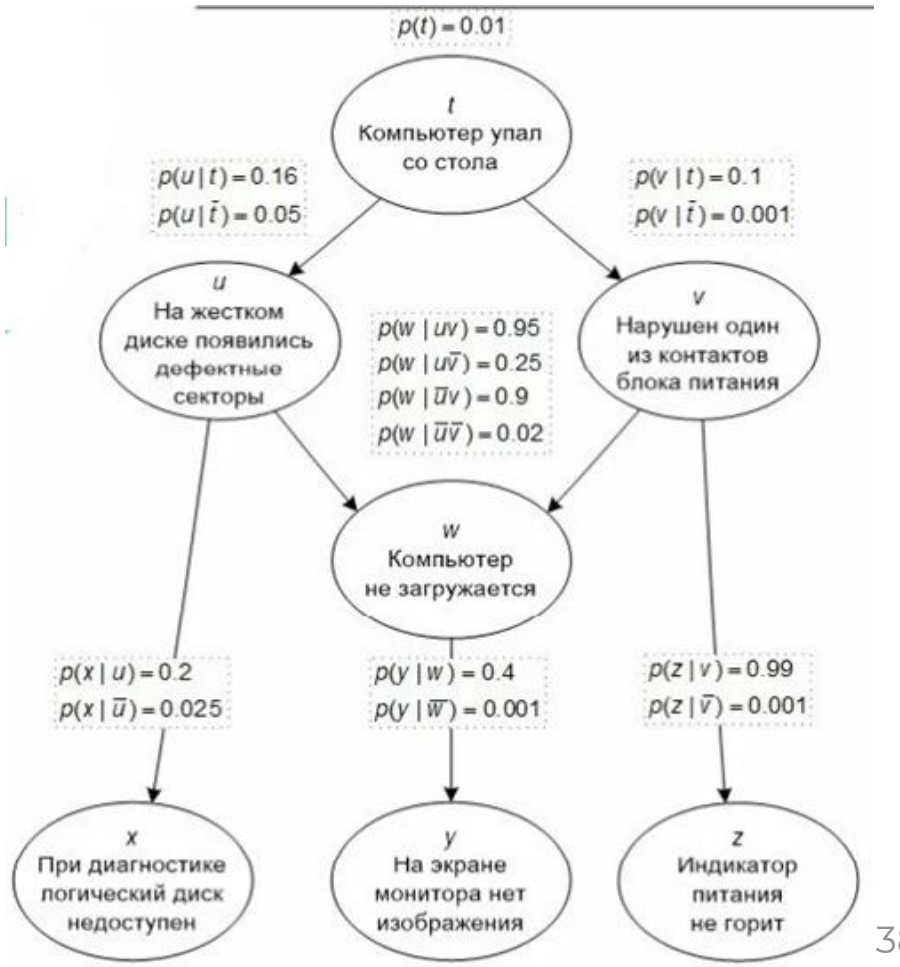
- **извлечение наиболее адекватного (подобного) прецедента (или прецедентов) для сложившейся ситуации из библиотеки прецедентов (БП)**
- **повторное использование извлеченного прецедента для попытки решения текущей проблемы**
- **пересмотр и адаптация в случае необходимости полученного решения в соответствии с текущей проблемой;**
- **сохранение (запоминание) вновь принятого решения как части нового прецедента**



Байесовские сети

Сеть Байеса – графическая модель, представляющая переменные и их вероятностные взаимосвязи и предназначенная для вероятностного вывода на основе этих переменных

- **Сеть Байеса состоит из узлов, являющихся случайными переменными, и стрелок, связывающих родительский узел с дочерним узлом (родительский узел – переменная, которая непосредственно влияет на другую дочернюю переменную)**
- **Сети Байеса применяют в различных областях: медицинской диагностике, моделировании изображений, генетике, распознавании речи, экономике, исследовании космоса и в современных поисковых системах, где требуется установление неизвестных переменных посредством использования структурных связей и данных**



Нейронные сети

- **Нейронная сеть (искусственная нейронная сеть, ИНС)** — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы
- **С точки зрения машинного обучения**, нейронная сеть представляет собой частный случай методов решения задачи кластеризации, снижения размерности, классификации, распознавания образов, дискриминантного анализа и т.д.
- **С математической точки зрения**, обучение нейронных сетей это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации
- **С точки зрения кибернетики**, нейронная сеть используется в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники
- **С точки зрения развития вычислительной техники и программирования**, нейронная сеть—способ решения проблемы эффективного параллелизма

Нейронные сети

Нейронные сети являются по своей сути группой искусственных нейронов, связанных между собой определенным образом (синапсы)

Нейрон представляет собой функцию с большим количеством входов (аксонов) и одним выходом (сома)

Задача нейрона – преобразовать численные значения с входов выполнением функции и передать результат на выход

У каждой связи есть вес - единственный параметр, который можно условно представить как степень значимости связи

Для упорядочивания связей, нейроны распределяются по слоям, внутри одного слоя нейроны никак не связаны, но соединены с нейронами следующего и предыдущего слоя - эта организация называется многослойной сетью

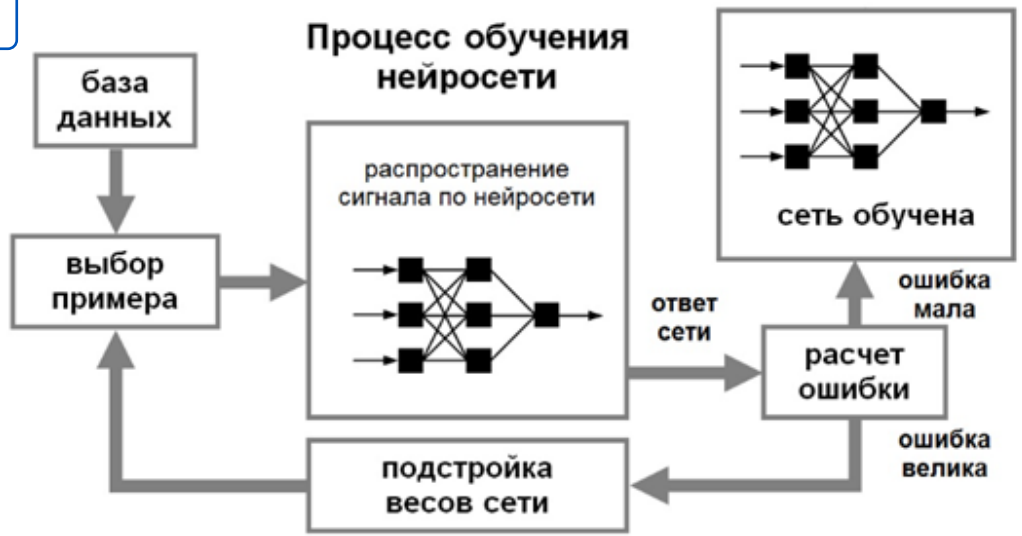
Нейронные сети: классификация

Способ обучения
- С учителем
- Без учителя
- Под присмотром
- С подкреплением

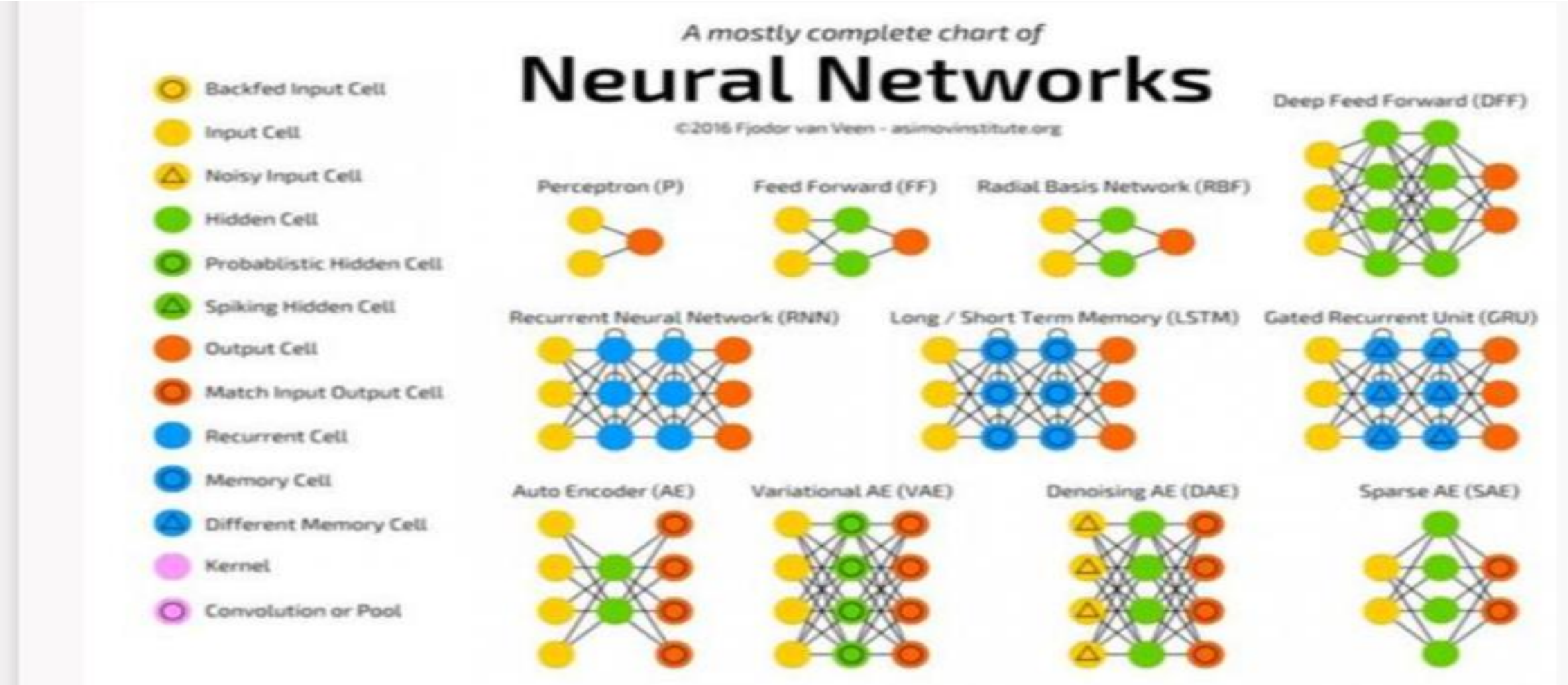
Модель нейронной сети
- Прямого распространения
- Рекуррентные
- Радиально-базисные функции
- Нейросети Коххонена

Топология
- Полносвязные
- Многосвязные
- Слабосвязные

Настройка весовых коэффициентов
- Фиксированные коэффициенты
- Динамические коэффициенты

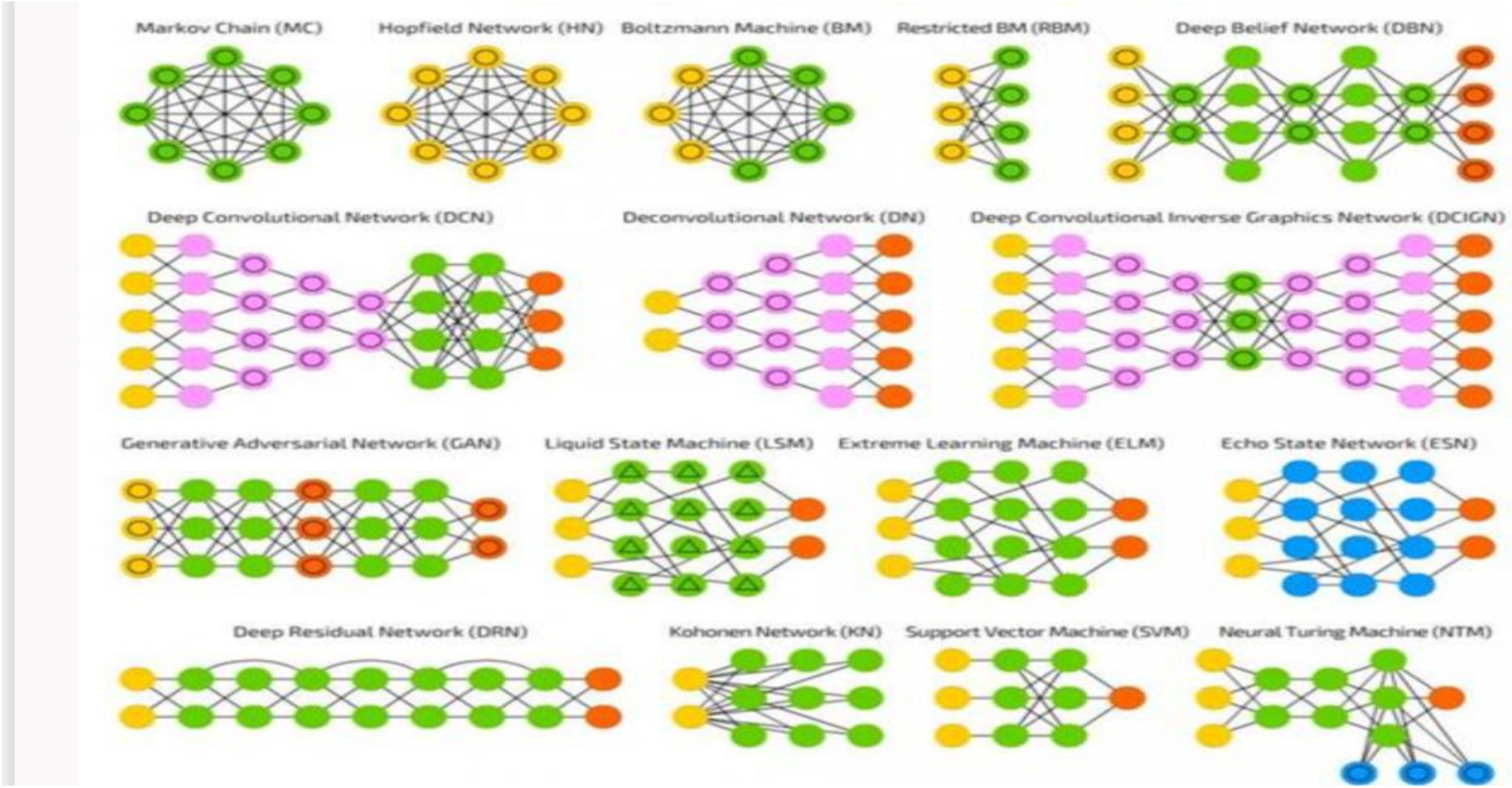


Нейронные сети: типология



Источник: https://datascientist.one

Нейронные сети: типология



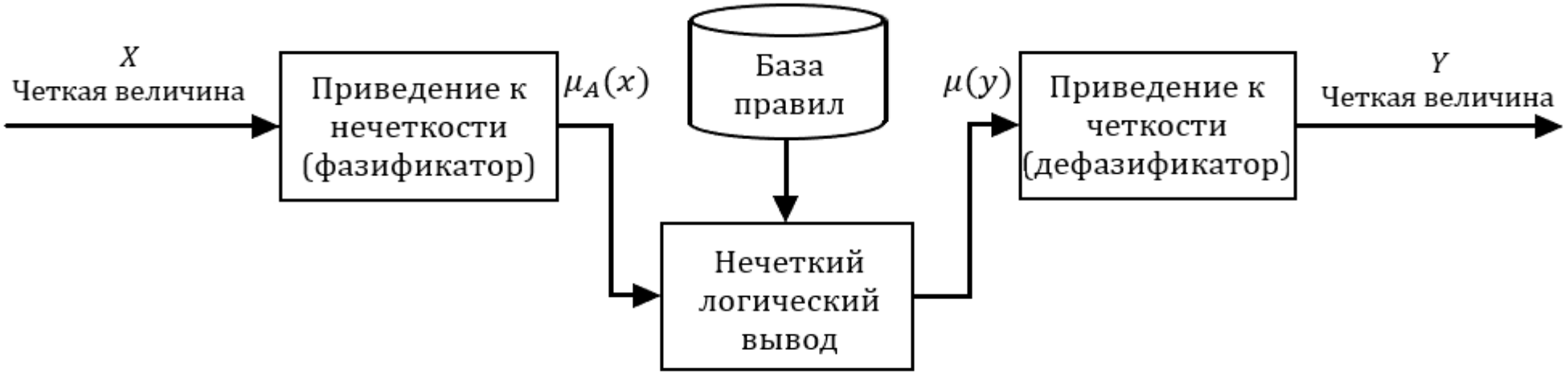
Источник: https://datascientist.one

Эволюционные вычисления

- **Эволюционные вычисления построены на принципах генетических и эволюционных процессов в природе, когда из набора кандидатов (популяции), получаемого посредством скрещивания и мутаций, по принятому критерию отбираются лучшие, наиболее приспособленные для решения задачи**
- **Особенностями решаемых задач являются нелинейность, многоэкстремальность, недифференцируемость, отсутствие аналитического выражения, высокая размерность пространства поиска и т.д.**
- **Эволюционные вычисления являются одним из возможных эвристических подходов к решению многомодальных (имеющих несколько локальных экстремумов) оптимизационных задач большой размерности**
- **Для эффективного решения оптимизационных задач используются эволюционные алгоритмы поиска оптимальных решений: генетические алгоритмы, алгоритмы генетического программирования, эволюционных стратегий, эволюционного программирования, алгоритмы Монте-Карло, роевого интеллекта, меметики, гармоничного поиска и т.д.**
- **Эволюционные вычисления используются в ЭС и СППР**

Нечеткие системы

- **Нечеткая система управления** является системой управления на основе нечеткой логики, которая анализирует аналоговые входные значения с точки зрения логических переменных, которые принимают непрерывные значения между 0 и 1
- Математическая теория нечетких множеств позволяет описывать нечеткие понятия и знания, оперируя этими знаниями, и делать нечеткие выводы
- Нечеткая логика обеспечивает эффективные средства отображения, неопределенностей и неточностей реального мира



Семантические сети

- **Семантическая сеть – информационная модель предметной области, имеет вид ориентированного графа, вершины графа соответствуют объектам предметной области, а дуги (ребра) задают отношения между ними**
- **Объектами могут быть: понятия, события, свойства, процессы**
- **Отношения могут быть лингвистические, логические, теоретико-множественные, квантификационные**
- **Семантические сети используются в областях:**
    - **Анализ текстов на естественном язык для порождения структуры, описывающей ситуацию**
    - **Порождение текста по структуре**
    - **Для ответов на запросы в информационно-поисковых системах**
    - **Машинное обучение на структурированных данных**
    - **Представление знаний для ЭС и СППР**

Сравнительный анализ методов ИИ

Метод ИИ	Область использования	Преимущества	Недостатки
Экспертные системы	Слабоструктурируемая узкая предметная область	Возможность расширения и воспроизводимость; Низкая стоимость эксплуатации	Качество сильно зависит от исходной базы знаний; Неспособны к самообучению
Рассуждения на основе прецедентов	Принятие решений в условиях высокой степени неопределенности	Интерпретируемость результатов; Возможность обучения	Сложность поиска подобных случаев; Необходима предметная область с повторяемостью решаемых задач
Байесовские сети	Наличие в предметной области структурных связей и зависимостей	Интерпретируемость результатов; Использует субъективные вероятностные оценки	Определение всех взаимодействий для сложных систем не всегда выполнимо; Применение существенно зависит от качества подбора экспертов

Сравнительный анализ методов ИИ

Метод ИИ	Область использования	Преимущества	Недостатки
Нейронные сети	Способны выявлять очень сложные закономерности в исходных данных	Возможность обучения; Устойчивость к шумам; Высокая степень параллелизма Пригодны для задач большой размерности;	Низкая интерпретируемость результатов; Высокая вычислительная сложность на этапе обучения
Эволюционные вычисления	Эвристические оптимизационные задачи	Пригодны для задач большой размерности; Возможность интеграции с другими методами ИИ	Высокая вычислительная сложность; Возможен долгий процесс поиска решения
Нечеткие системы	Принятие решений в условиях высокой степени неопределенности	Устойчивость к шумам; Предусматривают возможность адаптации	Рост количества входных переменных существенно замедляет процесс решения; Долгий процесс создания
Семантические сети	Предметная область представима в виде графа, вершины графа – объекты, ребра – отношения между ними	Универсальность; Интерпретируемость результатов	Долгий процесс создания; Сложность поиска решения; Неспособны к самообучению

Интеллектуальный анализ данных

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) —раздел науки о данных, включает в себя методы выявление скрытых закономерностей или взаимосвязей между переменными в больших массивах необработанных данных; основывается на методах и моделях статистического анализа и машинного обучения, уделяя большое внимание автоматическому анализу данных

Решаемые задачи:

- Кластеризация
- Поиск ассоциаций
- Поиск аномалий
- Снижение размерности
- Классификация
- Регрессия
- Прогнозирование

Машинное обучение

Машинное обучение (МО)— класс методов искусственного интеллекта, направлен не на прямое решение задачи, а на обучение в процессе применения решений множества сходных задач

Подходы к построению методов МО:

- Статистические методы
- Численные методы
- Методы оптимизации
- Методы теории информации
- Нейросети
- Ансамбли
- Графовые методы
- и .т.д.

Машинное обучение: особенности

Для поиска решения вычислительной системой необходимо наличие:

- **Данные – репрезентативный релевантный корректно размеченный набор данных (примеры решений, статистика, расчёты и другая информация, которая помогает обучению), иначе датасет**
- **Признаки (фичи) – индивидуальное измеримое свойство или характеристика наблюдаемого явления, объекта. У сложных моделей могут использоваться миллионы признаков (параметров)**
- **Алгоритмы – в данном случае способы решения задачи способы решения задач. У задачи может быть несколько вариантов решения, а вычислительная структура должна выбрать лучший из них**

Например, созданная Яндексом GPT-подобная нейросеть YaLM на 100 млрд параметров обучалась 65 дней на 1,7 ТБ текстов из интернета, книг и множества других источников с помощью 800 GPU-карт NVIDIA A100

Машинное обучение: обучение без учителя

Обучение без учителя— класс методов машинного обучения, при котором вычислительная модель самостоятельно находит шаблоны из неразмеченных данных

Задачи	Методы	Применение
Кластеризация	Метод *k*-средних, *DBSCAN*, иерархический кластерный анализ, нейронные сети Кохонена и т.д.	Рекомендательные системы, сегментация клиентов, ЖКХ, диагностика оборудования, детекция аномалий и т.д.
Уменьшение размерности	Метод главных компонент, обучение на базе многообразий, локально-линейные методы снижения размерности и т.д.	Сжатие данных, визуализация больших данных, обнаружение структуры
Поиск ассоциативных правил	Алгоритм *Apriori* и его разновидности, *ECLAT*-алгоритм, *FP-growth* алгоритм, нейронные сети и т.д.	Выявление особенностей

Машинное обучение: обучение с учителем

Обучение с учителем— класс методов машинного обучения, предназначен для построения моделей на основе множества примеров, содержащих пары «известный вход — известный выход»; такие наборы данных называются размеченными

Задачи	Методы	Применение
Классификация	*k*-ближайших соседей, метод опорных векторов, наивные байесовские классификаторы, деревья решений, ансамбли (Random Forests, Gradient Boosted Trees) нейросети и т.д.	Распознавание изображений, медицинская диагностика, выявление мошенничества и т.д.
Регрессия	линейная регрессия, логистическая регрессия, регрессии *LASSO*, ридж-регрессия, регрессия *ElasticNet*, нейросетевая регрессия, регрессионные деревья решений и т.д.	Прогнозирование уровня жизни, объемов рынка, прогноз погоды, оптимизация процессов и т.д.

Машинное обучение: обучение под присмотром

Обучение под присмотром (под контролем) — **класс методов машинного обучения, работающих с небольшими наборами размеченных данных и большими наборами неразмеченных данных; один из видов обучения с учителем**

Задачи	Подходы	Применение
Разметка данных	Самообучение (Self Training), совместное обучение (Co-training), генеративно-состязательной нейросети или GAN, графовые методы, полуавтоматические опорные вектора и т.д.	Разметка данных, генерация контента и т.д.

Активное обучение ***—особый случай обучения под присмотром, при котором алгоритм обучения способен интерактивно запрашивать пользователя (или какой -либо другой источник информации) для получения желаемых результатов на заданных неразмеченных данных***

Машинное обучение: обучение с подкреплением

Обучение с подкреплением— класс методов машинного обучения, при котором вычислительная модель не имеет сведений о системе, но имеет возможность производить какие-либо действия системой, получает результат и учиться такой модели поведения, которая максимизирует результат

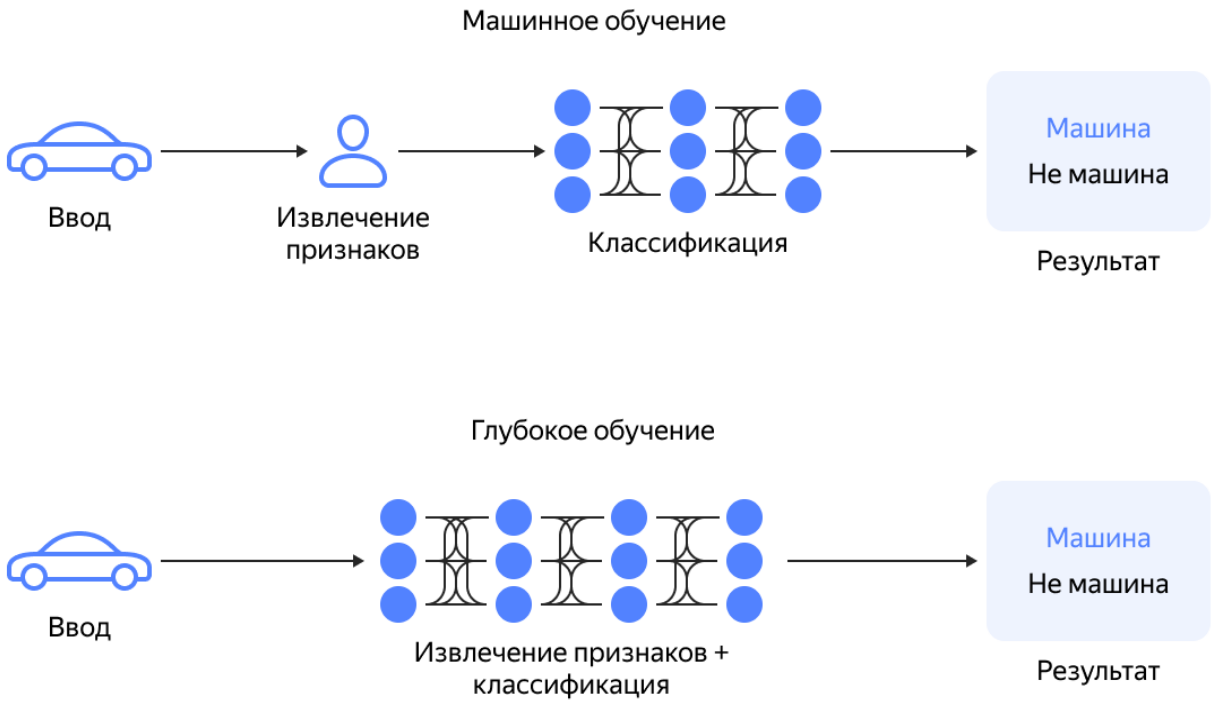
Задачи	Методы	Применение
Управление, оптимизация	Q-Learning, SARSA, DQN, A3C, генетические алгоритмы и т.д.	самоуправляемых автомобилей (навигация и предотвращение ДТП), маршрутизация ботов (поиск оптимального режима), игры (виртуальные персонажи), автоматическая торговля (в частности, автотрейдинг ценных бумаг), управление ресурсами предприятий (системы JIT)

Глубокое обучение

Глубокое (глубинное) обучение — **архитектура нейросетей, один из подходов к их построению и обучению, представляет собой совокупность методов машинного обучения (с учителем, с частичным привлечением учителя, без учителя, с подкреплением), основанных на обучении признаков (фичам), а не специализированных алгоритмах под конкретные задачи**

Для глубокого обучение используются только некоторые виды нейросети:

- **Сверточные нейронные сети (CNN)**
- **Некоторые видов рекуррентных нейронных сетей (RNN), таких как LSTM, GRU и т.д.**
- **Сети глубокого доверия (DBN)**
- **Обратная машина Больцмана (BOM)**
- **Трансформеры**



Глубокое обучение: сверточные нейронные сети

Свёрточные нейронные сеть (Convolutional Neural Network, CNN) – класс искусственных нейронных сетей, используемый для обработки сигналов и изображений

Свёрточные нейронные сети состоят из нескольких слоёв

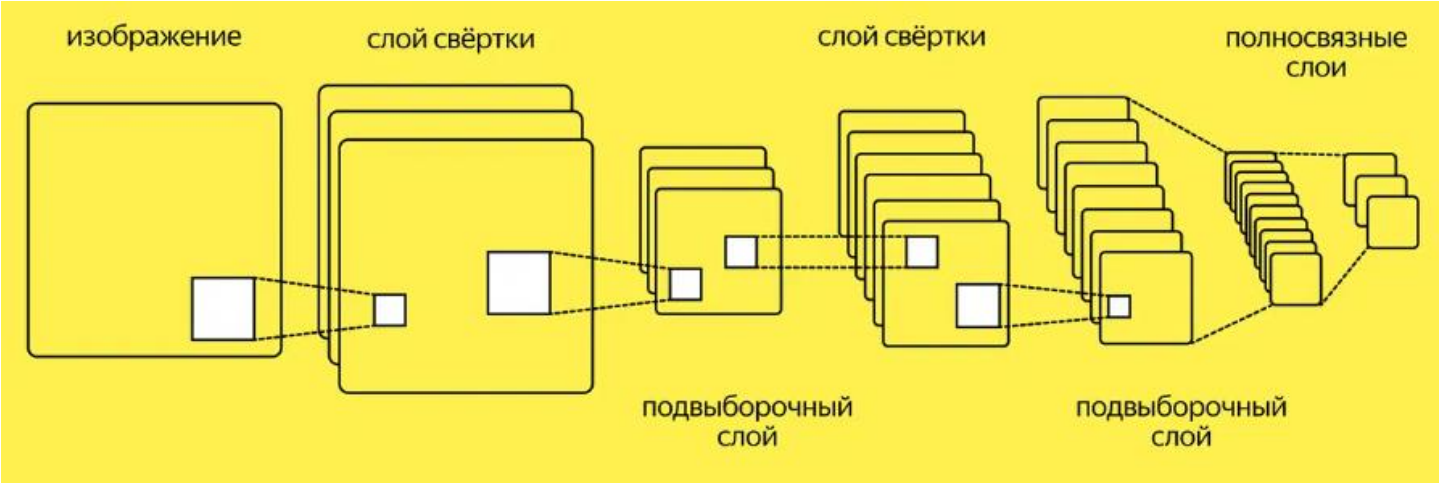
Основные элементы свёрточной нейронной сети: свёрточный слой, подвыборочный слой, нормализация по батчу, полносвязный слой

Свёрточный слой удаляет лишнее

Подвыборочный слой – выбирает признаки

Нормализация – сборка из разных источников

Полносвязный слой решает задачу классификации

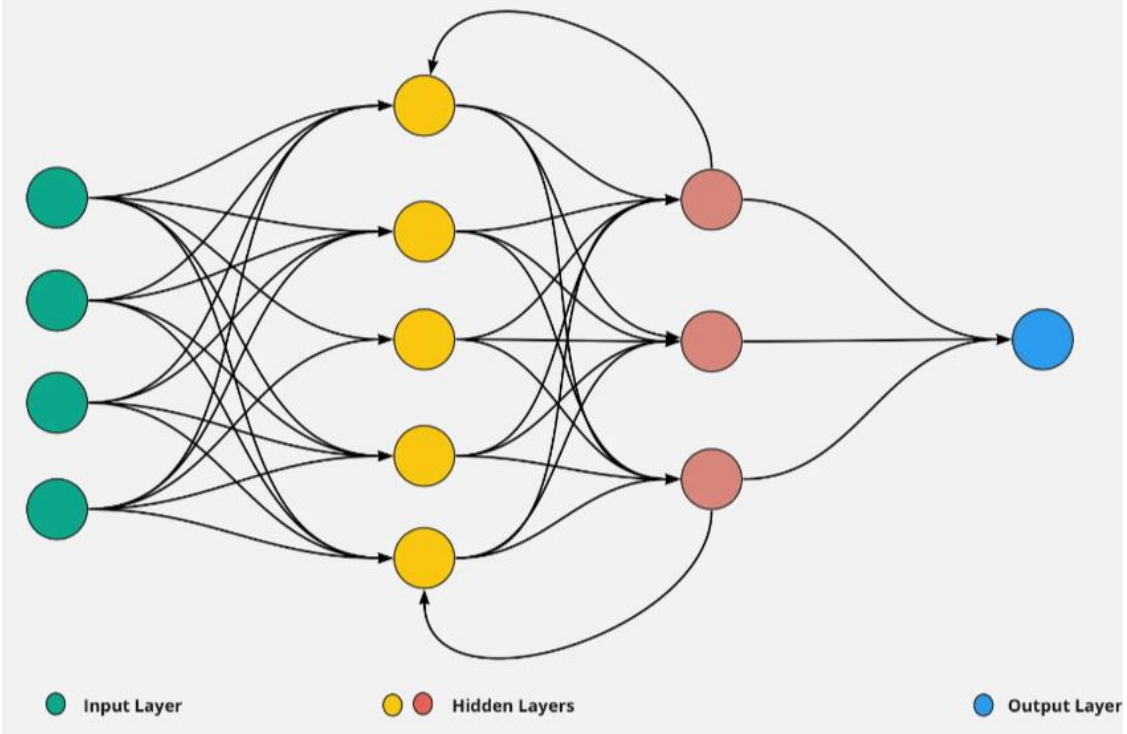


Популярные модели для генерации изображений — Midjourney, Stable Diffusion, Dream, DALL-E 2 и ruDALL-E

Глубокое обучение: рекуррентные нейронные сети

Рекуррентные нейронные сети (RNN) — класс искусственных нейронных сетей, предназначенных для работы с последовательными данными. Особенностью RNN является наличие петель обратной связи, которые позволяют сохранять информацию о прошлых входных данных и использовать ее для предсказания будущих значений

- RNN состоят из входных узлов, скрытых узлов и выходных узлов
- Входные узлы принимают на вход текущий элемент последовательности
- Скрытые узлы обрабатывают эту информацию и сохраняют информацию о предыдущих элементах
- Выходные узлы выдают результат работы сети
- RNN могут обрабатывать последовательности любой длины, сохраняя при этом информацию о предыдущих элементах



Глубокое обучение: рекуррентные нейронные сети

Рекуррентные нейронные сети глубокого обучения:

- **LSTM (Long Short-Term Memory) - используются для обработки последовательностей данных, таких как текст, аудио и видео, способны запоминать и использовать долгосрочные зависимости в данных**
- **GRU (Gated Recurrent Unit) - являются более простой версией LSTM-сетей, но могут обучаться быстрее и требуют меньше вычислительных ресурсов, также используются для обработки последовательных данных**
- **Bidirectional RNN (Bidirectional Recurrent Neural Network) - позволяет модели “видеть” контекст в обоих направлениях последовательности, улучшает точность предсказаний, особенно при работе с длинными последовательностями**
- **Encoder-Decoder RNN - используется для задач обработки естественного языка, таких как перевод текста, генерация текста и ответы на вопросы. Сначала энкодер обрабатывает входную последовательность, а затем декодер генерирует выходную последовательность на основе полученного представления**

Глубокое обучение: трансформеры

Нейросети-трансформеры — класс искусственных нейронных сетей, который использует механизм внимания для обработки данных , который позволяет модели учитывать контекст на разных уровнях абстракции и делать более глубокие связи между входными и выходными данными

Трансформеры основаны на архитектуре последовательности-к-последовательности (seq2seq), которая состоит из двух частей: кодировщика и декодировщика

Кодировщик преобразует входной сигнал (например, текст) в вектор контекстных представлений, а декодировщик использует этот вектор для генерации выходного сигнала (например, переведенного текста)

Трансформеры стали популярны благодаря их применению в обработке естественного языка (NLP) и в последнее время активно используются в различных задачах машинного обучения, таких как распознавание речи, машинный перевод, классификация текста и т.д.

Трансформеры можно построить на основе любой нейронной сети, которая использует механизм внимания: реккурентные RNN, в частности LSTM и GRU, а также сверточные CNN

Популярные модели для генерации текста - BERT (Google), ChatGPT (OpenAI), XLNet, Алиса GPT и т.д.

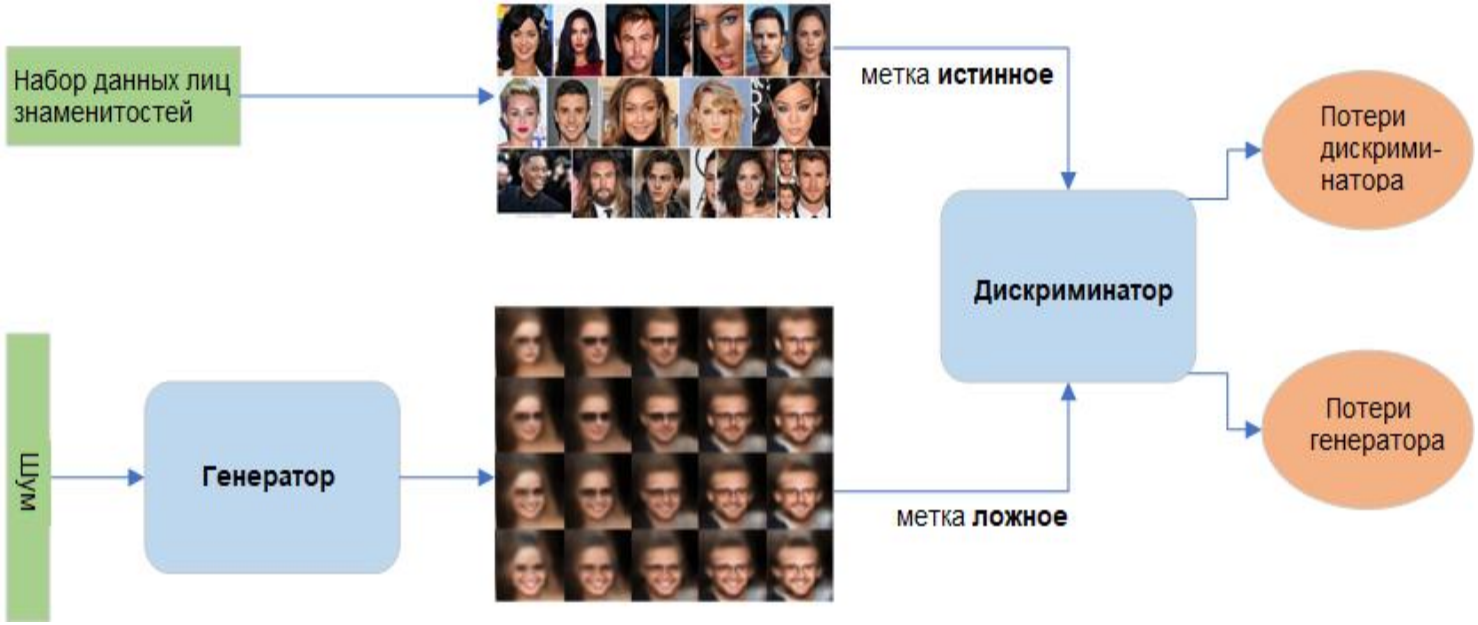
Глубокое обучение: генеративно-состязательные сети

Генеративно-состязательная сеть (GAN — Generative adversarial network) — алгоритм машинного обучения без учителя, построенный на комбинации из двух нейронных сетей, одна из которых (сеть G — генератор) генерирует образцы, а другая (сеть D —дискриминатор) старается отличить правильные («подлинные») образцы от неправильных

Так как сети G и D имеют противоположные цели — создать образцы и отбраковать образцы, между ними возникает антагонистическая игра

GAN можно строить на различных архитектурах нейронных сетей, включая CNN, RNN и LSTM

Для работы с изображениями в качестве дискриминатора обычно используют свёрточные нейронные сети CNN



Слабый ИИ, сильный ИИ и передаточное обучение

- **Слабый искусственный интеллект** — искусственный интеллект с ограниченной функциональностью, способный решать узкоспециализированные задачи и не охватывающий весь спектр когнитивных способностей человека
- Например, голосовые персональные помощники, такие как “Siri”, “Алиса”, “Маруся”, могут считаться программами слабого ИИ, поскольку они работают в рамках ограниченного, заранее определенного набора функций и часто имеют запрограммированный ответ
- **Сильный искусственный интеллект** — искусственный интеллект, подобно человеку обладающий собственным разумом, который может думать и выполнять сложные задачи самостоятельно
- **Передаточное обучение (индуктивный перенос)** — задача в области машинного обучения, которая фокусируется на хранении знаний, полученных при решении одной проблемы, и применении их к другой, но связанной с ней проблеме

Спасибо за внимание!