

Технологии и обработки больших данных

«09.04.03 -

<http://vikchas.ru>

Лекция 1 «4-ая промышленная революция, сквозные технологии цифровой экономики; Интеллектуальные технологии цифрового предприятия»

Часовских Виктор Петрович

д-р техн. наук, профессор кафедры ШИиКМ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Екатеринбург 2023

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

За последние 250 лет произошли три промышленные революции. Они изменили процесс созидания ценностей и мир в целом. В ходе каждой из них эволюционировали технологии, политические системы и социальные институты. Менялись не только производства, но и взгляды людей на самих себя, их отношение друг к другу и к окружающей среде.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Первая промышленная революция началась в британской текстильной промышленности в середине XVIII века благодаря механизации прядильно-ткацкого процесса. За следующие сто лет механизация преобразила все имеющиеся отрасли промышленности и создала множество новых — появлялись станки, сталелитейные заводы, паровые двигатели, железные дороги.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Благодаря сдвигу в кооперации и конкуренции появилась совершенно новая система создания, обмена и распределения ценностей и изменились до неузнаваемости многие секторы экономики: от сельскохозяйственного до производственного, от коммуникационного до транспортного. Современного значения слова «промышленная» недостаточно для описания масштаба этой революции, больше подходит английское слово *industry* в понимании мыслителей XIX века Томаса Карлайла и Джона Стюарта Милла, которые использовали его для описания всех занятий, связанных с человеческим трудом.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Первая промышленная революция привела к распространению колониализма и деградации окружающей среды, но повысила благосостояние людей. До 1750 года даже в богатейших странах — Великобритании, Франции, Пруссии, Нидерландах, а также в североамериканских колониях средний экономический рост составлял не более 0,2% в год, и даже эта величина была неустойчива. Неравенство было гораздо серьезнее, чем сейчас, а средние доходы на душу населения мы сегодня посчитали бы нищенскими. Но к 1850 году благодаря технологиям ежегодный экономический рост в тех же странах поднялся до 2-3%, стабильно росли и доходы на душу населения.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В период между 1870 и 1930 годами новая волна технологий продолжила экономический рост и развила успех Первой промышленной революции.

Радио, телефон, телевизор, бытовая техника и электрическое освещение продемонстрировали преобразующую силу электричества.

Двигатель внутреннего сгорания позволил создать автомобили и самолеты, а впоследствии и их экосистемы — с новыми рабочими местами и сетями скоростных дорог.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Произошли прорывы и в химии: мир получил новые материалы, включая термоотверждаемые пластмассы, и новые процессы. Так, процесс синтеза аммиака Габера—Боша открыл дорогу дешевым азотным удобрениям, «зеленой революции» 1950-х годов и последовавшему резкому приросту населения. **Вторая промышленная** революция ознаменовала приход современного мира — от санитарных услуг до международных авиаперевозок.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Примерно с 1950 года начались прорывы в теории информации и в цифровых вычислениях. Эти технологии образовали ядро **Третьей промышленной** революции. Как и раньше, причиной промышленной революции стали не сами технологии, а их влияние на экономические и социальные системы. Возможность хранить, обрабатывать и передавать информацию в цифровом виде перестроила большинство отраслей промышленности. Радикально изменились трудовые и социальные отношения миллиардов людей. Совокупное воздействие трех промышленных революций вызвало невероятный рост благосостояния — по крайней мере, для жителей развитых стран.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Людам, которым посчастливилось пользоваться благами трех предыдущих революций, **Четвертая промышленная** революция даст возможность продолжить восхождение к вершинам развития человечества (рис. 1). При этом она улучшит и жизнь тех, кому пока недоступны преимущества, которые дают технологические системы, должным образом используемые государственными и частными организациями. Если вокруг технологий Четвертой промышленной революции сложатся соответствующие институты, стандарты и нормы, то люди во всем мире смогут стать более свободными, здоровыми, образованными — и жить достойной жизнью, более безопасной и экономически защищенной.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ, РОСТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

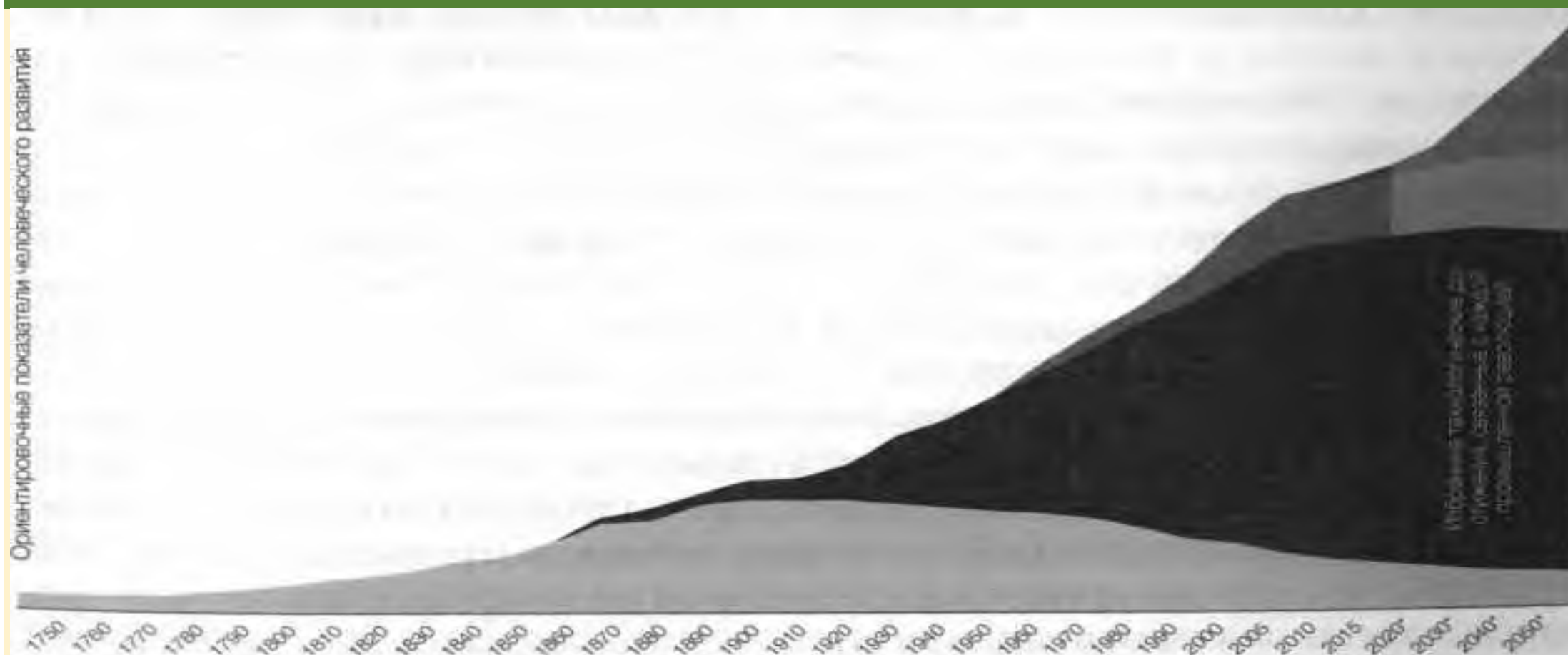


Рис 1. Вклад промышленных революций в человеческое развитие до 2050 года (при условии реализации преимуществ)

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ РФ



Национальная программа «Цифровая экономика РФ»

утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7.

Цифровая экономика - хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются **данные в цифровом виде, обработка больших объемов** и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ РФ

Национальной программы «Цифровая экономика»

«Нормативное регулирование цифровой среды»

«Кадры для цифровой экономики»

«Информационная инфраструктура»

«Информационная безопасность»

«Цифровые технологии»

«Цифровое государственное управление»

«Искусственный интеллект»

Относительно технологий цифровой экономики необходимо учитывать следующее:

- 1. Системы, а не технологии.**
- 2. Расширять возможности, а не ограничивать их.**
- 3. По замыслу, а не по умолчанию.**
- 4. Ценности как достоинство, а не недостаток.**

Фундамент цифровой экономики образуют следующие технологии 4-ой промышленной революции:

искусственный интеллект

распределенные реестры

новые вычислительные технологии

энергетические и биологические технологии

новые материалы

средства виртуальной и дополненной реальности

Динамика развития технологий цифровой экономики показывает, что:

Технологии распространяются с экспоненциальной скоростью,
проникая в материальные объекты и в нашу жизнь

Разные технологии создают похожие преимущества и проблемы

Средства виртуальной и дополненной реальности:

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

Технологии распределенного реестра :

Технология **блокчейна** эта новаторская комбинация математики, криптографии, компьютерных технологий и теории игр положила начало развитию цифровых валют и созданию **совершенно новой системы** хранения и обмена ценностей как в цифровом, так и в реальном секторе экономики.

Разные версии технологий блокчейн - могут значительно изменить все, от онлайн-финансовых транзакций до способов голосования и решения вопросов о производстве товаров.

Одноранговые сети стали актуальны благодаря технологии блокчейн.

Технологии искусственного интеллекта:

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) уже перестраивают цифровую экономику и вскоре изменят экономику материального мира.

Утверждается, что ЭВМ с ИИ проходит тест Тьюринга, который позволяет отличить машину от человека. Ада Лавлейс утверждает, что нет.

УДК 004.8
ББК 32.813
С36

Предисер И. Фурман
Научный редактор А. С. Плателин, доцент,
Фир. техн. науки, StigaladyNet
Старший редактор Д. Веприлова
Редактор А. Виновова
Редактор инфографии Г. Нейкин

С36 **Сильный искусственный интеллект : На подступах к сверхразуму / Александр Ведикин [и др.] . — М. : Интеллектуальная Литература, 2021. — 232 с.**

ISBN 978-5-907394-18-6

Эта книга — первый кросс-дисциплинарный труд по общему искусственному интеллекту на русском языке. Общий искусственный интеллект — это следующая ступень в развитии ИИ, не обязательно наделения самосознанием, но, в отличие от современных нейросетей, способные справиться с широким кругом задач в разных условиях. Авторы книги рассказывают о том, что должен уметь общий ИИ, какие научные подходы помогут его создать и как изменится мир с его появлением.

УДК 004.8
ББК 32.813

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и любыми бы ни были средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, с тем же целью и печать ДВМ, для частного или публичного использования, без письменного разрешения издательства авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу info@izdat.com.

ISBN 978-5-907394-18-6

© ИАО Сербинк, 2020

В большинстве своем существующие решения являются примерами реализации технологий узко специализированного ИИ, требующего настройки и перепроверки со стороны человека. Чтобы так же хорошо решать разнообразные комплексные задачи, как это делают люди, машины должны научиться строить причинно- следственные модели окружающей среды и ориентироваться в разных контекстах, а не просто максимизировать успех при решении какой-то узкой задачи. Они должны понимать физические, психологические и другие законы нашего мира и уметь связывать новую информацию в общую картину с тем, что уже знают. Чтобы добиться этого, нам необходимо преодолеть очередной технологический рубеж — создание Общего искусственного интеллекта или AGI.

Сильного ИИ —то есть такой ИИ, который обладает всеми качествами человеческого разума: пониманием, самосознанием, субъективными переживаниями и т. д.,

Законодательство РФ и нормативные документы об искусственном интеллекте

1. **Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»**
2. **Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, определяющая:**

➤ **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. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений;

➤ **технологии искусственного интеллекта** - технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта.

Законодательство РФ и нормативные документы об искусственном интеллекте

➤ основными направлениями повышения уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта **квалифицированными кадрами** и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий являются:

а) **разработка и внедрение образовательных модулей** в рамках образовательных программ всех уровней образования, программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки для получения гражданами знаний, приобретения ими компетенций и навыков в области **математики, программирования, анализа данных, машинного обучения**, способствующих развитию **искусственного интеллекта**. При этом в целях развития перспективных методов искусственного интеллекта приоритетное значение приобретает конвергентное знание, обеспечиваемое в том числе за счет **интеграции математического, естественно-научного и социально-гуманитарного образования**;

Законодательство РФ и нормативные документы об искусственном интеллекте

3. Федеральный проект «Искусственный интеллект», разработанный Министерством экономического развития Российской Федерации и определившим 14 июля 2021 г. **описание** передовых направлений развития сферы искусственного интеллекта, в том числе:

- «сильного» искусственного интеллекта,
- систем доверенного искусственного интеллекта,
- этических аспектов применения искусственного интеллекта.

Законодательство РФ и нормативные документы об искусственном интеллекте

- направление «**Искусственный интеллект для промышленности**»,
- направление «**Искусственный интеллект для медицины**»,
- направление «**Биометрические технологии искусственного интеллекта**»,
- направление «**Искусственный интеллект для оптимизации управленческих решений в целях снижения углеродного следа**»,
- направление «**Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта**»,
- направление «**Искусственный интеллект для решения задач развития ТЭК и энергетики**»,
- направление «**Искусственный интеллект для «Умного города» и транспорта**»,
- направление «**Искусственный интеллект для робототехники и управления беспилотными системами**»,
- направление «**Искусственный интеллект в сельском хозяйстве и производстве продуктов питания**»,
- направление «**Межотраслевые технологии искусственного интеллекта и искусственный интеллект для иных приоритетных отраслей экономики и социальной сферы**»,
- направление «**Искусственный интеллект для обеспечения кибербезопасности**»

В современной экономике нам необходимо понимать, что такое искусственный интеллект (ИИ) и какие перспективы его в будущем.

Сейчас **технологии ИИ** стали массовыми и повсеместными, проникли в нашу повседневную жизнь и вряд ли ее покинут. Они используются в поисковых и рекомендательных системах, транспорте, логистике, банковском деле, планировании бизнес-процессов, производстве и научных исследованиях. Они уже давно не ограничиваются цифровой реальностью, проникая в быт. Нас начинают окружать домашние роботы, беспилотные аппараты, умные дома и города, не говоря уже о приложениях с элементами ИИ для смартфонов и персональных компьютеров.

Технологии ИИ, включающие машинное обучение, научились неплохо справляться с анализом изображений, звука, речи и текстов на естественных языках.

Существующие технологии ИИ открывают перед нами огромные перспективы. Они способны придать новый импульс развитию мировой экономики, оказать позитивное влияние на все сферы нашей жизни.

Из-за многочисленных успехов последнего времени может сложиться впечатление, что недавний впечатляющий прогресс технологий ИИ достиг насыщения. Но это вовсе не так, и диапазон их применения только растет.

Однако, даже уже известные технологии ИИ имеют массу еще не реализованных возможностей по внедрению. Либо для этого не нашлось свободных специалистов, либо стоимость разработки и внедрения перевешивает ожидаемую прибыль, либо соответствующие технологии, уже существующие в теории, еще не способны предоставить решения достаточно качественного.

Однако существуют и такие крайне важные задачи, для которых имеющихся технологий просто недостаточно, - например, исследовательские.

Современные технологии ИИ образуют то, что принято называть - **слабый искусственный интеллект.**

В настоящее время стало понятным, что будущее за **сильным искусственным интеллектом**, за технологиями которых пока еще нет.

Мы сегодня с Вами поговорим об альтернативном подходе к ИИ, в частности будут рассмотрены три вопроса история ИИ, современное состояние и возможные варианты создания сильного ИИ.

В понимание того, что такое ИИ будем придерживаться предложений и исследований Российских ученых, что же это такое и каково определение ИИ.

Является очевидным, что при определении понятия искусственного интеллекта следует отталкиваться от определения **естественного интеллекта** - способности мозга человека решать интеллектуальные задачи путем приобретения запоминания и целенаправленного преобразования знаний, использование этих знаний для управления средой.

Интеллектуальная задача - задача, связанная с отысканием алгоритма решения задач некоторого класса.

Алгоритм - точное предписание (инструкция) о выполнении в определенном порядке последовательности операций для решения любой задачи из некоторого класса задач.

Искусственный интеллект — это свойство искусственных систем решать интеллектуальные задачи, для которых отсутствует алгоритм решения.

Следовательно: как только задача **решена** на компьютере (а это означает, что для нее создан алгоритм решения), то она **перестает быть** интеллектуальной.

Компьютерные программы, которые сегодня относят к классу интеллектуальных, никакого отношения к ИИ не имеют, они образуют **технологии ИИ**.

Общая история искусственного интеллекта

Первая половина 19 века: Ада Лавлейс

Ада Лавлейс, которая создала (в первой половине 19 века) описание вычислительной машины Бэббиджа и написала 1843 году первую в мире программу для этой машины. Она считается первым программистом в истории человечества. **Возражала относительно способности вычислительных машин мыслить** *День рождения Лавлейс 10 декабря. День программиста 10 декабря.*

20 век и начало 21

Зарождение ИИ (1940-1950) - 1943 год - модель нейрона, предложенная Уорреном МакКаллоком и Уолтером Питтсом; 1950 г. века американский нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт разработал математическую модель перцептрон; 1950 г. тест Тьюринга - формального способа определить, может ли машина выполнять мыслительную деятельность по аналогии с человеком.

Развитие ИИ (1951-1973) – 1960 г. модель перцептрона впервые реализованная в виде электронной машины «Марк-1. Перцептрон стал одной из первых моделей нейросетей, а «Марк-1» — первым в мире нейрокомпьютером. Язык программирования LISP (Д. Маккарти) - первые AI-программы (ELIZA, General Problem Solver, Logic Theorist, STUDENT, SAINT, SHRDLU, SNARC). На 2-х месячном семинаре в Дартмуте летом 1956 года определена новая наука «**Искусственный интеллект**».

Первая зима ИИ (1974-1980). Сдерживающие факторы - отсутствие методов и алгоритмов, адекватных сложности поставленных задач - исключение ИИ из числа национальных приоритетов, значительное сокращение финансирования нейронных сетей.

Возобновление работ (1981 – 1986) – 1972 язык Prolog; ЭВМ 5-го поколения (поддержка диалога, перевод языков, интерпретация изображений, построение причинно-следственных связей, Япония) - программа Alvey (интеллектуальные системы представления знаний, Human-machine interface (HMI), микроэлектроника, параллельные архитектуры, Англия) - экспертных систем, генетические алгоритмы; - беспилотный автофургон от Mercedes - методы и алгоритмы ИИ, в т.ч., метод обратного распространения ошибки для искусственной нейронной сети (ИНС).

Вторая зима (1987-1993) ИИ и ИНС. Сдерживающие факторы - ограниченные вычислительные возможности - ограниченные возможности методов машинного обучения и анализа данных - высокие требования к разработчикам, значительная трудоемкость создания технологий - ограниченный объем данных для обучения и настройки систем, слабая обобщающая способность; - значительное сокращение финансирования

Возобновление работ по ИИ (1994 г. – н.в.) - шахматный СК DeepBlue обыграл Г. Каспарова, Google DeepMind's AlphaGo - чемпиона мира в Go, IBM Watson побеждает в Jeopardy - Google, Yandex, Facebook; - технологические конкурсы DARPA; - общедоступные НД большого объема (ImageNet) - глобальная цифровизация; общий рост производительности ЭВМ - совершенствование математического аппарата: появление глубоких архитектур ИНС - успехи в решении различных прикладных задач; вопросно-ответные системы, системы распознавания лиц, системы беспилотного управления и др.

Наибольшие научные результаты в «естественном интеллекте» достигнуты физиологами и математиками.

Открытие и описание **нейронов** сделал в 1836 году немецко-швейцарский физиолог Габриэль Густав Валентин.

В 1943 году американские **нейрофизиолог** Уоррен Маккаллок и **математик** Уолтер Питтс предложили первую модель **искусственного нейрона** и основанную на нём **модель нейронной сети.**

Текущее состояние дел в ИИ и ИНС на **лето 2022** года можно охарактеризовать следующим образом.

Во-первых, с точки зрения адаптивности все существующие системы ИИ на основе любых известных подходов предполагают функционирование в ограниченном наборе задач и условий и не способны самообучаться функционированию в условиях существенно новых. То есть они являются программируемыми, хотя сложность их программирования заметно снизилась, а способность к обучению возросла.

Во-вторых, с точки зрения автономности систем ИИ все существующие системы не являются автономными и не могут полноценно функционировать без живого оператора, отвечающего за запуск и остановку, техобслуживание, целеполагание и определение режимов работы в зависимости от тех или иных условий или задач. То есть они остаются управляемыми. Особенно это очевидно в областях, характеризующихся высокими рисками или высокой априорной неопределенностью (даже робот-пылесос без помощи человека не проживет и пары дней в нормальной квартире).

В-третьих, с точки зрения интегративности (*свойства (категории) текста, соотносимое с объединением всех его частей в целях достижения целостности*) современные системы ИИ являются не системами, обладающими интеллектом как таковым (даже ограниченным), а системами компьютерного зрения, обработки естественного языка, анализа данных (машинного обучения), обработки символьной информации (рассуждений на основе знаний) и т.д., то есть интегративными не являются.

В нашей стране развита сильная инженерная база по адаптации, комбинированию, применению существующих технологий машинного обучения, в том числе основанных на искусственных нейронных сетях.

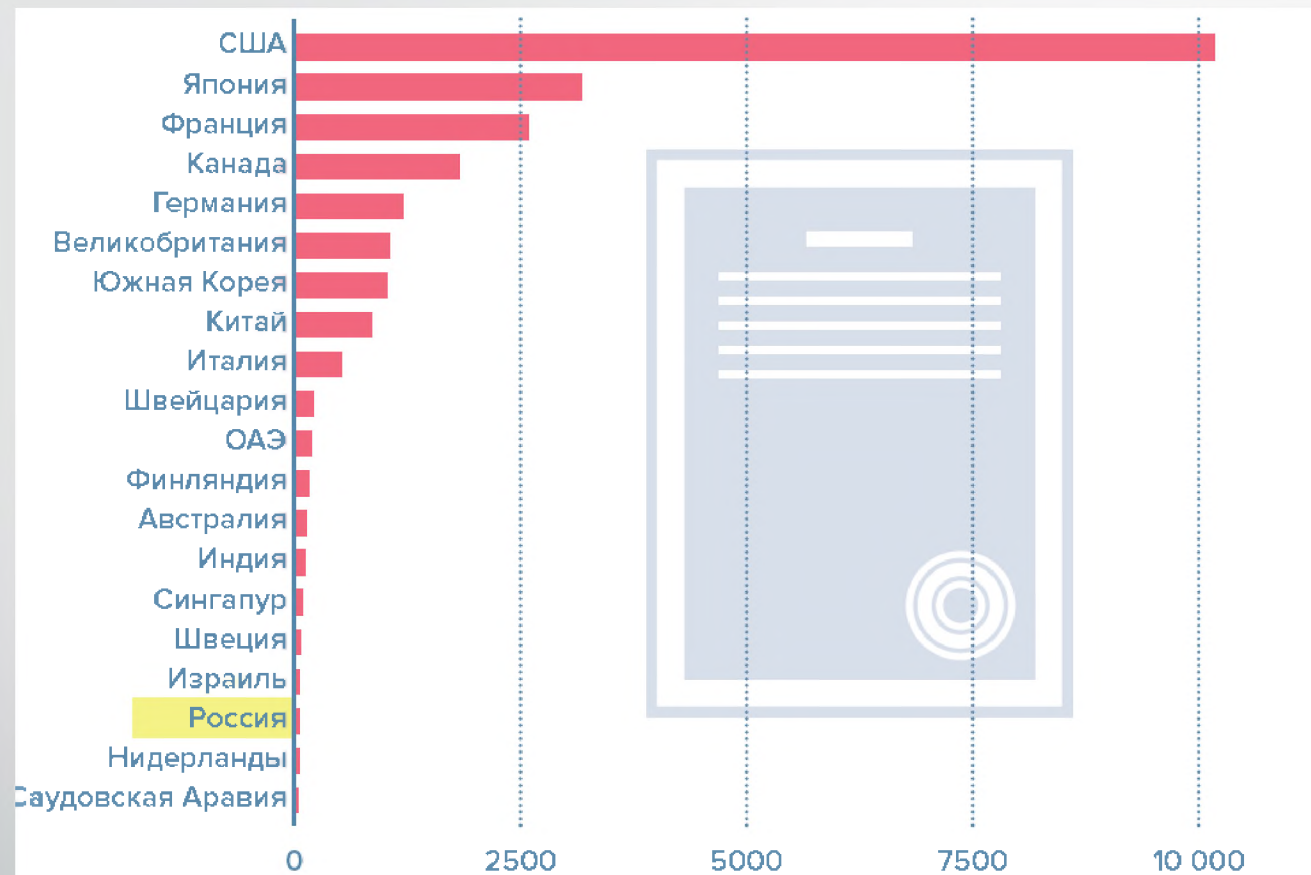
Есть сильные научные математические школы, направления исследований которых относятся к основаниям методов ИИ и непосредственно могут быть использованы для анализа существующих методов машинного обучения и разработки принципиально новых, перспективных подходов.

В то же время у нас в стране, к сожалению, нарушена коммуникация между математическим и инженерным сообществом в области искусственного интеллекта, и поэтому усилиям специалистов не хватает системности.

Обычно это либо инженерные разработки с использованием модификаций существующих, преимущественно зарубежных, технологий, либо фундаментальные теоретические работы, которые не всегда доведены до воплощения.

Полный цикл работ — от формализации задач, разработки соответствующих математических моделей, фундаментальных исследований их свойств до изучения аспектов алгоритмической сложности и инженерной реализации решений задач — встречается в нашей практике довольно редко. Результаты показаны на следующих графиках.

Патенты в ИИ

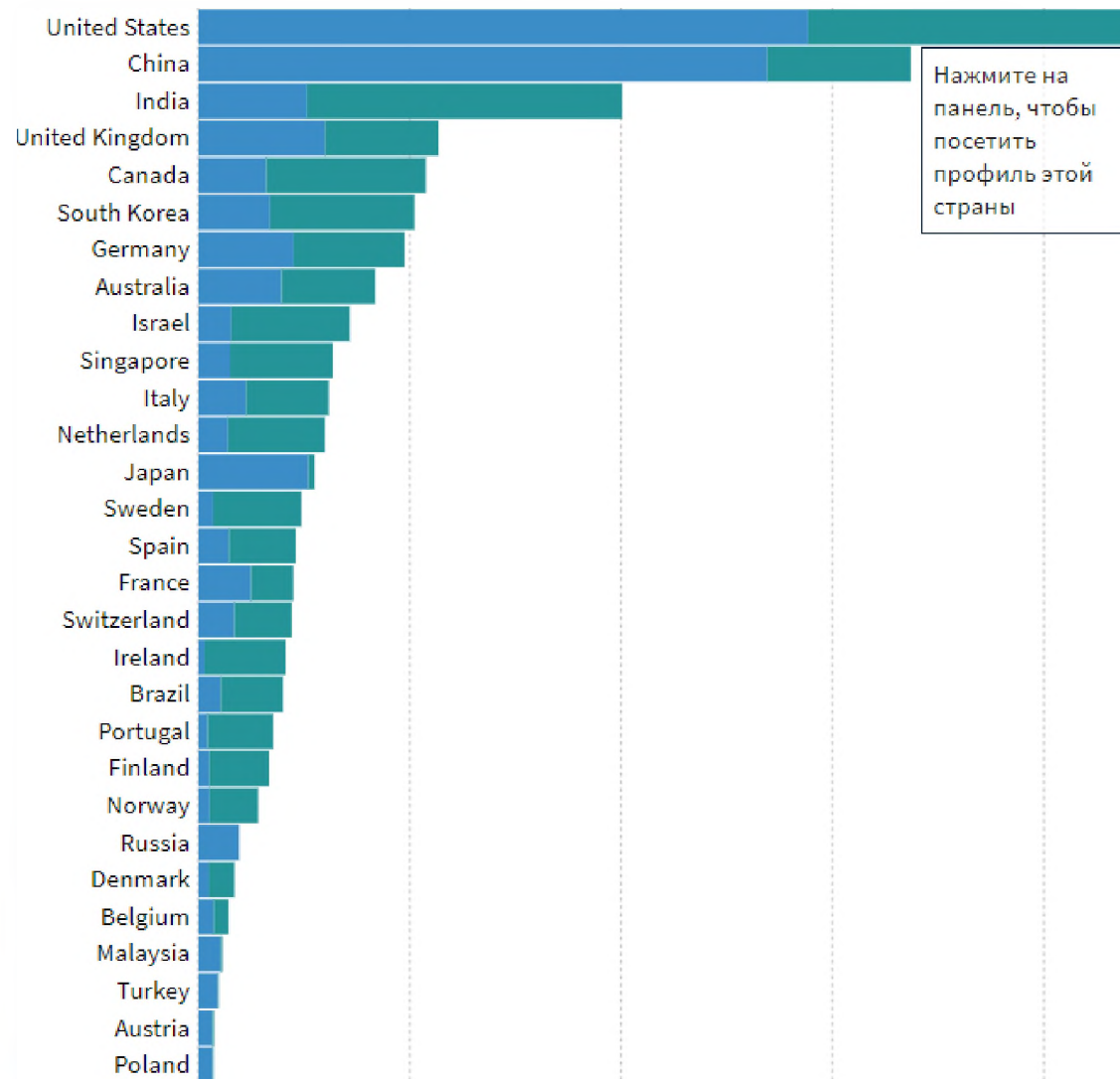


Источник: AI Index 2019

20 стран, где было выдано больше всего патентов
в области искусственного интеллекта (всего штук за 2015–2018 гг.)

Глобальный рейтинг динамичности 2021 г.

Баллы взвешенных индексов в исследованиях и разработках и экономике



КОЛИЧЕСТВО УПОМИНАНИЙ ИИ(AI) В ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

NUMBER of MENTIONS of AI in LEGISLATIVE PROCEEDINGS in SELECT COUNTRIES, 2021

Source: AI Index, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

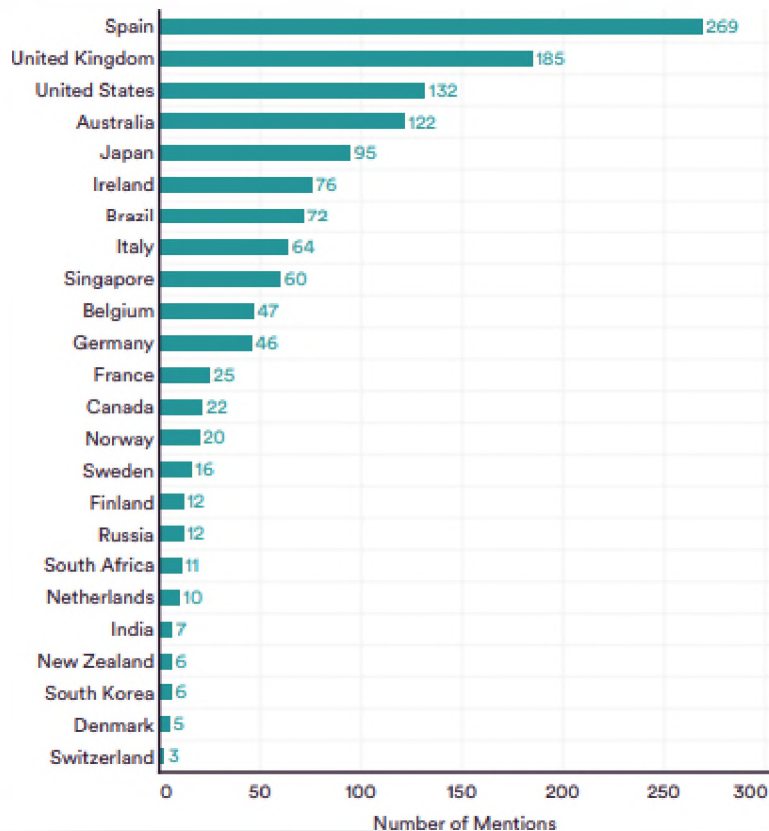


Figure 5.1.10a

NUMBER of MENTIONS of AI in LEGISLATIVE PROCEEDINGS in SELECT COUNTRIES, 2016–2021 (SUM)

Source: AI Index, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

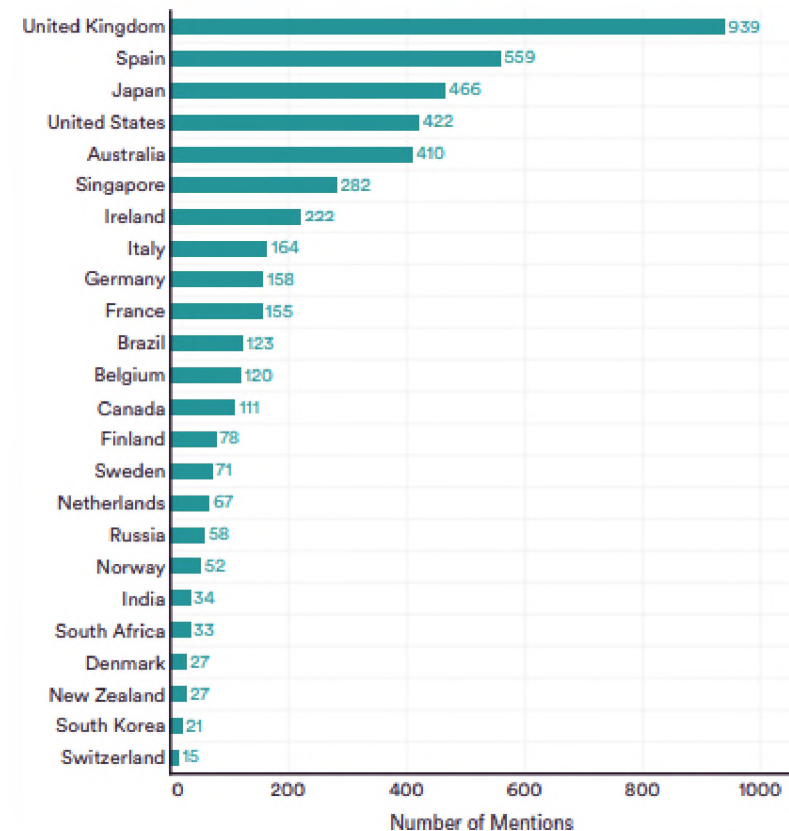
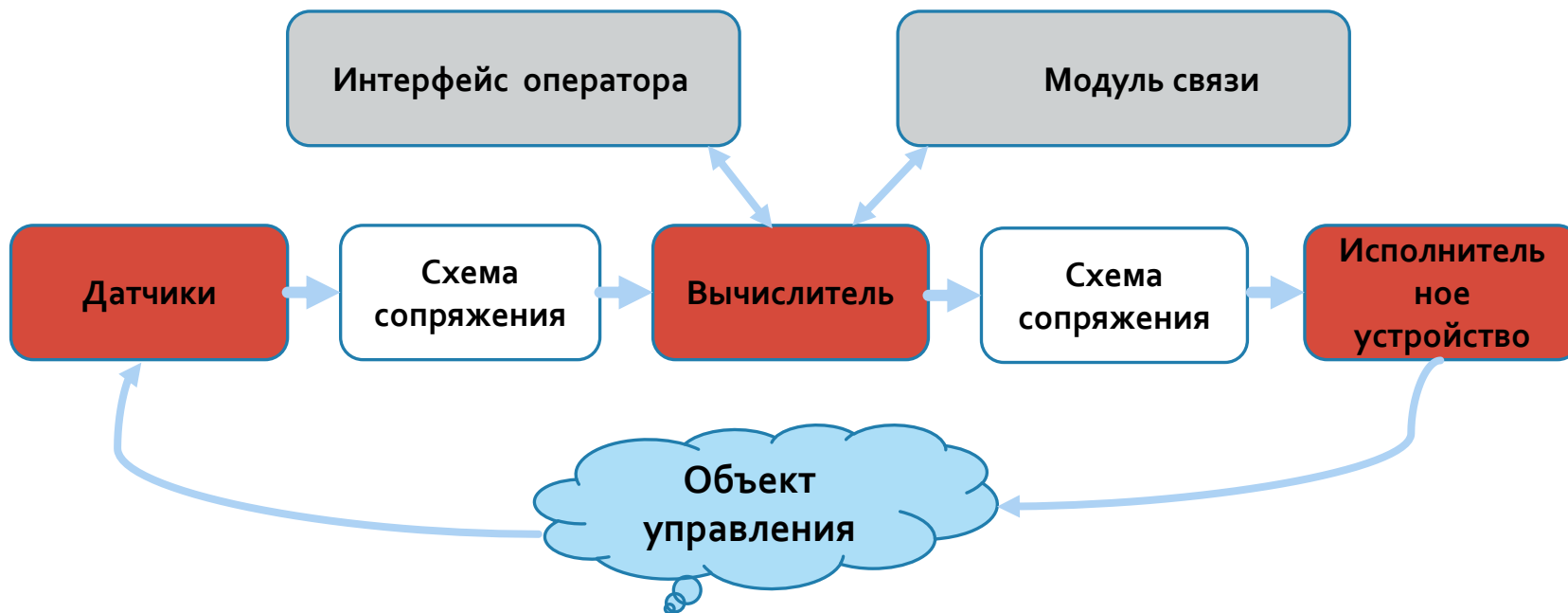


Figure 5.1.10b

Интеллектуальное управление - техническая составляющая ИИ

Функциональная схема взаимодействия объекта управления и ИС



1962-е Информационно-управляющие системы - цифровая система контроля или управления некоторым объектом

1970-е Встроенные вычислительные системы - система аппаратного и программного обеспечения на базе микропроцессора или микроконтроллера, предназначенная для выполнения специальных функций в более крупной механической или электрической системе.

1980-е Сетевые встроенные системы - появились стандартные технологии объединения компьютеров в сеть - Ethernet, Arcnet, Token Ring.

2006 + Киберфизические системы (cyber-physical systems, или cps) - комплексы, состоящие из природных объектов, искусственных подсистем и контроллеров.

2011 + Киберфизические системы на основе сквозных технологий цифровой экономики РФ (4-ая промышленная революция)

Есть объект управления. Обозначен неким облаком.

Для того, чтобы воздействовать на него, нам необходима некая система, которая состоит из датчиков, вычислителя и исполнительных устройств. Для того, чтобы управлять объектом, нам нужны датчики, которые оценивают его текущее состояние, датчики физических величин.

Далее идет вычислитель, который рассчитывают управляющая воздействие и передает его на исполнительное устройство.

Это могут быть тэны для нагрева, это могут быть электромеханические устройства, скажем, двигатели или соленоиды и ряд других устройств.

Чтобы наша система взаимодействовала с внешней средой используются модули проводной или беспроводной связи, также есть интерфейс оператора для того, чтобы он мог наблюдать и корректировать работу системы управления.

В нижней части слайда показан некий прогресс по развитию таких систем.


Началось все с информационно-управляющих систем и в настоящее время (4-я промышленная революция), мы сталкиваемся с киберфизическими системами.

Это значит, что внедрение электроники настолько высоко, что мы уже занимаемся сопряжением с живыми системами и мы знаем, что существует такое направление, как нейроинтерфейсы (исследования в Нижегородском университете).

Нейроинтерфейс (или интерфейс «мозг — компьютер») — это устройство и технология для обмена информацией между мозгом и внешним устройством: компьютером, смартфоном, экзоскелетом или протезом, бытовыми приборами, инвалидной коляской или искусственными органами чувств.

Самый распространенный пример — прибор для электроэнцефалограммы (ЭЭГ), который используют в медицине с 1970-х годов.

ИИ - вычислительные методы и аппаратная реализация

<p>Вычислительные методы</p> <p>Архитектура и реализация</p>	<p>Алгоритмический подход</p> <p>Ада Лавлейс</p> <p>1843 ГОД - возражала относительно способности машин мыслить</p>	<p>Логика - как инструмент анализа, как основа для представления знаний и как язык программирования (С. Мур)</p>	<p>Искусственные нейронные сети</p>	
<p>Механическая вычислительная машина Ч. Беббиджа</p>			<p>Математическая модель нейрона, 1943 г. Область знаний «Искусственный интеллект», 1956 г. Нейронная сеть 1950 г. - перцептрон Розентблатта</p>	<p>Спайковая нейронная сеть, 1997 г. -Maass W. Networks of Spiking Neurons: The Third Generation of Neural Network Models. Neural Networks. 1997. Vol. 10, Issue 9. P. 1659-1671.</p>
<p>Архитектура фон Неймана</p> <ul style="list-style-type: none"> • ламповые ЭВМ • твердотельные ЭВМ • процессоры 				
<p>Нейроморфные архитектуры</p> <ul style="list-style-type: none"> • процессоры на транзисторах • процессоры на мемристорах • другие 				

На слайде показаны направления искусственного интеллекта для того, чтобы заниматься вычислительными задачами.

Уже в 1843 году Ада Лавлейс на машине (используя только описание вычислительной машины) Чарльза Бэббиджа реализовала алгоритмический подход.

Сейчас мы также пользуемся алгоритмическим подходом, поскольку он весьма точный. Аппаратная поддержка заключается в том, что мы используем процессоры, построенные по архитектуре фон Неймана (примерно 1940 г.).

Искусственный интеллект — это правая часть слайда.

Нейроморфные **вычисления** используют архитектуры **нейронных сетей**, которые по аналогии с биологическими нервными клетками мозга — нейронами обмениваются информацией с тысячами других нейронов с помощью синапсов.

Спайковая (импульсная) нейронная сеть — третье поколение искусственных нейронных сетей, которое отличается от бинарных (первое поколение) и частотных/скоростных (второе поколение) ИНС тем, что в нем нейроны обмениваются короткими (у биологических нейронов — около 1—2 мс) импульсами одинаковой амплитуды.

Считается что спайковая сеть более реалистична, с точки зрения физиологии.

Искусственная нейронная сеть

Искусственная нейронная сеть (ИНС) —

математическая модель,

А также её программная или аппаратная реализация

построенная по принципу организации и функционирования

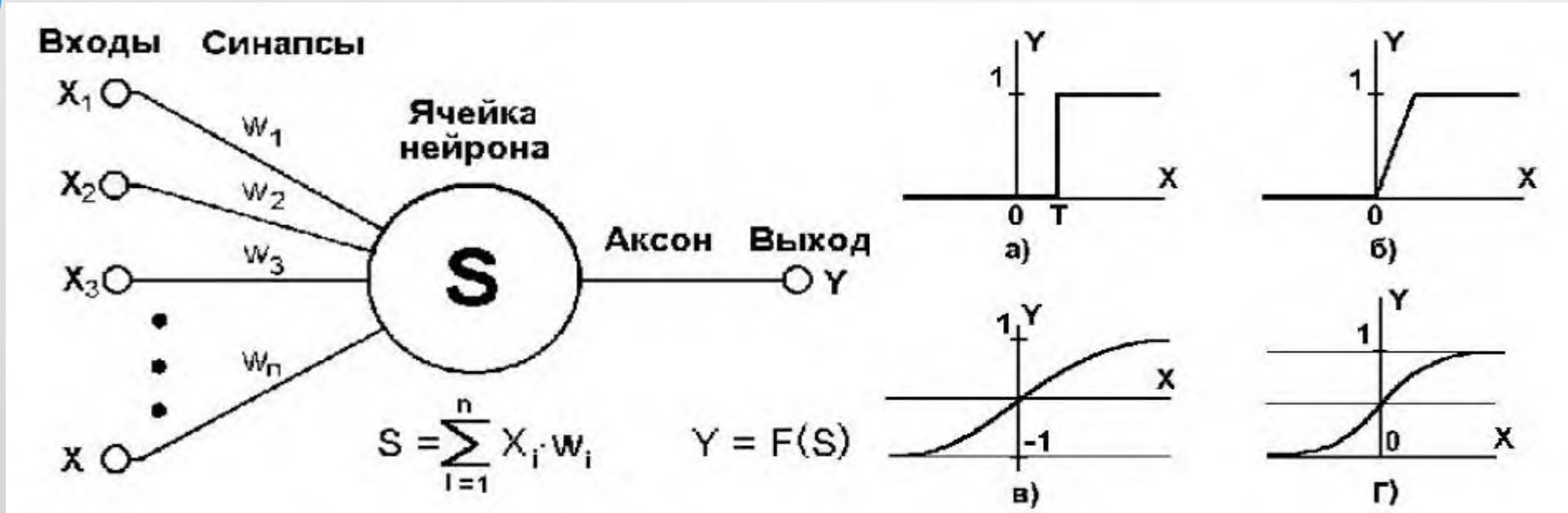
биологических нейронных сетей

(сетей нервных клеток живого организма)

Искусственная нейронная сеть (ИНС) - это может быть просто математическая модель на бумаге, также программная и аппаратная реализация.

Далее рассмотрим классическую глубокую, сверточную сеть

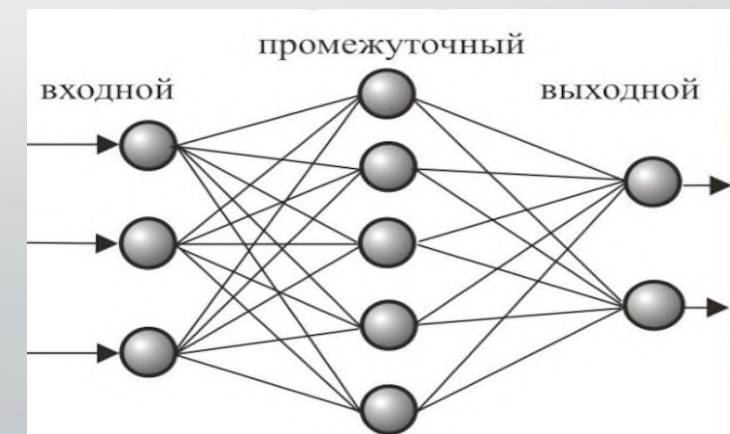
Нейросетевой подход: модель нейрона и сеть



Математическая модель нейрона

Различные виды функции активации

- нейроны
- связи и их веса
(сумма взвешенных входов - активация нейрона)
- функция активации нейрона
- последовательность слоев



Процесс обучения нейронной сети



ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Для того, чтобы нейронная сеть была способна выполнить поставленную задачу, ее необходимо обучить.

Из базы данных выбираем обучающий пример. Он должен быть размечен (Dataset).

Dataset – это обработанная и структурированная информация в табличном виде. Строки такой таблицы называются объектами, а столбцы – признаками. В совокупности это и есть размеченные данные, на основе которых происходит машинное обучение.

Каждый образец подается на входы сети, затем проходит обработку внутри структуры НС, вычисляется выходной сигнал сети, который сравнивается с соответствующим значением целевого вектора, представляющего собой требуемый выход сети. Затем по определенному правилу вычисляется ошибка, и происходит изменение весовых коэффициентов связей внутри сети в зависимости от выбранного алгоритма. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.

Сеть обучена, можно выполнять решения.

1950-е: персептрон Розентблатта

В 50-х годах XX века американский нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт разработал **персептрон** — математическую модель, будто бы моделирующую восприятие информации человеческим мозгом.

Персептрон Розенблатта был реализован (нейронная сеть) на компьютере IBM и был способен распознавать рукописные буквы латинского алфавита, за что заслужил много внимания со стороны бизнеса и государства и породил надежды на будущие разработки.

Однако продвинуться далеко в совершенствовании персептрона не удалось и эра нейронных сетей замерла.

Следует отметить, что это же время (50 годы XX века) начались работы по **переводу** с одного языка на другой текстов с помощью вычислительных машин.

Это очевидная задача, успешно решаемая естественным интеллектом человека.

Однако, до настоящего времени эта задача перевода **не решена** с помощью вычислительных машин.

Направления исследований в области искусственного интеллекта

Исследования в области искусственного интеллекта развиваются более 60 лет по двум основным направлениям: **логическому и нейрокибернетическому.**

Логический подход направлен на создание прикладного (слабого) искусственного интеллекта, т.е. компьютерных программ, предназначенных для решения какой-либо одной «интеллектуальной» задачи или их небольшого множества.

Нейрокибернетический подход направлен на создание универсального (сильного) искусственного интеллекта, т.е. аналога человеческого мозга, способного решать любые «интеллектуальные» задачи.

Основные вехи развития логического подхода

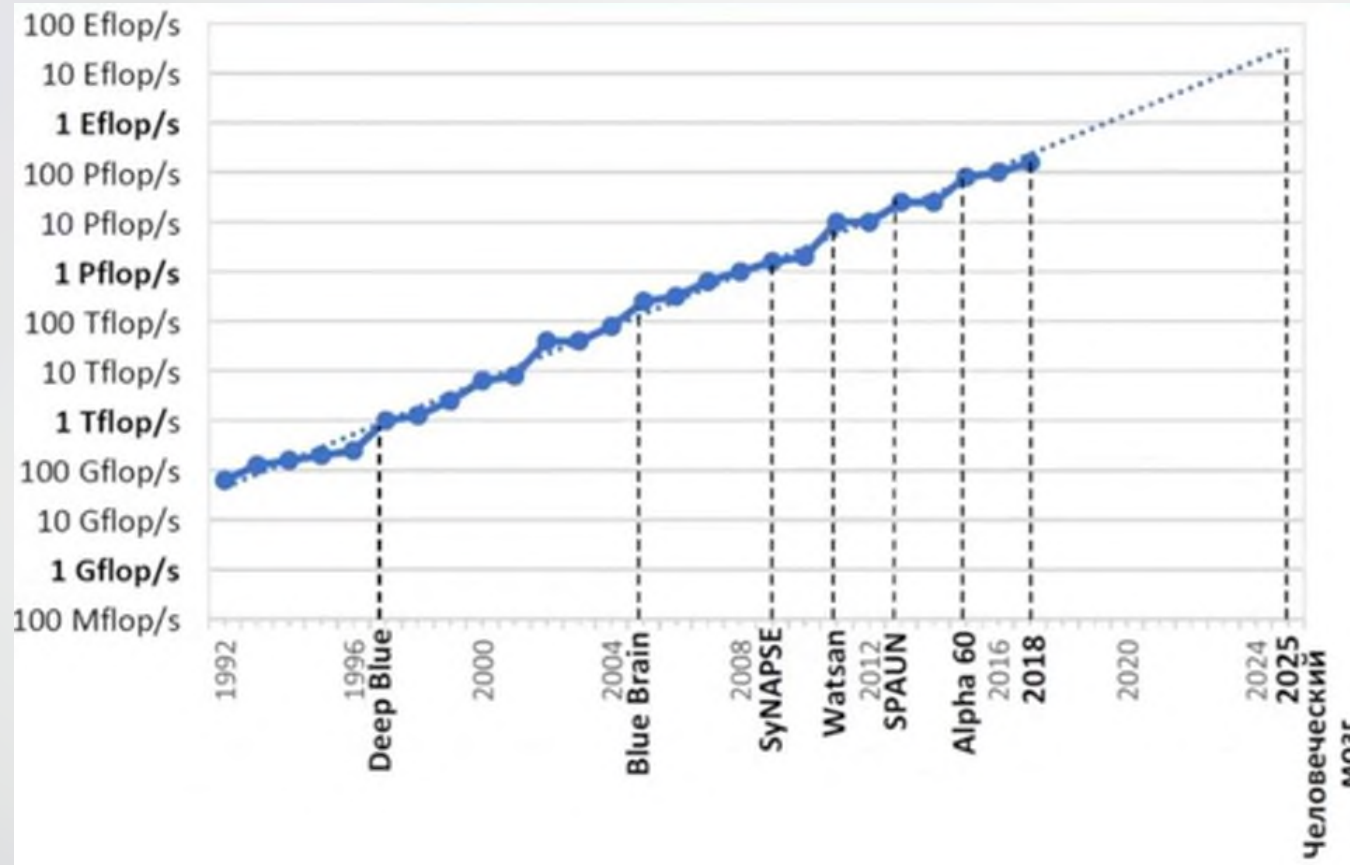
1957 г. - создана первая программа для игры в шахматы. 1960 г. - создан GPS (General Problem Solver) - программа для доказательства теорем, решения головоломок, решения интегралов и 1962 г. - создана программа для игры в шашки, которая обыграла сильнейшего шашкиста США. 1966 г. - создана программа «Элиза» - виртуальный собеседник, имитирующая речевое поведение психотерапевта. 1974 г. - состоялся первый международный шахматный турнир вычислительных машин (победу на котором одержала советская программа «Каисса»). 1997 г. - Deep Blue победила чемпиона мира по шахматам. 2005 г. - состоялись гонки беспилотных автомобилей DARPA Ground Challenge, в рамках которого автомобили прошли маршрут длиной в 211 км без человека-водителя. 2011 г. - Watson победила бессменных чемпионов в интеллектуальной игре «Jeopardy» (аналога «Своей игры» в России). 2016 г. - Alpha Go обыграла чемпиона мира по игре ГО (число позиций 1 игре в 10100 раз больше, чем в шахматах). 2017 г. - Libratus обыграла четырех профессиональных игроков в покер ваяв банк в 1,7 млн. долларов (продолжительность турнира составляла 20 дней и было разыграно 120 тыс. раздач).

Основные вехи развития нейрокибернетического подхода

1956 г. - в МТИ создана первая в мире компьютерная модель нейронной сети. 1958 г. - создан первый в мире нейрокомпьютер «Марк I» на основе однослойной нейронной сети (персептрона). 1985 г. - создан первый коммерческий нейрокомпьютер «Марк III») (TRW, США).

1995 г. - создан нейрокомпьютер Neuro-Turbo (Fujitsu, Япония), моделирующий работу 1000 нейронов. 2006 г. - Проект Blue Brain Project. Моделирование одной колонки (10000 нейронов и 3107 синапсов) новой коры мозга крысы. 2009 г. - Проект SyNAPSE. Моделирование 1 миллиона нейронов и 10 триллионов синапсов, что соответствует примерно мозгу кошки или 4% человеческого мозга. 2012 г. - Проект SPAUN. Моделирование работы 2,5 миллионов нейронов, разделяемых по функциональности в соответствии с отделами головного мозга. 2014 г. - Создание нейрокомпьютерного процессора, включающего 1 млн программируемых нейронов и 256 млн синапсов.

Искусственный интеллект и компьютерные технологии



Моделирование 1 сек. активности 1% мозга на суперкомпьютере Sunway Taihulight (КНР) занимает около 4 минут машинного времени (Sunway Taihulight самый быстродействующий суперкомпьютер в мире на начало 2018 г. * имеет производительность $\sim 10^{17}$ Flops, содержит 10,5 млн процессорных ядер, занимает ≈ 1000 м² площади и потребляет ≈ 16 МВт

Искусственный интеллект и компьютерные технологии

	Суперкомпьютер с производительностью 10^{20} Flops	Человеческий мозг
Занимаемый объем	$4 \cdot 10^6 \text{ м}^3$	$0,0015 \text{ м}^3$
Энергопотребление	15 ГВатт	20 Ватт

Технологический предел микропроцессорной элементной базы:

- частота 10^{11} Гц (сейчас уже 10^{10} Гц);
- топологический размер – 3÷5 нм (сейчас уже 7÷10 нм).

Искусственный интеллект и компьютерные технологии

ЕСТЕСТВЕННЫЙ (ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ) МОЗГ

Число нейронов в мозге человека	$80 \cdot 10^9$
Число синапсов в мозге человека	$150 \cdot 10^{12}$
Число молекулярных переключателей на каждом синапсе	$1 \cdot 10^3$

Общее число молекулярных переключателей
(логических элементов) в мозге человека

$1,5 \cdot 10^{17}$

ИСКУССТВЕННЫЙ («ЖЕЛЕЗНЫЙ») МОЗГ

Энергия, потребляемая одним ЛЭ микропроцессора в час
(при тактовой частоте 5 ГГц)

- $4,8 \cdot 10^{-8}$ Дж

Энергия, затрачиваемая «железным» аналогом человеческого
мозга, в час

$$1,5 \cdot 10^{17} \times 4,8 \cdot 10^{-8} = 7,2 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

Или, учитывая, что 1 МДж = 0,227 кВт · час

1,63 ГВт · час

Квантовые компьютеры - основа сильного искусственного интеллекта?

- 2001 г. – IBM продемонстрировала квантовый компьютер из 7 кубитов**
- 2006 г. – создан 8 кубитный квантовый компьютер**
- 2011 г. – создан 16 кубитный квантовый компьютер**
- 2017 г. – IBM объявила о создании 50 кубитного квантового компьютера**
- 2018 г. – Google объявила о создании 72 кубитного квантового компьютера**
- 2007-2017 гг. – канадская фирма D-Wave создает различные варианты аднабатических (аналоговых) квантовых компьютеров, содержащих от 16 до 2000 кубитов**

Проблемы квантовых компьютеров:

- чрезвычайная подверженность шумам, причем чем больше число кубитов, тем сильнее эта зависимость ;**
- сложности ввода-выводы информации, поскольку любое внешнее воздействие может приводить к разрушению квантового состояния компьютера.**

Проблема доверия к ИИ

Задачи, требующие решения:

- **Разработка объяснительных механизмов функционирования ИИ.**
- **Разработка принципов распределения ответственности за принимаемые решения в социотехнических системах, объединяющих в едином контуре управления ЕИ и ИИ.**
- **Разработка методов формирования и представления знаний в форме онтологий, однозначно понимаемых ЕИ и ИИ.**
- **Разработка мультимодельных интерфейсов общения ЕИ и ИИ (в том числе не имеющих точных сенсорных интерпретаций, например, эмоциональных, интуитивных, нравственных, эстетических и т.п.).**