Лекция 2. Сквозная цифровая технология

«НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

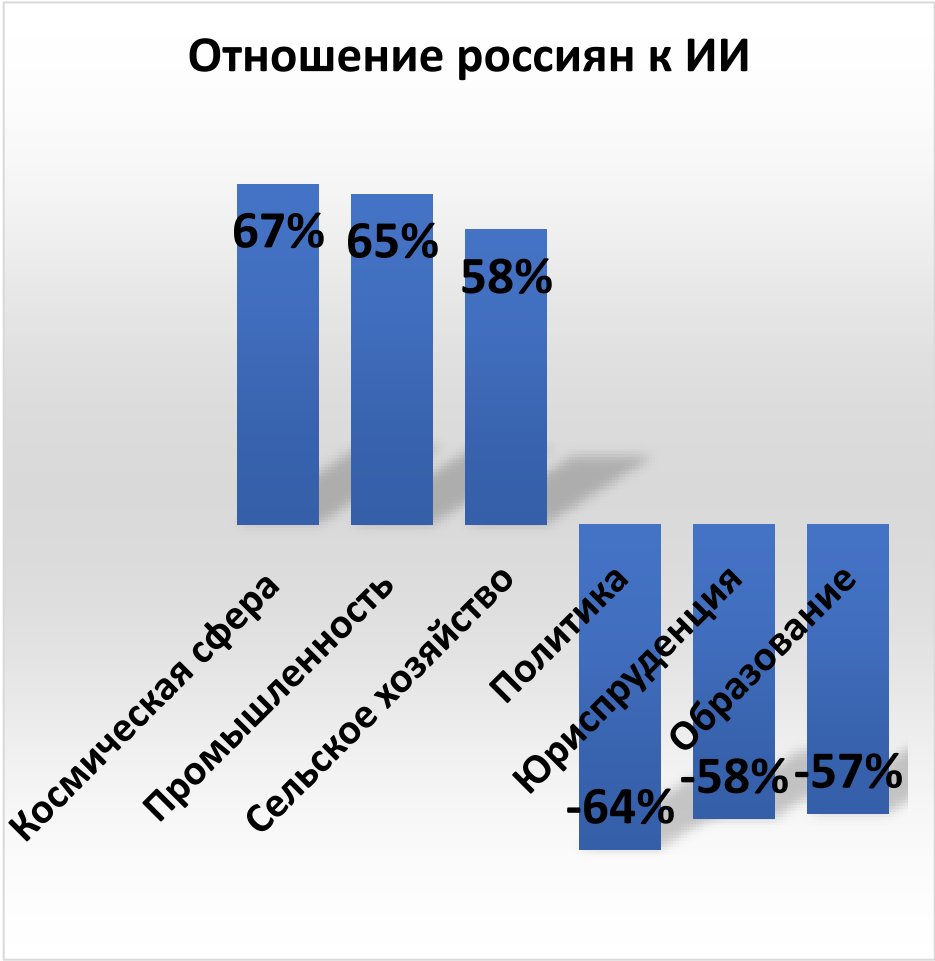
Д.т.н., профессор Гусева А.И.

2026 г.

Статистика (сентябрь 2023 г.)

НИЯУ МИФИ

- 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

Статистика (март 2025 г.)

НИЯУ МИФИ

- **Больше половины россиян (55%) не опасаются развития технологий искусственного интеллекта (ИИ), и, напротив, ожидают от него позитивных изменений**
- **Наиболее позитивно в отношении ИИ настроены сограждане до 34 лет (63%)**
- **12% россиян видит основания опасаться побочных эффектов развития технологий ИИ**
- **33% не знает, что можно ожидать для себя от развития искусственного интеллекта**



Источник: https://www.interfax.ru/russia/1009212

Использование ИИ в повседневной жизни (2025 г.)

НИЯУ МИФИ

- **57%** — респондентов пользуются онлайн-переводчиками
- **50%** — голосовыми помощниками
- **42%** — чат-ботами

Наиболее активно технологии используют молодые люди (до 34 лет):

- **61%** применяют чат-боты,
- **62%** — генераторы текстов
- **52%** — генераторы изображений
- **50%** — опрошенных обращаются к ИИ для решения учебных задач
- **41%** — для работы

Источник: https://www.interfax.ru/russia/1009212

Статистика (март-апрель 2026)

Опрос «Выберу.ру» был проведен среди 3,5 тыс. жителей российских городов-миллионников

58% респондентов регулярно пользуются нейросетями 23% делают это время от времени, 12% — редко, а 7% не обращались к таким технологиям

Чаще всего искусственный интеллект используют для работы —57% пользователей, 26% применяют нейросети для решения бытовых задач, 17% — исключительно в развлекательных целях

Отношение к использованию нейросетей другими людьми чаще оказывается негативным- 69% респондентов, которые сами регулярно используют искусственный интеллект, заявили, что испытывают неприятие при их обнаружении



Источник: https://iz.ru/2060034/2026-03-23/svyshe-poloviny-rossiian-priznalis-v-negativnom-otnoshenii-k-ii

Использование ИИ – государственная политика

НИЯУ МИФИ

Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации« была утверждена "Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»

Основные задачи Национальной стратегии:

- **снятие административно-правовых барьеров, которые препятствуют внедрению технологий ИИ в отдельных областях, включая здравоохранение, транспорт, государственно-частное партнерство и другие области**
- **формирование системы регулирования общественных отношений в области ИИ по модели мягкого права, то есть посредством публикации негосударственных актов рекомендательного характера**

Координацию деятельности бизнес-сообщества по реализации Национальной стратегии осуществляют Ассоциация "Альянс в сфере искусственного интеллекта», АНО "Цифровая экономика« и т.д.

Использование ИИ – государственная политика

НИЯУ МИФИ

- **С 1 сентября 2026 года вступил в силу федеральный закон № 243 «О поддержке развития технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации»**
- **Правительства 55 регионов успешно внедрили ИИ в работу**
- **Российские регионы наиболее активно применяют ИИ в здравоохранении (25% от общего числа ИИ-решений), госуправлении (24%) и безопасности (16%). В топ-10 направлений также входят транспорт (9%), природа и экология (7%), ЖКХ (7%), сельское хозяйство (2%), образование (2%) и строительство (1%)**
- **Центром развития ИИ при правительстве рассмотрено около 400 ИИ-решений субъектов, из которых свыше 250 верифицированы и опубликованы на платформе «Цифровой регион»**

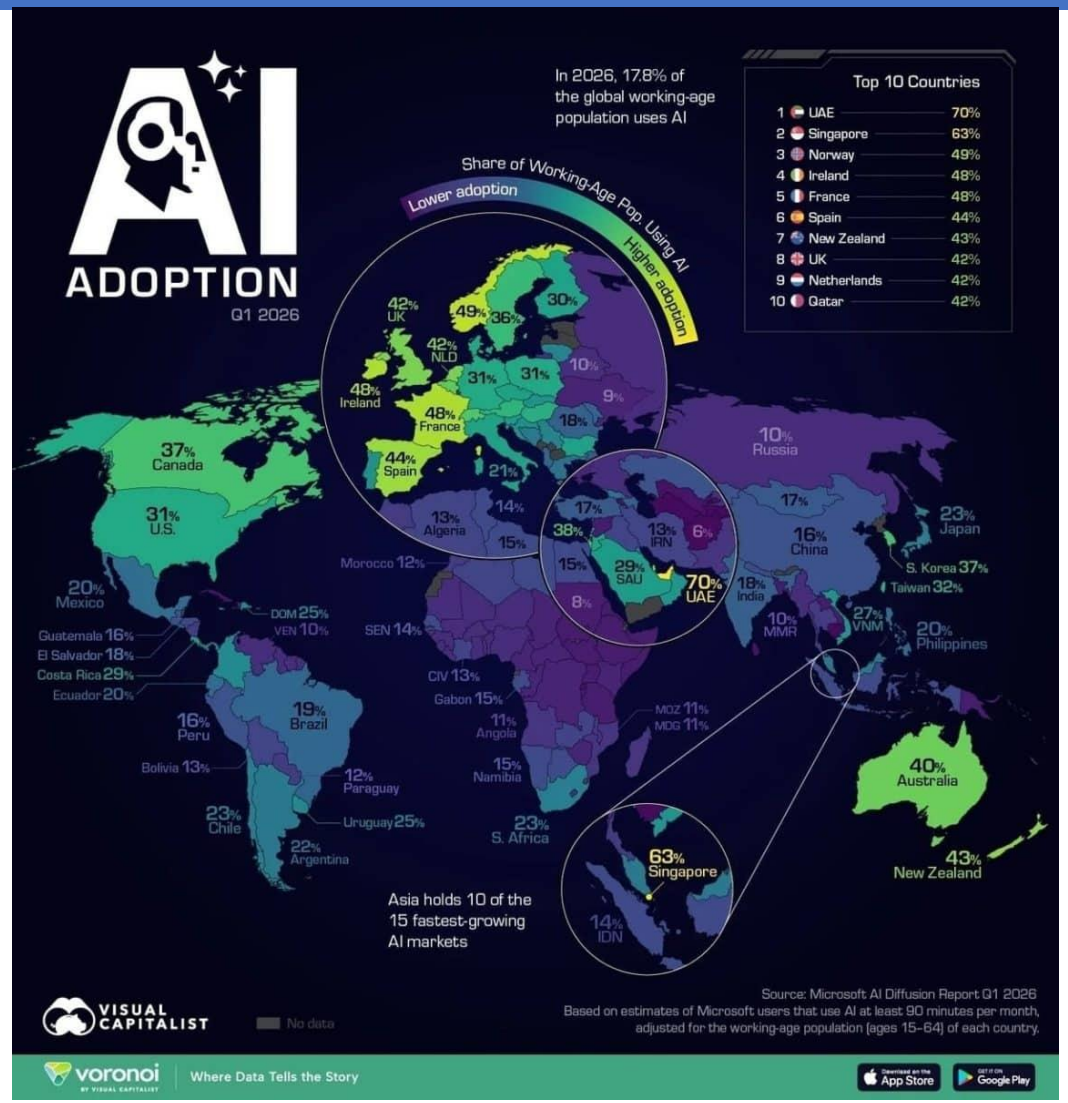
ФЗ «Об основах государственного регулирования применения технологий искусственного интеллекта»

НИЯУ МИФИ

- **Принятый Закон об ИИ носит рамочный характер и задает базовые рамки регулирования. Предполагается, что далее на основе закона (через постановления Правительства РФ, приказы ведомств) будут формироваться конкретные нормы**

Наименование риска	Федеральный закон от 26 июля 2026 г. № 243-ФЗ "О поддержке развития технологий ИИ в РФ"
Риск массовой безработицы из-за внедрения ИИ	не урегулирован
Последствия и риски для граждан использования технологий ИИ в медицине, государственном и муниципальном управлении, образовании, а также при предоставлении прочих услуг	Не урегулирован
Особенности применения права интеллектуальной собственности	Урегулирован путем создания правовой коллизии
Конфиденциальность и безопасность персональных данных	Не урегулирован

Карта проникновения ИИ (2026 г.)



Согласно оценкам Microsoft, в первом квартале 2026 года около 17,8% трудоспособного населения мира регулярно пользовались инструментами на базе искусственного интеллекта — то есть проводили с ними не менее 90 минут в месяц



ИИ и новые профессии

НИЯУ МИФИ

- Аналитик и инженер по технике безопасности ИИ
- Дата-инженер и куратор данных в области ИИ
- Специалист по комплаенсу использования данных ИИ
- Специалист по правовому регулированию ИИ
- Директор по этике ИИ
- Инженер запросов
- UX-дизайнер для ИИ

https://habr.com/ru/companies/vk/articles/769450/

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**

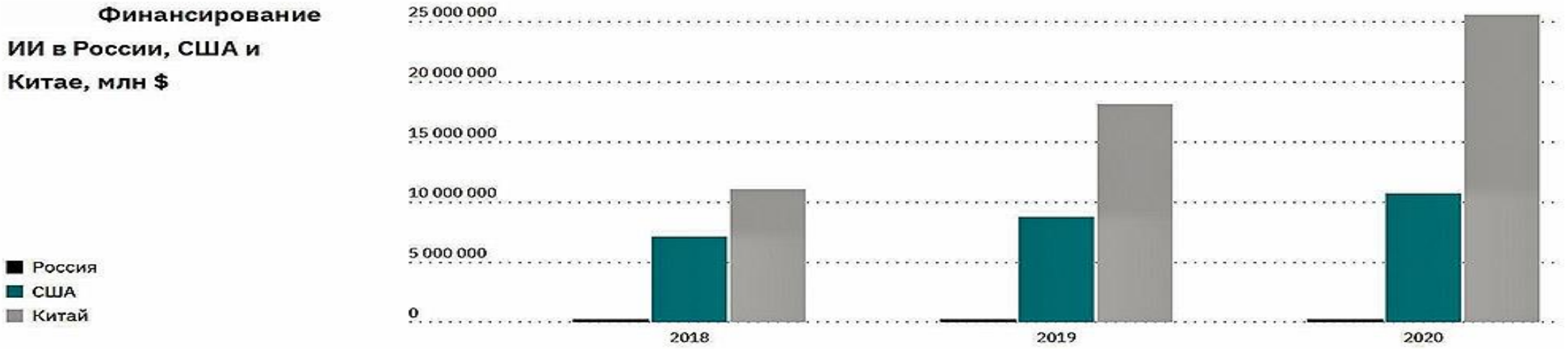


В 2020 г. технологии ИИ в своей деятельности применяли лишь 5.4% российских организаций

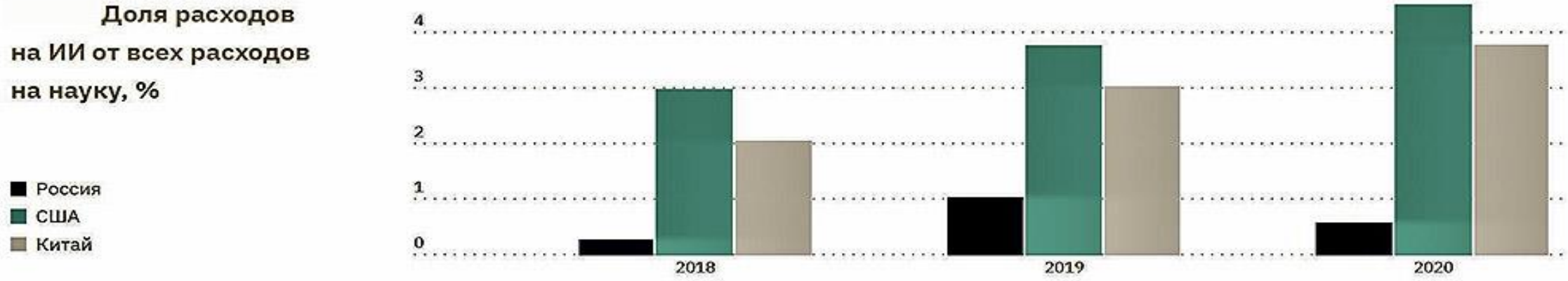
В 2022 технологии ИИ применяли 20% российских организаций, в промышленности - 16%

Сравнительный анализ

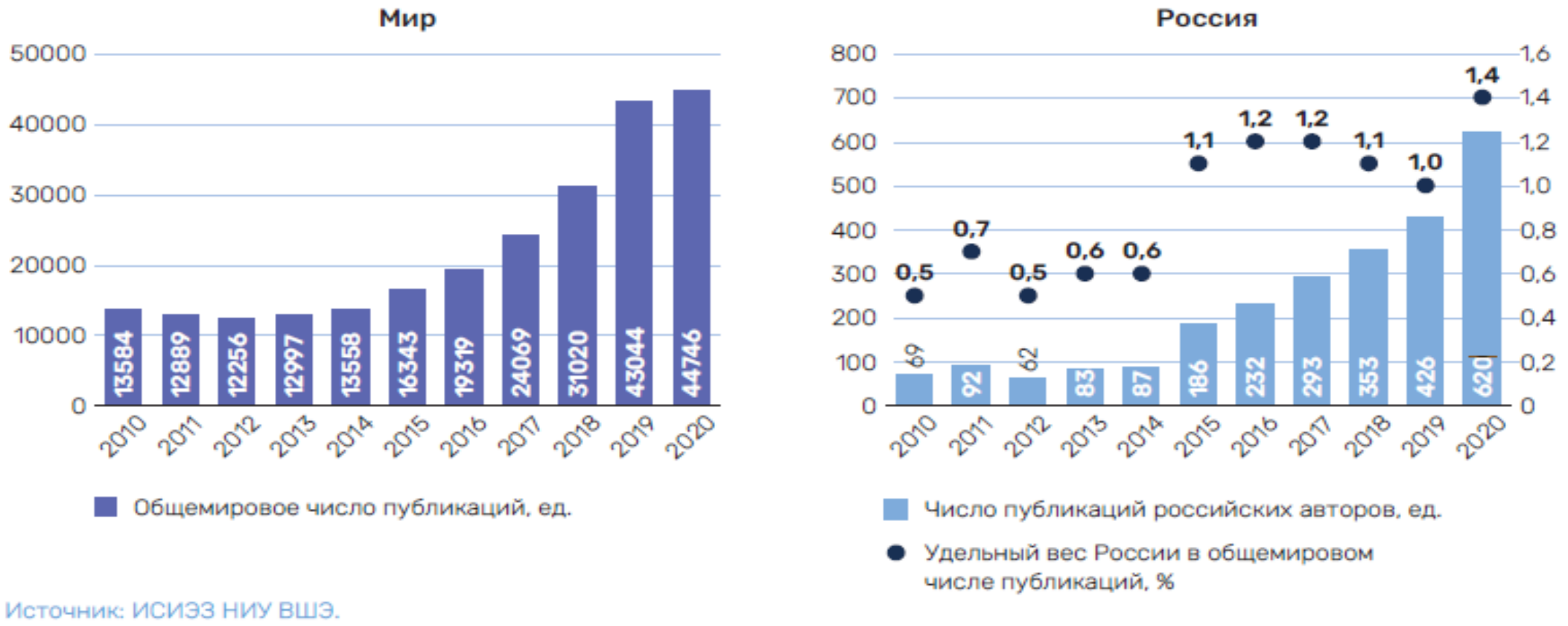
Финансирование ИИ в России, США и Китае, млн $



Доля расходов на ИИ от всех расходов на науку, %



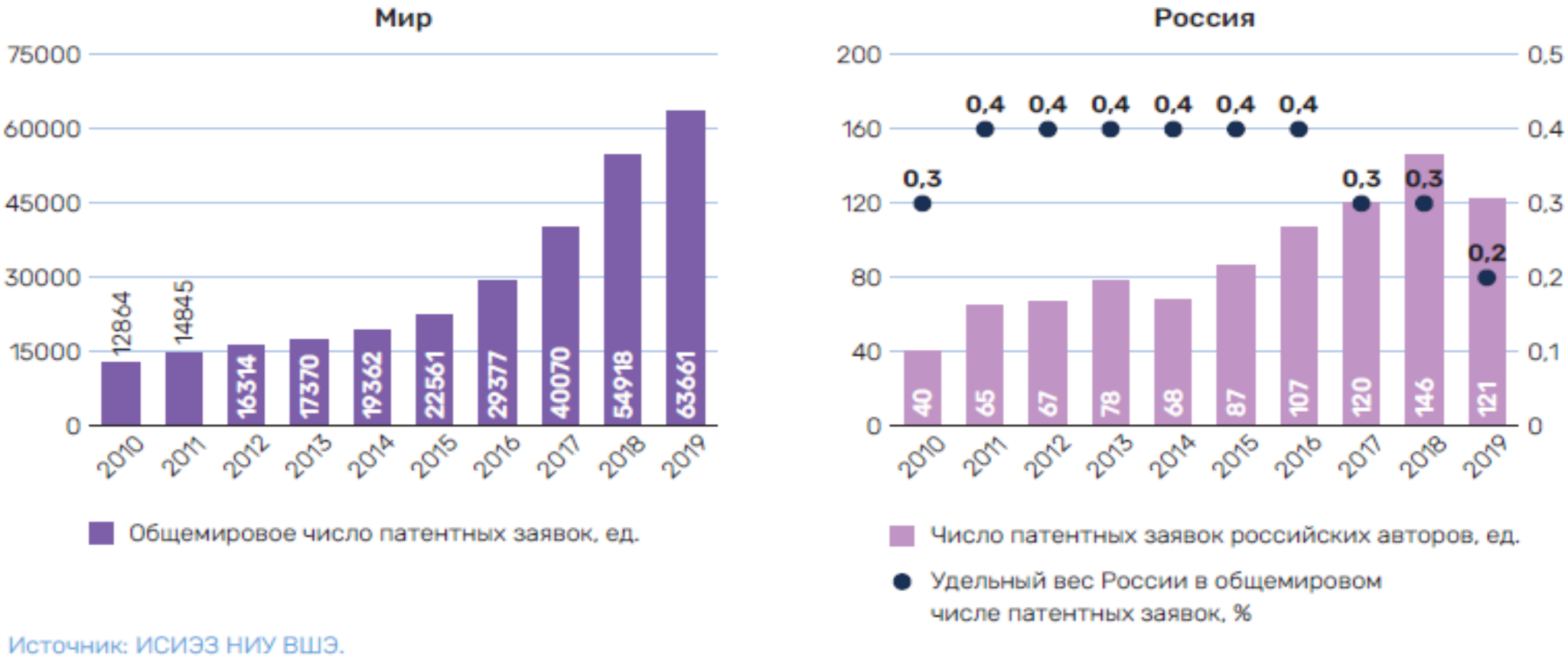
Ключевые показатели публикационной активности ИИ



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)

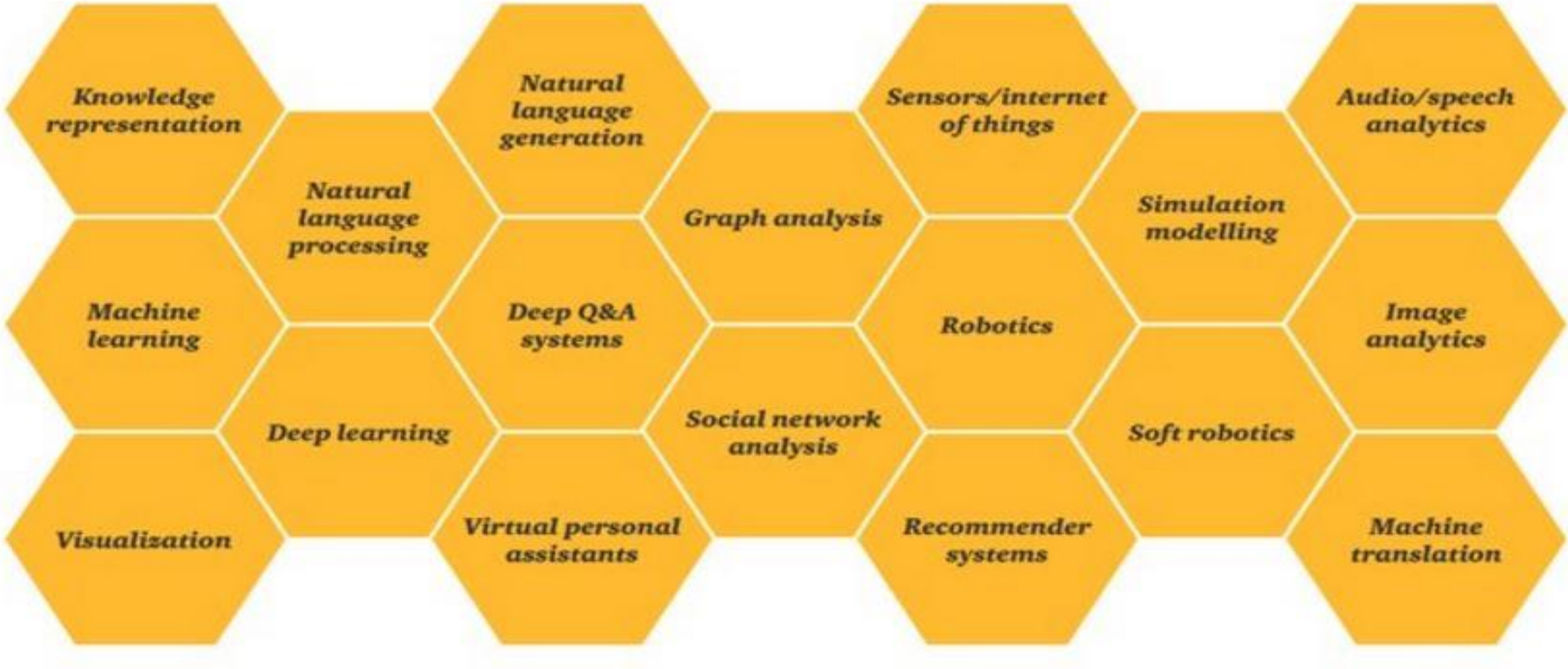
	Научные публикации				Патентные заявки			
		Мир	Россия	Доля России, %		Мир	Россия	Доля России, %
Компьютерное зрение	2020	14818	176	1,2	2019	23158	51	0,2
	2015	6742	125	↑	2015	9873	30	↑
	2010	6328	50	0,8	2010	6090	19	0,3
Обработка естественного языка	2020	5117	105	2,1	2019	7401	26	0,4
	2015	2598	18	↑	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

Рекомендатель-ные системы

Представление знаний

Глубокое обучение

Распознавание изображений

Визуализация

Имитационное моделирование

Робототехника

Интернет вещей

Нейросетевые технологии

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.)

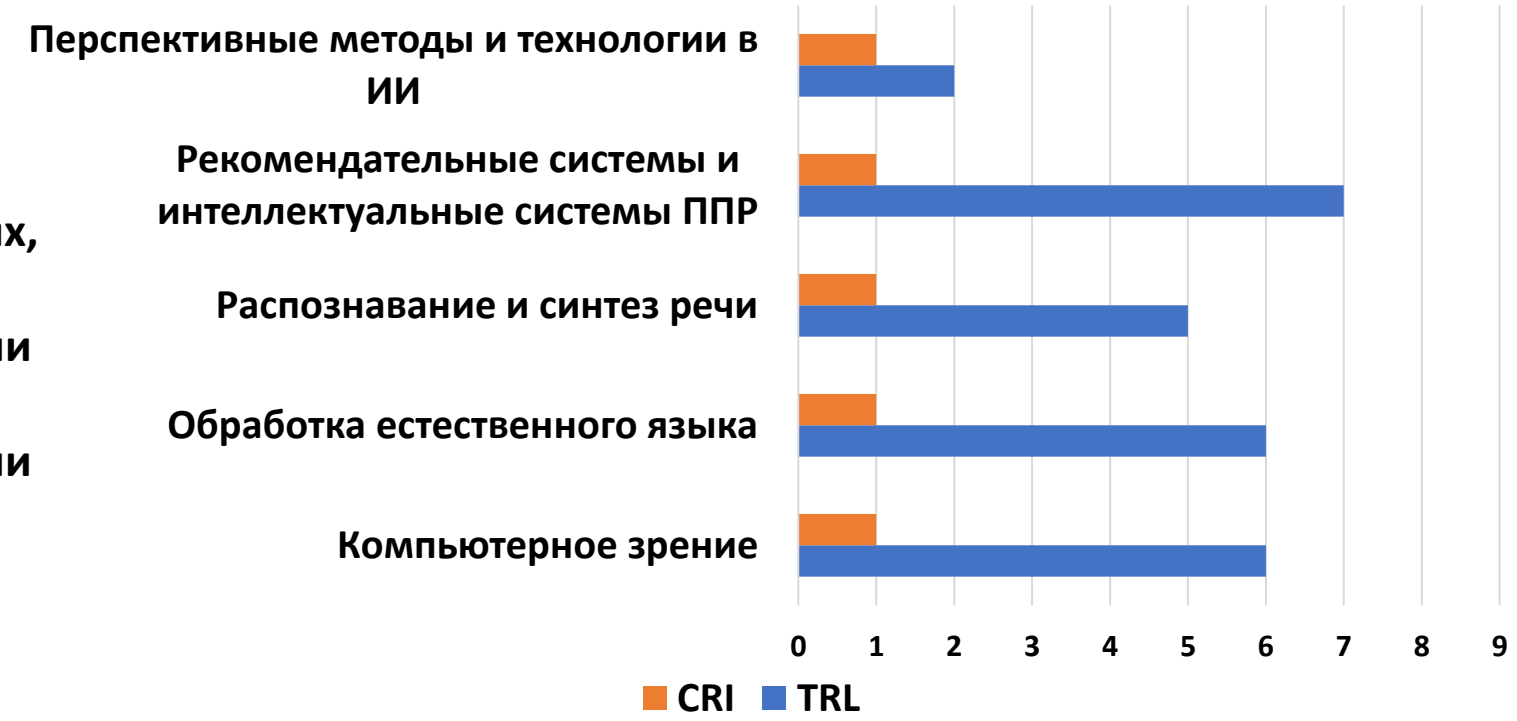
TRL – технологическая готовность (9 уровней)

- 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

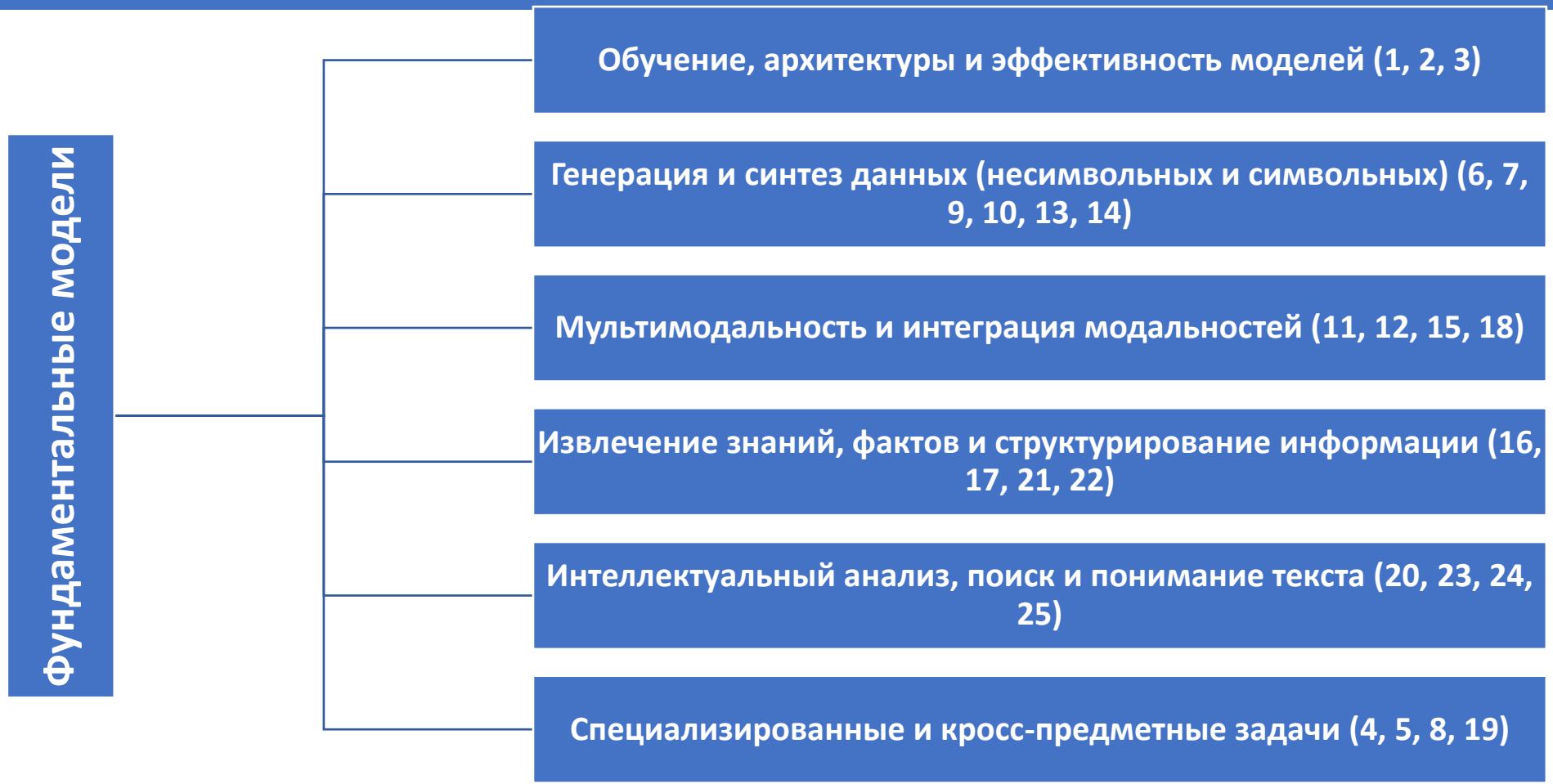


Нейротехнологии и искусственный интеллект

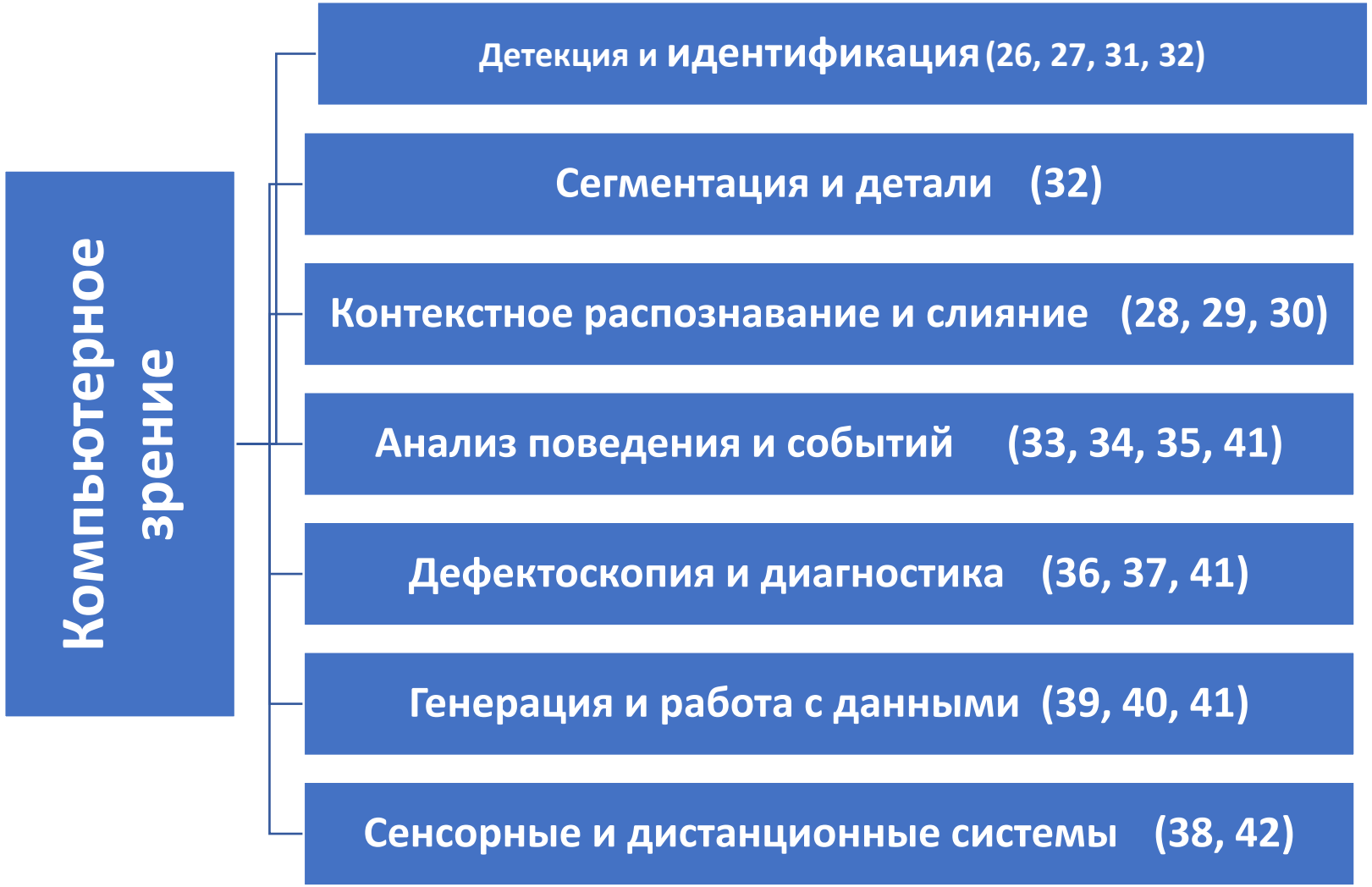
Технологические задачи»

Раздел перечня	Основной функционал	Ключевые модальности	Уровень зрелости
I. Фундаментальные модели	Генерация, извлечение, RAG, мультимодальность	Текст, мультимода, 3D, наука	Фундамент / Методы
II. Компьютерное зрение	Детекция, сегментация, трекинг, анализ сцен	Изображения, видео, лидары, спутники	Прикладные системы
III. Распознавание и синтез речи	ASR, TTS, аутентификация, эмоции	Аудио, речь	Прикладные системы
IV. Интеллектуальные системы ППР	Прогнозирование, управление, оптимизация	Табличные данные, сигналы, транзакции	Системы управления
V. Перспективные методы	Автономные агенты, сильный ИИ, 3D-генерация	Все модальности, физические среды	Методы / Будущие системы

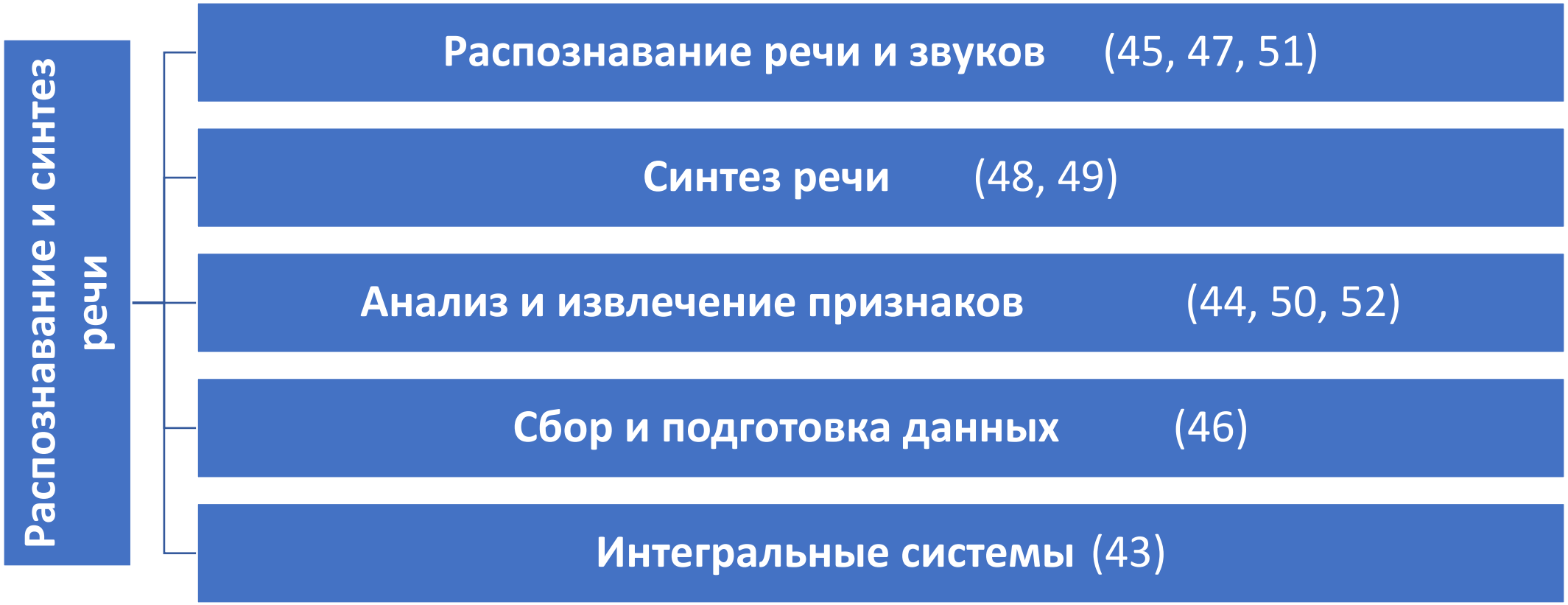
Технологические задачи. Фундаментальные языковые и мультимодальные модели искусственного интеллекта для прикладных задач



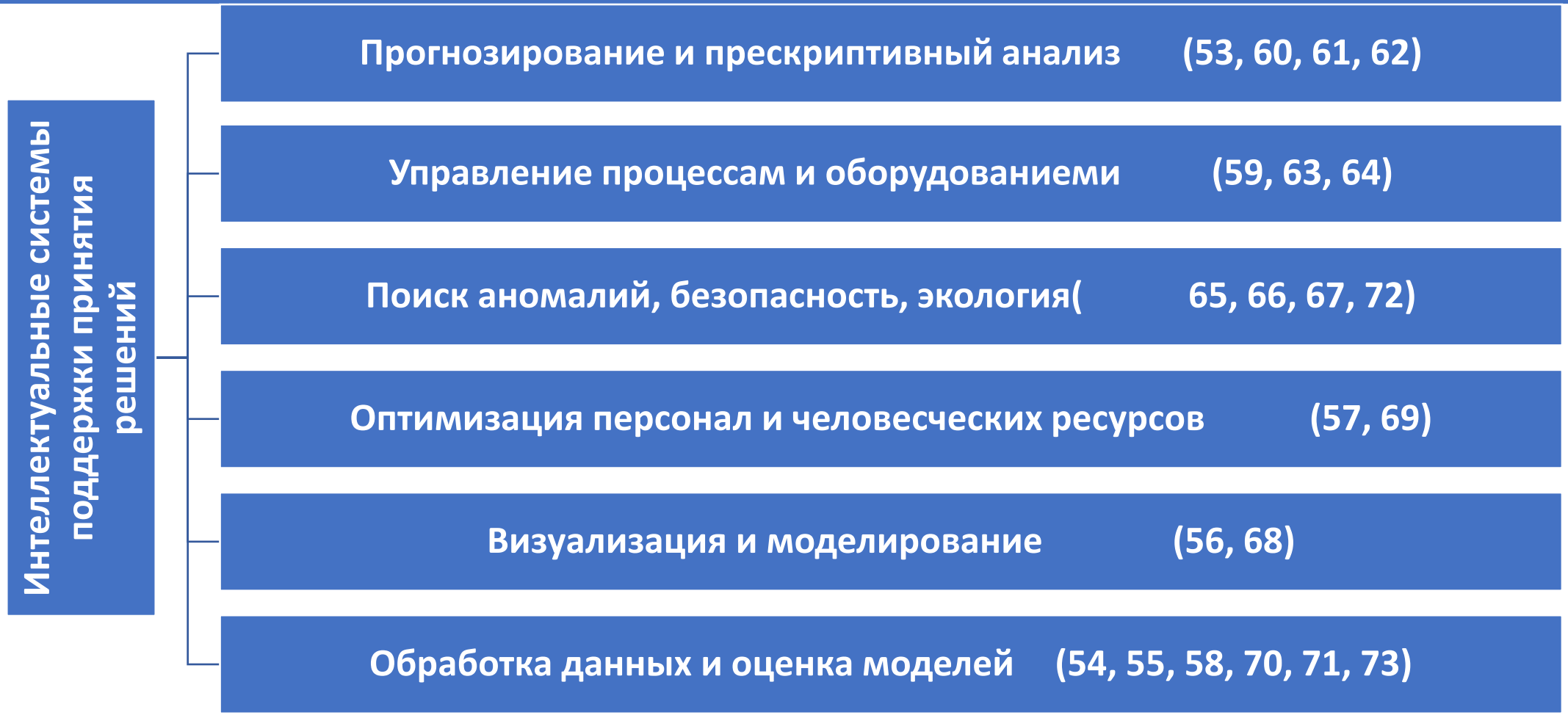
Технологические задачи. Компьютерное зрение



Технологические задачи. Распознавание и синтез речи



Технологические задачи. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений



Технологические задачи. Перспективные методы искусственного интеллекта для автоматизации интеллектуальной и физической деятельности



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**

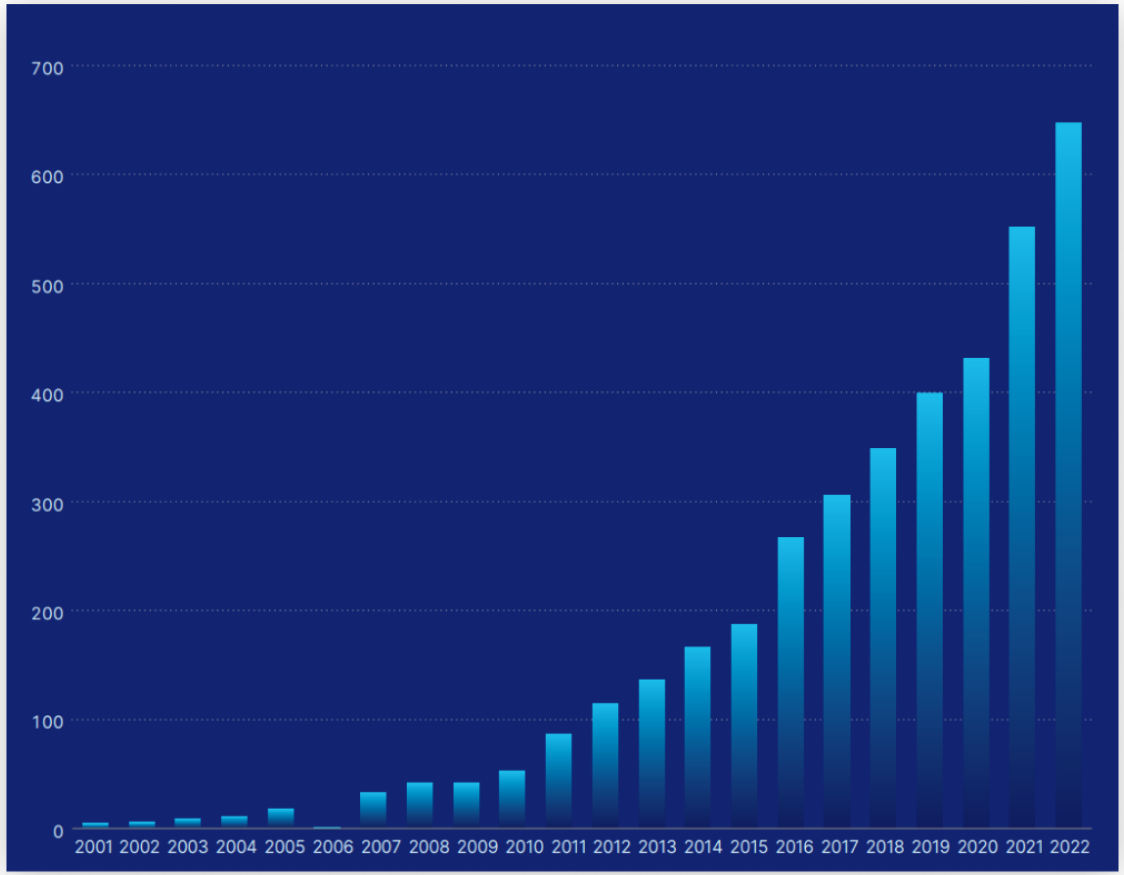
Рынок технологий ИИ

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.



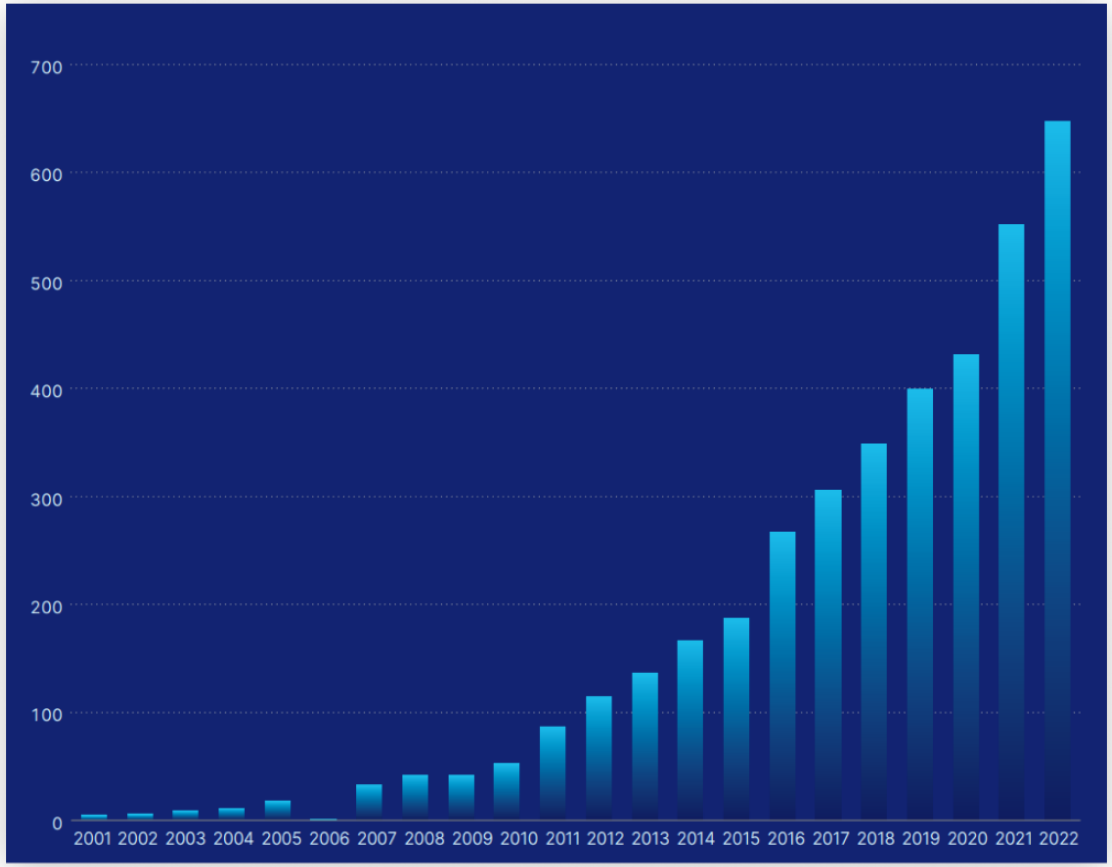
Рынок технологий ИИ

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



Искусственный интеллект как научное направление

НИЯУ МИФИ

Искусственный интеллект (ИИ, Artificial Intelligence, AI) — это направление компьютерных технологий, которое позволяет машинам выполнять задачи, требующие интеллектуальной обработки информации: анализировать данные, распознавать образы, понимать и генерировать речь, строить рассуждения, принимать решения, обучаться на основе опыта

Особенности

- ИИ не обладает сознанием или эмоциями — это инструмент для решения конкретных задач
- Качество работы ИИ напрямую зависит от качества и количества данных для обучения
- Использование ИИ поднимает этические вопросы: прозрачность алгоритмов, предвзятость, приватность данных, ответственность за принятые решения

Таким образом, ИИ — это семейство подходов и методов, которые позволяют машинам имитировать некоторые аспекты человеческого интеллекта для решения практических задач

ИТОГИ – ключевые вехи

НИЯУ МИФИ

Период	Ключевые события и прорывы	Парадигма
1940–1950-е	Нейрон Маккалоха-Питтса, тест Тьюринга, Дартмутская конференция, появление термина «ИИ»	Теоретическое обоснование
1960–1970-е	Персептрон Розенблатта, ELIZA, LISP. «Зима ИИ» из-за критики нейросетей	Символьный подход (ГОФАИ)
1980–1990-е	Расцвет экспертных систем, вторая «зима ИИ». Победа Deep Blue над Каспаровым (1997)	Экспертные системы и поиск
2000–2010	Возрождение нейросетей (алгоритм обратного распространения), появление голосовых помощников (Siri в 2011)	Статистическое машинное обучение
2012–2019	AlexNet (2012), AlphaGo (2015), архитектура Transformer (2017), GPT и BERT (2018)	Глубокое обучение
2020–2025	GPT-3, ChatGPT (2022), GPT-4, Llama, мультимодальность, модели с рассуждением (DeepSeek-R1, GPT-5)	Большие языковые модели (LLM)
2026 и далее	Агентный ИИ, мультиагентные системы, модели GPT-5.5, Gemini 3.1 Pro	Агентный ИИ и интеграция в среду

Классификация методов ИИ

НИЯУ МИФИ

Два главных критерия:

- **способ построения модели (как мы получаем знания?)**
- **способность к обучению и адаптации (меняется ли модель со временем?)**

Классификация методов ИИ по способу построения модели



Символьный (логический) подход (Symbolic AI / Good Old-Fashioned AI - GOFAI)

Суть	**Мир описывается с помощью формальных логических правил и символов. Работает на принципе "Если А, то Б"**
Методы	**Логика предикатов, продукционные правила (экспертные системы), теория прецендентов, семантические сети, фреймы**
Особенность	**Прозрачность решений (объяснимость), но сложность сбора знаний и неустойчивость к шумам**
Применение	**Юридические системы, диагностика оборудования (в прошлом), формальная верификация**

Субсимвольный (эмпирический / статистический) подход

Суть	**Знание не задается человеком, а извлекается из данных. Модель настраивает свои параметры (числовые коэффициенты), чтобы соответствовать примерам**
Методы	**Классическое машинное обучение (Machine Learning 1.0): Линейная регрессия, метод опорных векторов (SVM), решающие деревья, случайный лес, k-ближайших соседей**
	Глубокое обучение (Deep Learning): Многослойные нейронные сети (CNN, RNN, Трансформеры). Автоматически извлекают сложные иерархические признаки (от пикселей к лицам, от букв к смыслу)
	Статистические методы: Теория вероятностей, байесовские сети, скрытые марковские модели
Особенность	**Требовательность к данным, непрозрачность, отсутствие гарантий логической корректности**
Применение	**Компьютерное зрение, NLP, речь, рекомендации, игры, робототехника, финансы, промышленность, транспорт, наука, генерация**

Эволюционные и бионические методы

Суть	**Моделируют процессы, происходящие в природе**
Методы	**Генетические алгоритмы (отбор, скрещивание, мутации), роевой интеллект (алгоритм муравья или пчелы), иммунные алгоритмы**
Особенность	**Хороши для поиска оптимального решения в огромном пространстве параметров, где градиент не работает**
Применение	**Оптимизация и логистика Робототехника и автономные системы Биомедицина и биоинженерия Машинное обучение и наука о данных**

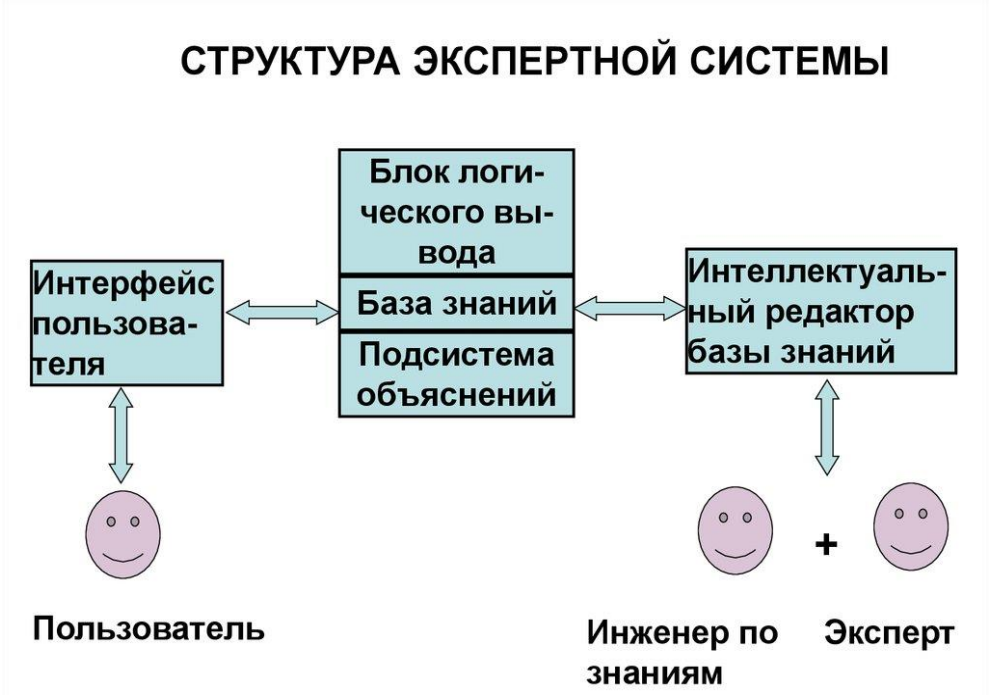
Гибридные системы

Суть	**Объединение двух или более подходов для компенсации их недостатков**
Методы	**Например, нейросеть для распознавания образов + логический блок для принятия решений на основе правил**
Особенность	**Используются для повышения точности решения задачи**
Применение	**Медицина, юриспруденция, финансы**

Пример: 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 (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

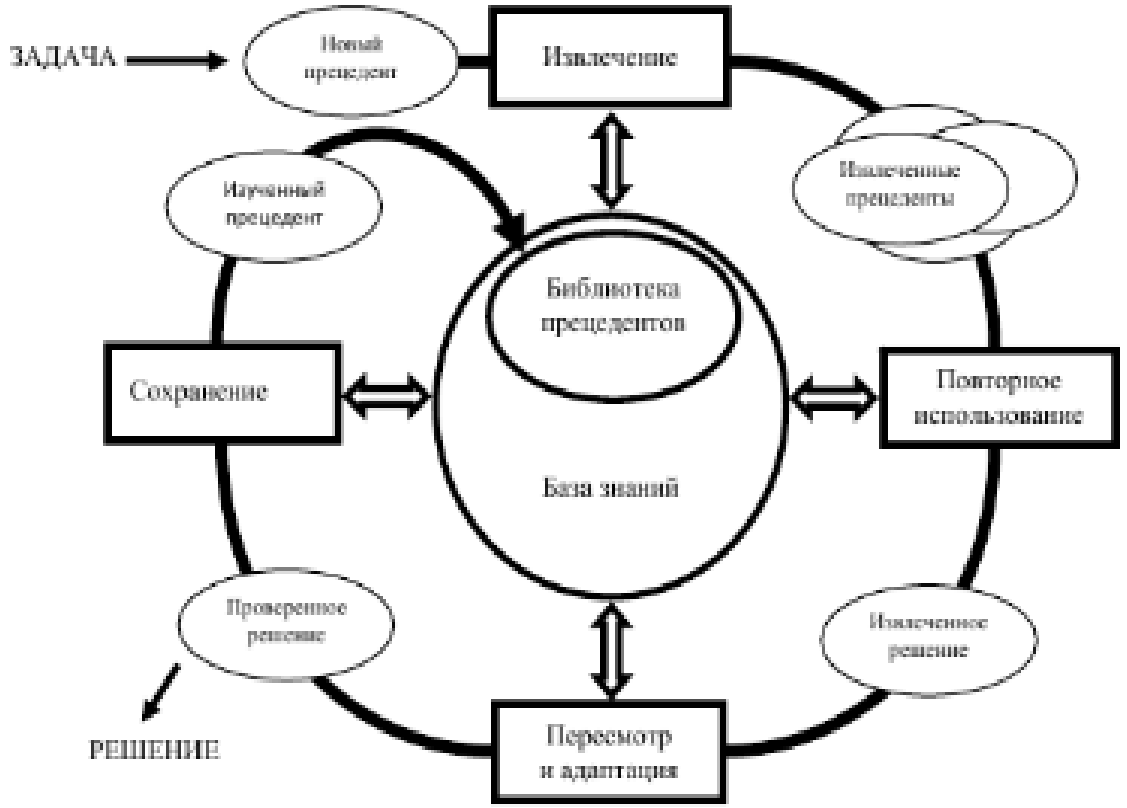


Пример: рассуждение на основе прецендентов

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

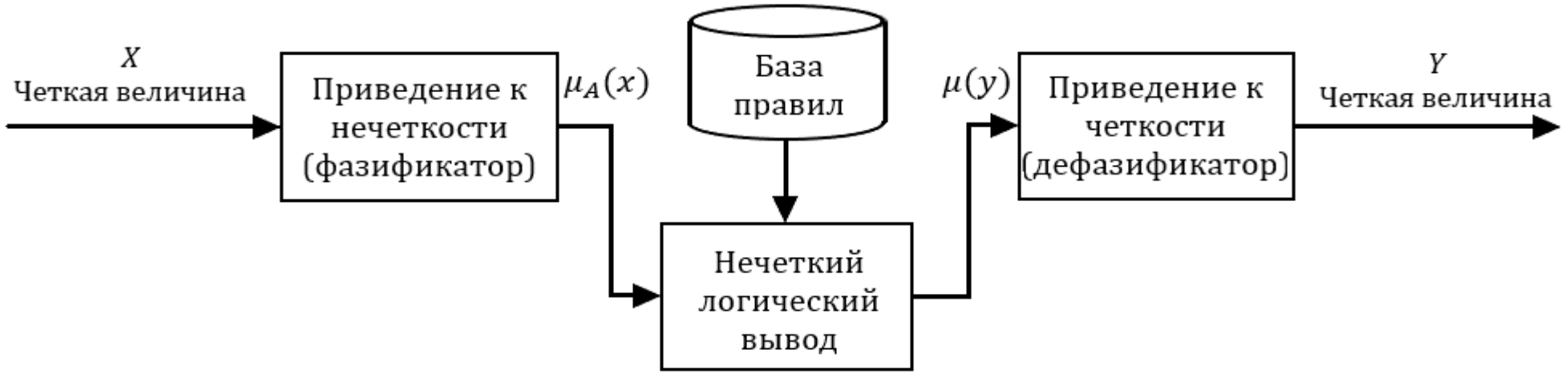
CBR –цикл:

- 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



Пример: нечеткие системы

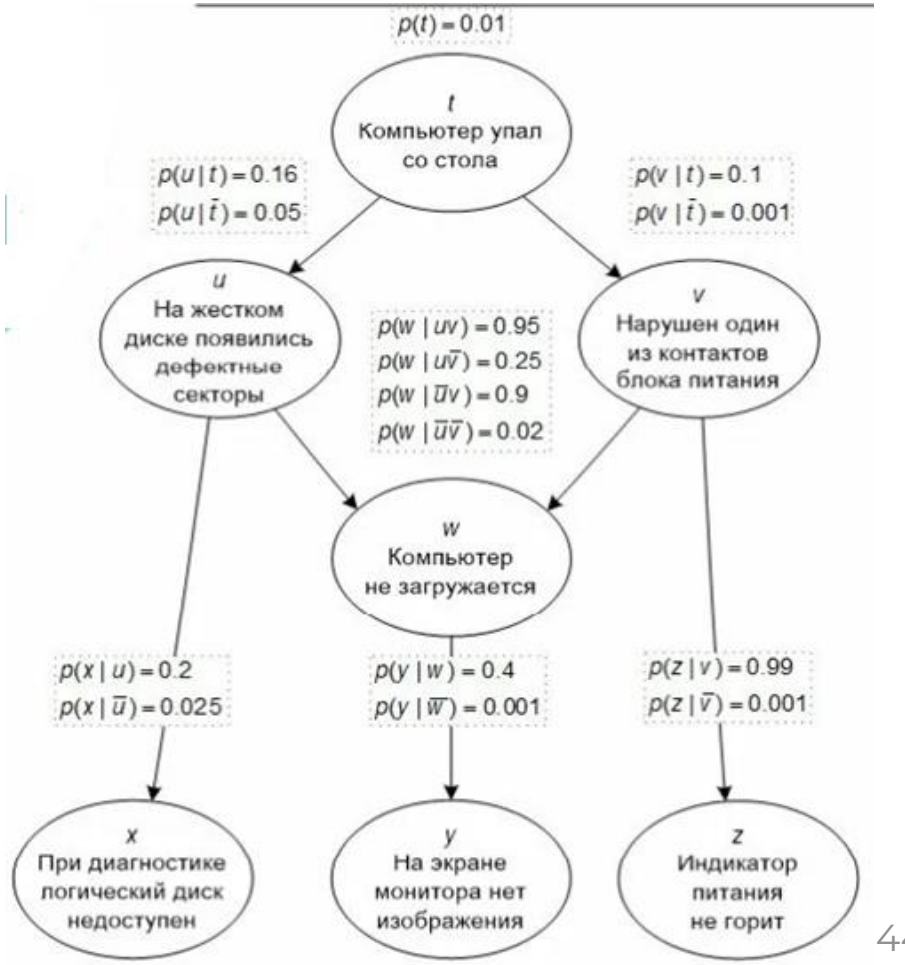
- **Нечеткая система управления является системой управления на основе нечеткой логики, которая анализирует аналоговые входные значения с точки зрения логических переменных, которые принимают непрерывные значения между 0 и 1**
- **Математическая теория нечетких множеств позволяет описывать нечеткие понятия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



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)

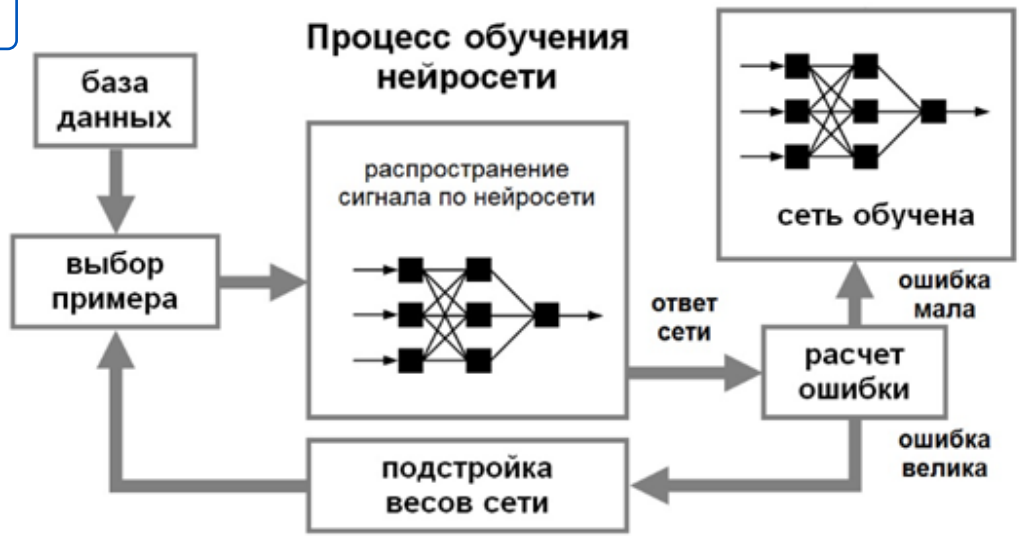
Задача нейрона – преобразовать численные значения с входов выполнением функции и передать результат на выход

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

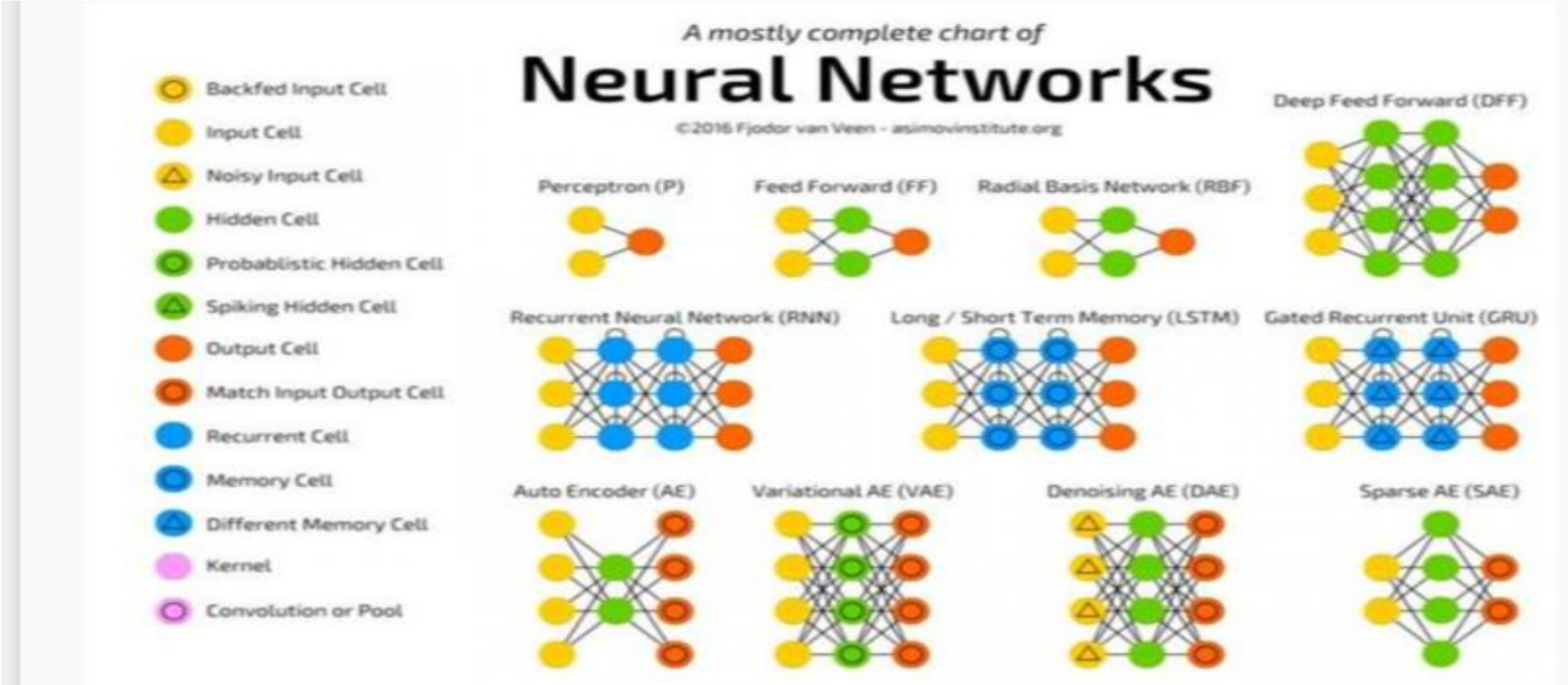
Для упорядочивания связей, нейроны распределяются по слоям, внутри одного слоя нейроны никак не связаны, но соединены с нейронами следующего и предыдущего слоя - эта организация называется многослойной сетью

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

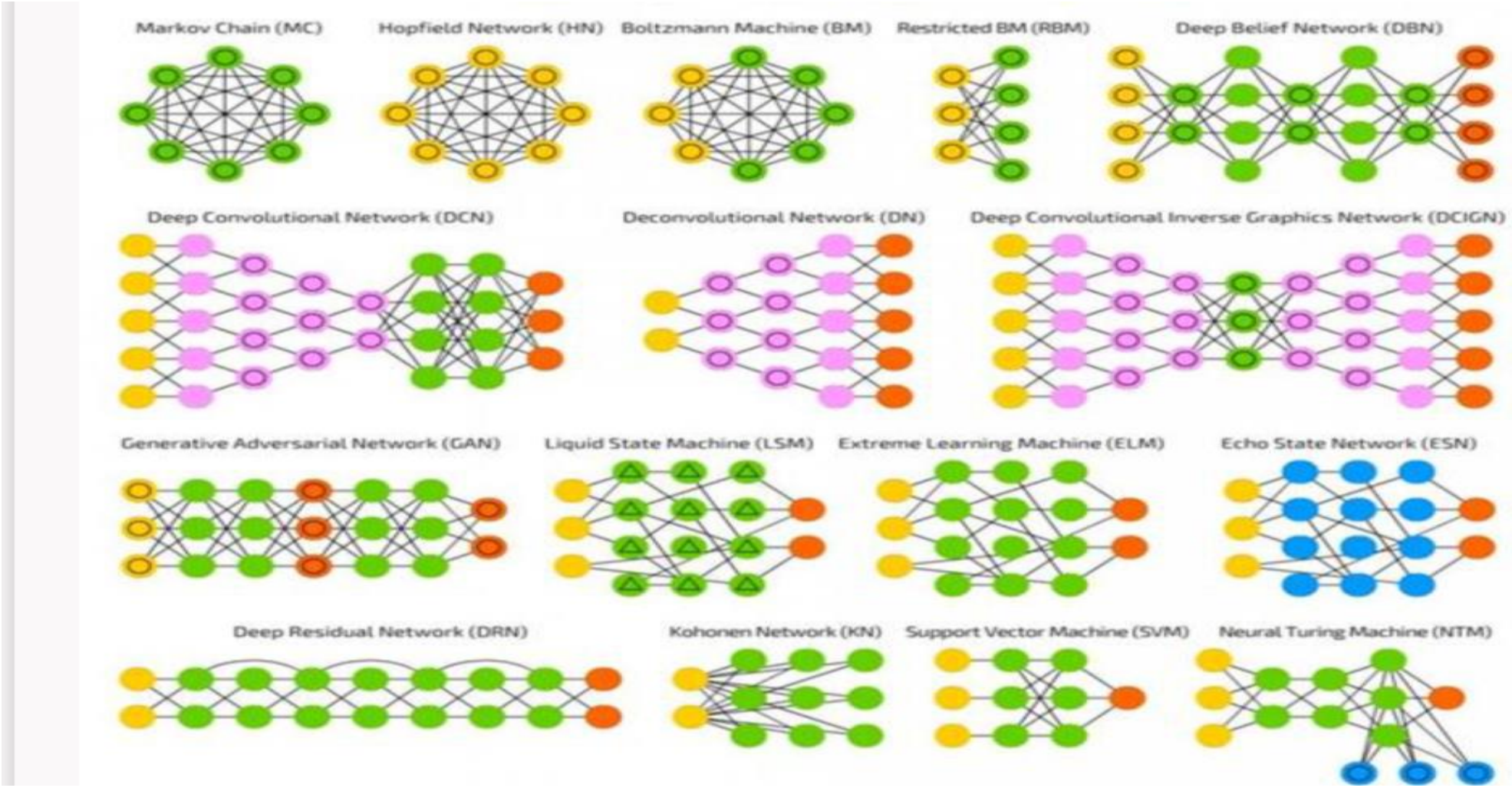


Нейронные сети: типология



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**

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**

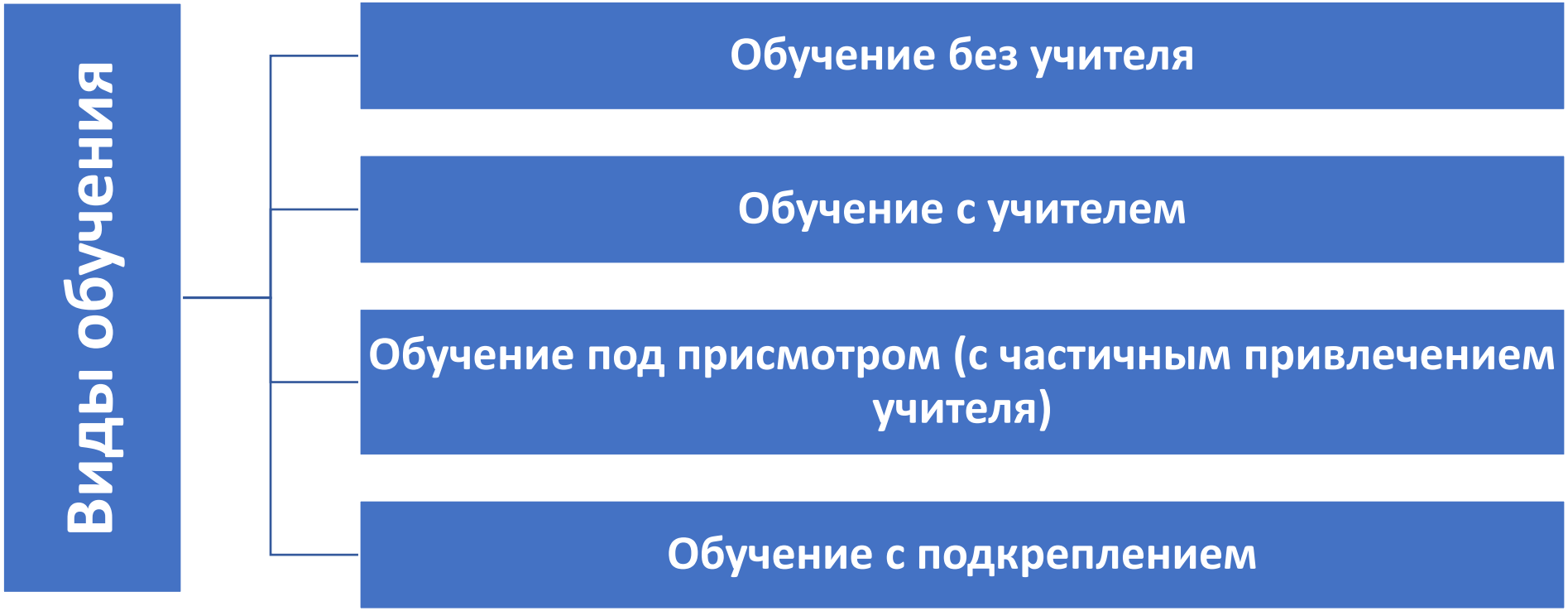
Сравнительный анализ методов ИИ

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

Классификация методов ИИ в соответствии со способностью к обучению и адаптации



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

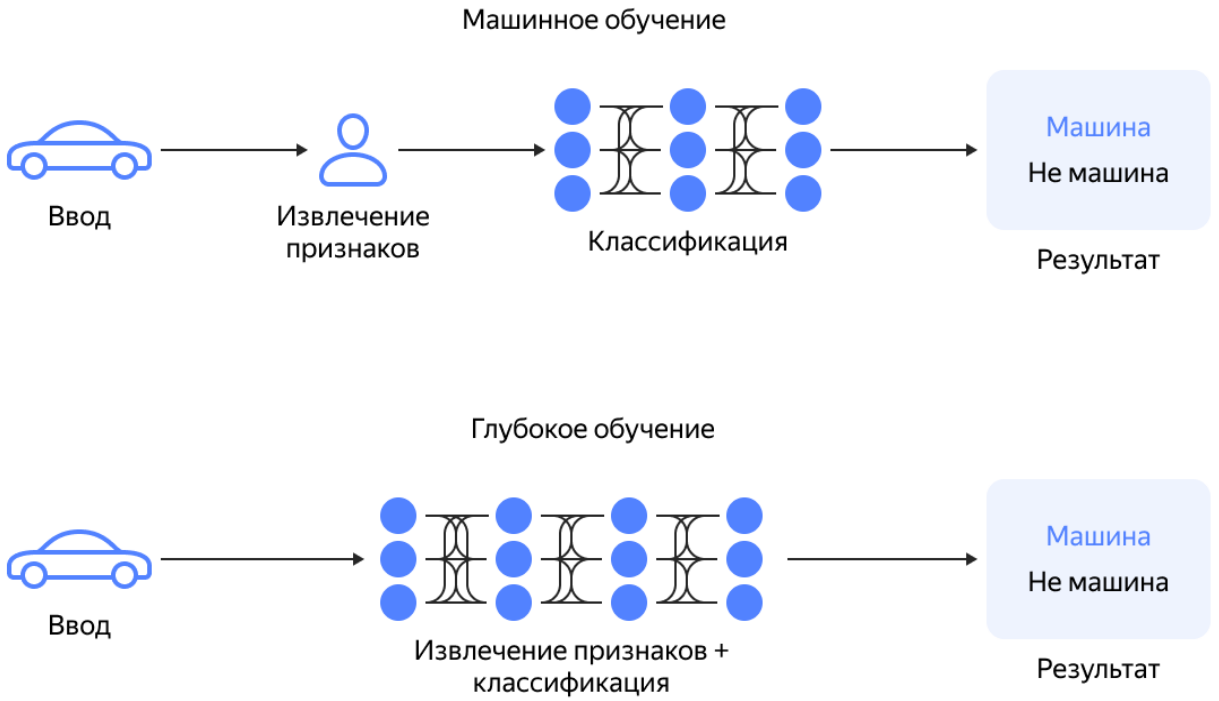
Задачи	Методы	Применение
Управление, оптимизация	Q-Learning, SARSA, DQN, A3C, генетические алгоритмы и т.д.	самоуправляемых автомобилей (навигация и предотвращение ДТП), маршрутизация ботов (поиск оптимального режима), игры (виртуальные персонажи), автоматическая торговля (в частности, автотрейдинг ценных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

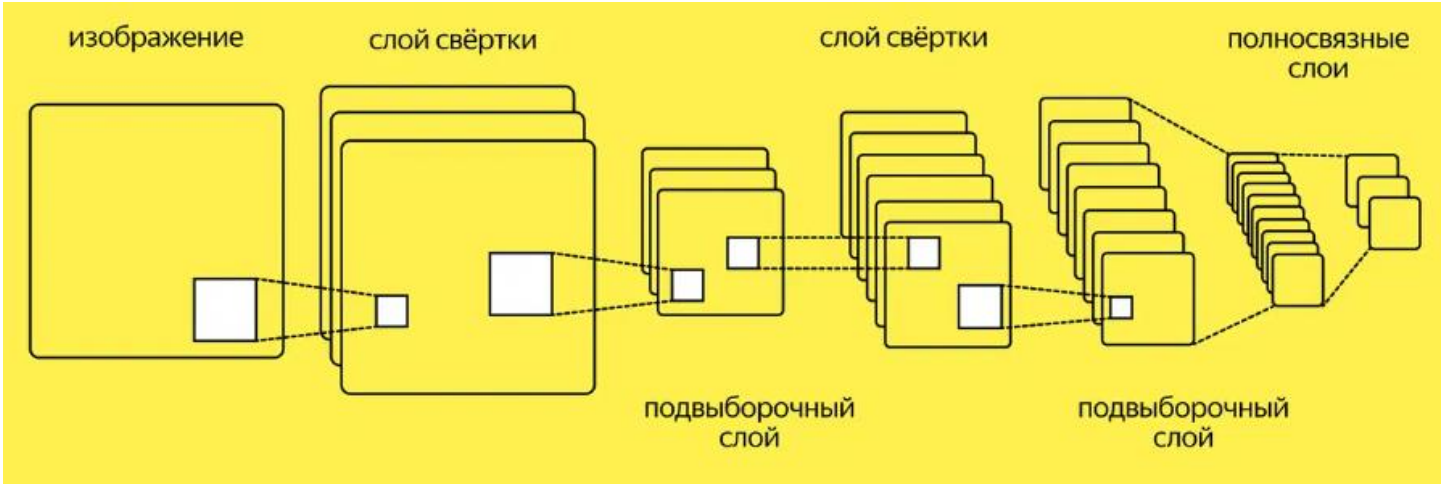
Основные элементы свёрточной нейронной сети: свёрточный слой, подвыборочный слой, нормализация по батчу, полносвязный слой

Свёрточный слой удаляет лишнее

Подвыборочный слой – выбирает признаки

Нормализация – сборка из разных источников

Полносвязный слой решает задачу классификации

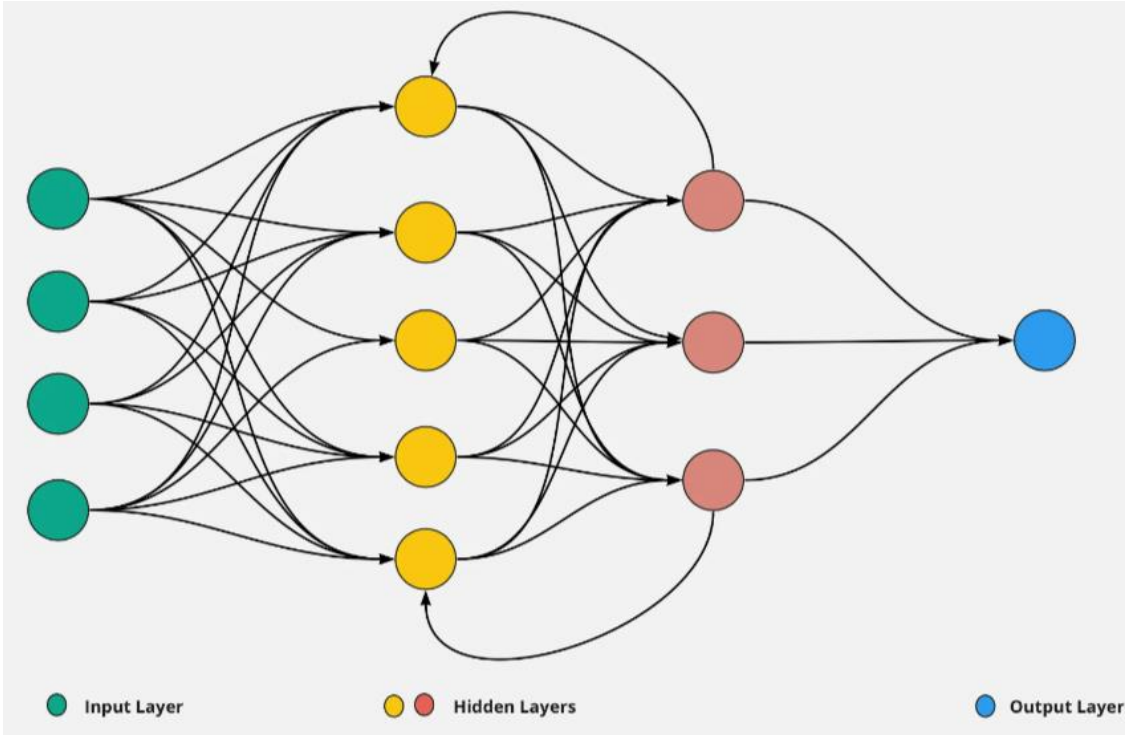


Популярные модели для генерации изображений — Midjourney, Stable Diffusion, Dream, DALL-E 2 и ruDALL-E

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.

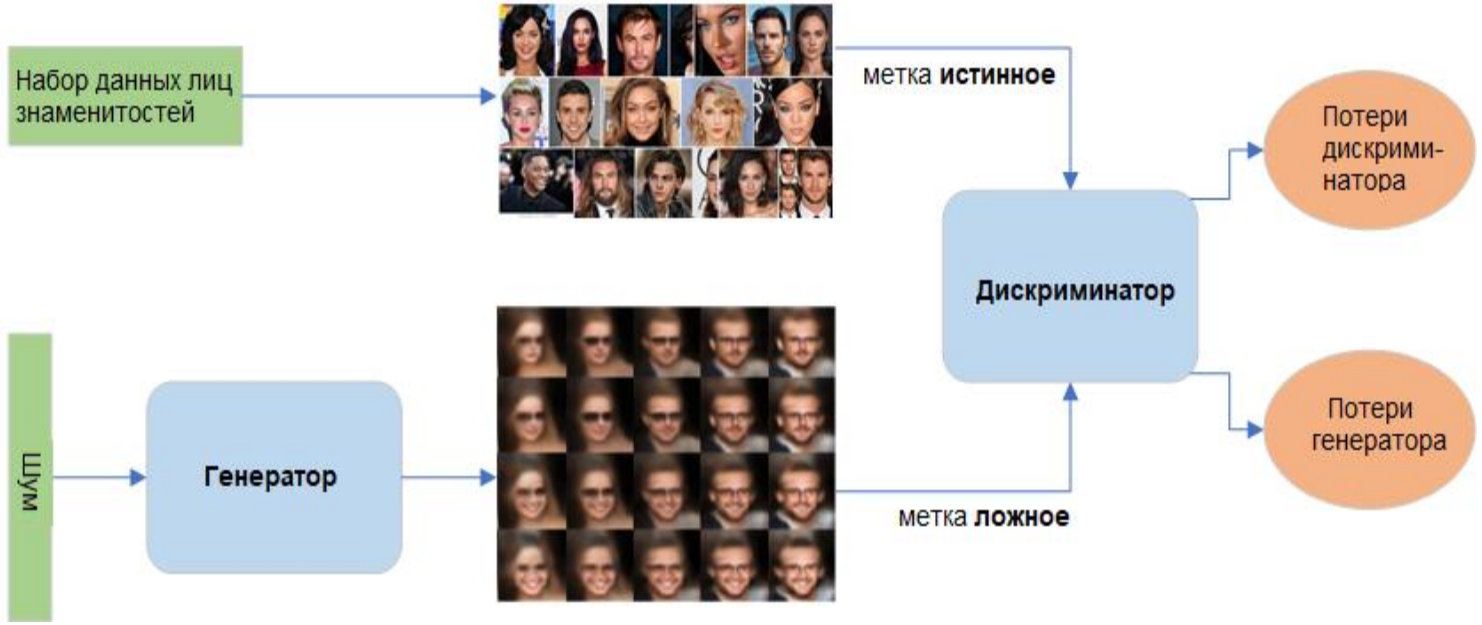
Глубокое обучение: генеративно-состязательные сети

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

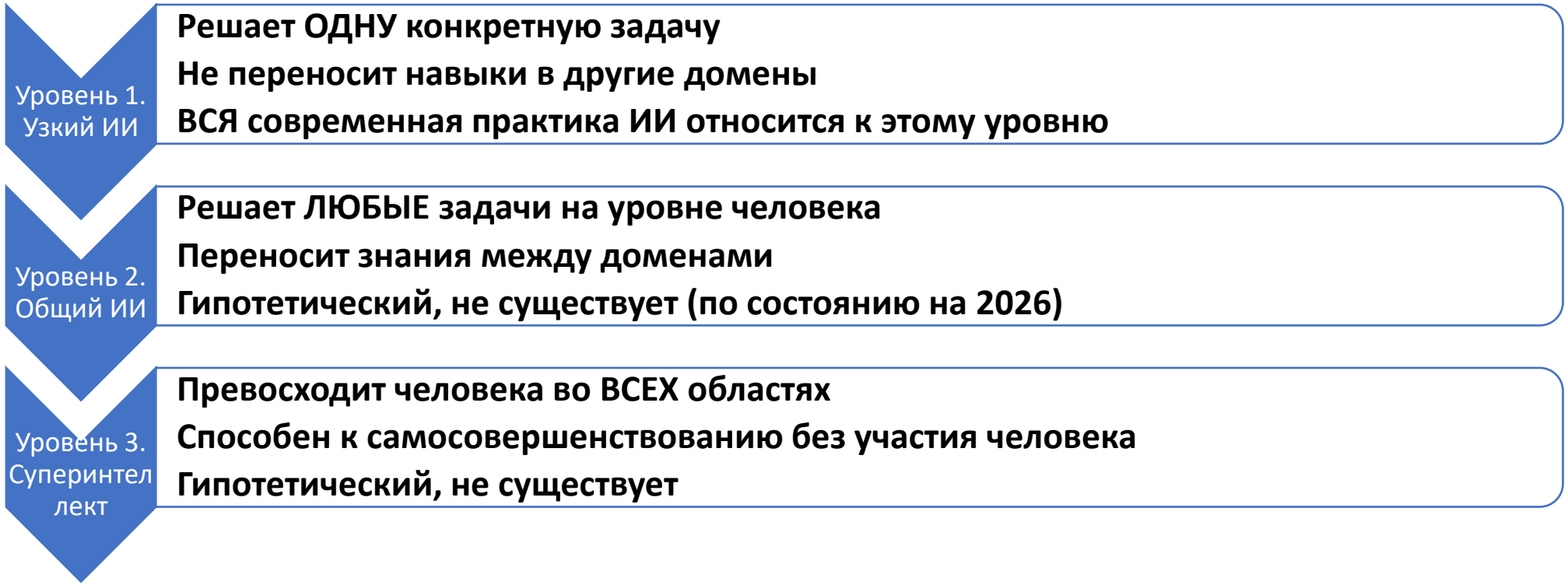


Уровни ИИ по способности к обобщению

Узкий (слабый) ИИ (Narrow, ANI): решает одну конкретную задачу (все современные системы)

Общий (сильный) ИИ (General, AGI): гипотетическая система, сравнимая с человеческим интеллектом

Суперинтеллект (Superintelligence, ASI): превышает человеческий



- ***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*

Уровни ИИ по способности к обобщению

Критерий	Узкий ИИ (ANI)	Общий ИИ (AGI)	Суперинтеллект (ASI)
Спектр задач	Одна / узкий класс	Любая (человеческая)	Все + beyond
Перенос знаний	❌ Нет	✅ Свободный	✅ Мгновенный
Понимание	Паттерны	Смысл	Глубокое
Автономность	Ограничена	Высокая	Полная
Целеполагание	Извне	Самостоятельное	Собственное
Обучение	Требует данных	На лету	Самосовершенствование
Существует?	✅ Да	❌ Нет (2026)	❌ Нет
Примеры	GPT-4, AlphaGo	—	—
Риски	Предвзятость, ошибки	Потеря контроля	Уничтожение человечества

Спасибо за внимание!