



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
ГОРОДА МОСКВЫ

**АПР**

АГЕНТСТВО  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ

# ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

2019

## Содержание

Глоссарий .....5

### ВВЕДЕНИЕ .....10

Основные этапы развития технологий искусственного интеллекта .....11

Текущая ситуация в России и мире .....13

Эффект от применения технологий искусственного интеллекта .....14

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....15

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....18

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....20

### ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....22

Основные элементы современных технологий искусственного интеллекта .....24

Направления исследований .....26

Основные цели работ по развитию искусственного интеллекта .....27

Теоретические основы технологий искусственного интеллекта .....28

Экспертная система (интеллектуальные системы) .....29

Машинное обучение .....30

### НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ .....31

Компьютерное зрение .....32

Биометрическая идентификация .....34

Обработка естественного языка, поиск и извлечение информации  
из текстов .....35

Распознавание речи .....36

Синтез речи .....37

Машинное зрение .....38

Машинный перевод .....39

Генерация текстов .....39

Диалоговые системы (чат-боты) .....40

Анализ тональности .....41

Уровень готовности технологий искусственного интеллекта в России .....42

Ключевые технические характеристики технологий искусственного  
интеллекта .....43

Взаимосвязь технологий искусственного интеллекта с другими сквозными  
цифровыми технологиями .....44

Наиболее перспективные направления реализации технологий  
искусственного интеллекта в промышленности .....45

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....46**

Тенденции развития технологий..... 47

Рыночные тенденции ..... 48

## **ГЛАВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....49**

Главные нерешённые вопросы технологий искусственного интеллекта ..... 50

Ограничения применения искусственного интеллекта..... 51

Типичные ошибки при внедрении искусственного интеллекта ..... 52

## **СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....53**

Внедрение технологий искусственного интеллекта в реальные проекты..... 56

Технологии искусственного интеллекта в промышленности..... 57

Примеры реализации технологий искусственного интеллекта  
в промышленности ..... 58

Технологии искусственного интеллекта в социальной сфере..... 62

Технологии искусственного интеллекта в государственном секторе ..... 62

Технологии искусственного интеллекта в финансовом секторе ..... 63

Технологии искусственного интеллекта в электроэнергетике..... 64

Технологии искусственного интеллекта для антифрода.  
Внешние и инсайдерские угрозы ..... 64

Технологии искусственного интеллекта и операционная эффективность..... 65

Технологии искусственного интеллекта на транспорте..... 65

Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта  
на транспорте..... 67

Технологии искусственного интеллекта в логистике ..... 69

Технологии искусственного интеллекта в торговле ..... 70

Технологии искусственного интеллекта в криминалистике ..... 71

Технологии искусственного интеллекта в судебной системе ..... 71

Технологии искусственного интеллекта в медицине/здравоохранении ..... 72

Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта  
в здравоохранении ..... 73

Технологии искусственного интеллекта в ОПК..... 74

Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта  
в оборонно-промышленный комплекс ..... 77

## **КЛЮЧЕВЫЕ КОМПАНИИ В МИРЕ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....78**

Компании мира – обзор..... 79

## КЛЮЧЕВЫЕ КОМПАНИИ В РОССИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....92

Кто в России занимается технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения.....	106
Собственные решения компаний в области искусственного интеллекта.....	108
Российские компании и государственные органы, в которых применяются технологии искусственного интеллекта.....	110

## КЛЮЧЕВЫЕ МИРОВЫЕ УНИВЕРСИТЕТЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....111

## КЛЮЧЕВЫЕ РОССИЙСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ..... 120

## РЫНОК ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....127

Мировой рынок искусственного интеллекта.....	129
Российский рынок искусственного интеллекта.....	132
Размер мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта.....	135

Размер российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта.....	137
Влияние искусственного интеллекта на рынок труда.....	138

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....139

Стратегия России в области технологий искусственного интеллекта.....	140
Стратегия США в области технологий искусственного интеллекта.....	142
Стратегия Европейского союза в области технологий искусственного интеллекта.....	142
Стратегия Германии в области технологий искусственного интеллекта.....	142
Стратегия Великобритании в области технологий искусственного интеллекта.....	143
Стратегия Франции в области технологий искусственного интеллекта.....	143
Стратегия Китая в области технологий искусственного интеллекта.....	144
Стратегия Южной Кореи в области технологий искусственного интеллекта.....	144

## ПРИЛОЖЕНИЕ №1 .....145

Теоретические основы технологий искусственного интеллекта.....	146
Список использованных источников.....	154



## Глоссарий

1. Алфавит - некоторое множество элементов-символов.
2. Апостериорная вероятность - условная вероятность случайного события в случае наличия опытных данных.
3. Аппаратное обеспечение – система взаимосвязанных технических устройств, предназначенных для ввода (вывода), обработки и хранения данных.
4. Априорная вероятность – это вероятность, присвоенная событию при отсутствии знания, поддерживающего его наступление.
5. Архитектура вычислительной системы – конфигурация, состав и принципы взаимодействия (включая обмен данными) элементов вычислительной системы.
6. Байесовский классификатор – широкий класс алгоритмов классификации, основанный на принципе максимума апостериорной вероятности.
7. Большие данные (Big Data) – данные, собранные автоматическим способом, слишком большие для сбора и обработки вручную, позволяющие находить новые закономерности и знания, которые невозможно получить из локальных фрагментов данных.
8. Бытовой искусственный интеллект – специализированные программы искусственного интеллекта, внедрённые в бытовые устройства и процессы. Например, алгоритм T9 или выделение лиц на фото в смартфонах и камерах.
9. Вычислительная система – предназначенные для решения задач и обработки данных (в том числе вычислений) программно-аппаратный комплекс или несколько взаимосвязанных комплексов, образующих единую инфраструктуру.
10. Глубокие нейронные сети (Deep Neural Networks) – многослойная нейронная сеть, в которой «усвоенные» данные пропускаются через несколько слоёв «нейронов»; на каждом слое результат предыдущего слоя используется в качестве входной информации.
11. Дистрибутивная гипотеза – лингвистические единицы, встречающиеся в схожих контекстах, имеют близкие значения.
12. Интеллектуальные агенты, программные агенты (Intellectual Agents) – программы, самостоятельно выполняющие задания, указанные пользователем или другими программами, в течение длительных промежутков времени, используются для помощи оператору или сбора информации.
13. Коммодитизация – это период развития какой-либо технологии, когда создаваемые с их помощью товары или услуги становятся предметом массового спроса.
14. Комплекс технологических решений включает в себя:
  - 14.1 Информационно-коммуникационную структуру.
  - 14.2 Программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения).
  - 14.3 Процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений.
15. Марковская модель (скрытая марковская модель (СММ)) – статистическая модель, имитирующая

- работу процесса, похожего на марковский процесс с неизвестными параметрами, задачей которой является определение неизвестных параметров на основе наблюдаемых данных.
16. Марковский процесс – случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения временного параметра  $t$  не зависит от эволюции, предшествовавшей  $t$ , при фиксированных параметрах процесса.
  17. Машинное обучение (Machine Learning) – технологии автоматического обучения алгоритмов искусственного интеллекта распознаванию и классификации на тестовых выборках объектов для повышения качества распознавания, обработки и анализа данных, прогнозирования.
  18. Набор данных – совокупность данных, прошедших предварительную подготовку и обработку. Такой набор данных должен соответствовать требованиям законодательства РФ об информации, информационных технологиях и о защите информации..
  19. Наивный байесовский классификатор – простой вероятностный классификатор, основанный на применении теоремы Байеса со строгими (наивными) предположениями о независимости.
  20. Независимость событий – в теории вероятностей два случайных события называются независимыми, если наступление одного из них не изменяет вероятность наступления другого.
  21. Нейронная сеть (Artificial Neural Network – тематическая модель (а также её программное или аппаратное воплощение), состоящая из слоёв "нейронов", передающих друг другу данные, и построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей.
  22. Нейронные сети прямого распространения (Feed-Forward Networks) – нейронная сеть с многими слоями, где данные распространяются только вперёд.
  23. Обучающая выборка (Dataset, Training Set) – набор прецедентов (объектов, случаев, событий, испытуемых, текстов, фотографий, образцов, и т.п.), выбранных для обучения алгоритма из множества всех возможных прецедентов, называемого генеральной совокупностью.
  24. Общедоступная платформа – информационная система для сбора, обработки, хранения и опубликования наборов данных, доступная для любого пользователя в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
  25. Открытая библиотека искусственного интеллекта – набор алгоритмов, предназначенных для разработки технологических решений на основе искусственного интеллекта, описанных с использованием языков программирования и размещённых в сети «Интернет».
  26. Открытые данные – архивы, библиотеки данных, обычно хранящиеся на облачных хранилищах и доступные для скачивания в любой точке мира любому пользователю.
  27. Персонализация – настройка программных средств, сайтов, магазинов, рекламы и продуктов под конкретных пользователей или потребителей, на основе анализа данных об их индивидуальном поведении и интересах.
  28. Перспективные методы искусственного интеллекта – методы, направленные на создание принципиально новой научно-технической продукции, в том числе в целях разработки универсального (сильного) искусственного интеллекта (автономное решение различных задач, автоматический дизайн физических объектов, автоматическое машинное обучение, алгоритмы решения задач на основе данных с частичной разметкой и (или) незначительных объёмов данных, обработка информации на основе новых типов вычислительных систем, интерпретируемая обработка данных и иные методы).
  29. Предложение (в алфавите) – произвольная (конечная) цепочка символов этого алфавита.
  30. Представление знаний/Онтология (Ontologies/Knowledge Management – представление информации о мире в форме иерархии понятий такой, чтобы система искусственного интеллекта могла использовать её для решения сложных задач.
  31. Прогностические системы – системы, улавливающие взаимосвязи между переменными в наборах данных за прошлые периоды и их итогами.
  32. Разметка (Mark-up) – обработка обучающей выборки для присвоения объектам в ней свойств, распознаванию которых обучается алгоритм.
  33. Разметка данных – этап обработки структурированных и неструктурированных данных, в процессе которого данным (в том числе текстовым документам, фото- и видеоизображениям) присваиваются идентификаторы, отражающие тип данных (классификация данных), и (или) осуществляется интерпретация данных для решения конкретной задачи, в том числе с использованием методов машинного обучения.
  34. Рекомендательные системы (Recommender System, Collaborative Filtering) – системы, выдающие рекомендации на основе неявных закономерностей, обнаруживаемых алгоритмами искусственного интеллекта с помощью анализа больших данных.
  35. Рекуррентные нейронные сети – (recurrent neural network, RNN) – вид нейронных сетей, в которых связи между элементами образуют направленную последовательность, благодаря чему появляется возможность обрабатывать серии событий во времени или последовательные пространственные цепочки.
  36. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Networks) – глубокие нейронные сети, где данные могут распространяться между слоями вперёд и назад.

37. Свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks) – многослойные нейронные сети с чередованием специальных свёрточных (суммирующих) и обычных слоёв, наиболее эффективные для распознавания изображений.
38. Сильный/человекоподобный искусственный интеллект (Strong AI, Super-AI) – интеллектуальный алгоритм, способный решать широкий спектр интеллектуальных задач как минимум наравне с человеческим разумом.
39. Слабый/специальный искусственный интеллект (Narrow AI, Weak AI) – интеллектуальный алгоритм, имитирующий человеческий разум в решении конкретных узкоспециализированных задач.
40. Смежные области использования искусственного интеллекта – технологии и технологические решения, в которых искусственный интеллект используется в качестве обязательного, включая робототехнику и управление беспилотным транспортом.
41. Теория функциональных систем Анохина – функциональная система состоит из определённого количества узловых механизмов, каждый из которых занимает своё место и имеет определённое специфическое назначение. Первый из них – афферентный синтез, в котором выделяют четыре обязательных компонента: доминирующую мотивацию, ситуационную и пусковую афферентацию, а также память. Взаимодействие этих компонентов приводит к процессу принятия решения.
42. Тест Тьюринга, критерий Тьюринга – общий неформальный критерий того, создан ли «сильный искусственный интеллект».
43. 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.
44. Технологическое решение – технология, программа для электронно-вычислительных машин (программа для ЭВМ), база данных или их совокупность, а также сведения о наиболее эффективных способах их использования.
45. Экспертные системы – система, использующие отраслевые знания (из медицины, химии, права) в сочетании с наборами правил, описывающими, как применять знания.
46. Эргатические системы – это системы типа «человек-машина», содержащие качественно различные компоненты – человека и технические средства – машины и механизмы, промышленные изделия.
47. Эффект Балдвина – суть этого эффекта в том, что навыки, приобретаемые организмами в течение жизни в результате обучения, через некоторое число поколений оказываются записанными в геном.
48. Язык (над данным алфавитом) – произвольное (возможно, бесконечное) множество предложений в этом алфавите.
49. Языковая модель – это распределение вероятностей следующего слова в предложении, если задано его начало.
50. ASR (Automatic (Automated) Speech Recognition) – автоматическое распознавание речи.
51. Audio command – речевая (голосовая) команда; команда речевого интерфейса пользователя.
52. Audio user interface (AUI) – речевой интерфейс пользователя.
53. Audio-to-text (также audio to text) – преобразование аудиозаписи речи в текст.
54. AVR (Automatic Voice Recognition) – автоматическое распознавание речи.
55. Closed vocabulary – закрытый словарь. В системах распознавания речи – словарь с ограниченным количеством слов, на который настроена система распознавания и который не может пополняться пользователем.
56. Deep learning (также deep structured learning, hierarchical learning) – глубокое (глубинное) структурированное или иерархическое машинное обучение, набор алгоритмов и методов машинного обучения (machine learning) на основе различных видов представления данных. Обучение может быть контролируемым, полуконтролируемым (semi-supervised) или неконтролируемым. Использование в глубоком обучении рекуррентных нейронных сетей (recurrent neural networks), позволяет эффективно решать задачи в областях компьютерного зрения, распознавания речи, обработки текстов на естественном языке, машинного перевода, биоинформатики и др.
57. Deep neural network (DNN) – глубокая нейронная сеть, глубинная нейронная сеть, ГНС, многослойная сеть, содержащая между входным и выходным слоями несколько (много) скрытых слоёв нейронов, что позволяет моделировать сложные нелинейные отношения. ГНС сейчас всё чаще используются для решения таких задач искусственного интеллекта, как распознавание речи, обработка текстов на естественном языке, компьютерное зрение и т.п., в том числе в робототехнике.
58. Dictation – речевой (голосовой) ввод текста.
59. Dictation system – система речевого ввода текста.
60. Homophone – омофон. Буква или комбинация букв, представляющих один и тот же звук речи, слова, одинаковые по звучанию, но имеющие разный смысл и/или написание.
61. Homophone error – омофоническая ошибка, возникающая при компьютерном распознавании близких по звучанию, но различных по смыслу произносимых слов.

62. IPA (International Phonetic Alphabet) – международный фонетический алфавит (МФА), специальный набор символов для фонетической транскрипции (phonetic transcription) слов.
63. Limited-vocabulary recognition – распознавание речи в системе с ограниченным словарём; распознавание речевых команд для конкретной предметной области с использованием хранящегося в памяти системы словаря звуков (фонем).
64. LVCSR (Large vocabulary continuous speech recognition) – распознавание слитной речи на большом словаре.
65. MRCP (Media Resource Control Protocol) – протокол управления медиаресурсами. Используется в голосовых порталах (voice portal) для взаимодействия с системами автоматического распознавания речи (ASR, speech recognition) и преобразования текста в речь (TTS).
66. Multimodal application – приложения с комбинированным вводом-выводом данных. Многомодальные приложения объединяют распознавание речи с другими формами ввода-вывода.
67. Natural language – естественный язык, например, русский или английский, используемый при повседневном общении людей.
68. Natural language processing (NLP) – обработка естественного языка, обработка текстов на естественном языке; одно из направлений вычислительной лингвистики.
69. NLP application – приложение для обработки естественного языка.
70. NLP technology (Natural-language processing Technology) – технологии обработки естественного языка.
71. Open vocabulary – открытый словарь, который может пополняться пользователем.
72. Phonetic alphabet – фонетический алфавит для синтеза речи.
73. Phonetic searching (также phonetic search) – фонетический поиск; функция некоторых поисковых систем, реализующих фонетические алгоритмы, которые сопоставляют двум словам со схожим произношением одинаковые коды, что позволяет осуществлять сравнение и индексацию множества таких слов на основе их фонетического сходства.
74. Phonetics – фонетика.
75. Phonology – фонология (от греч. Phone – звуки, logos – слово, учение), раздел языкознания, наука о звуковом строе языка.
76. PLS (Pronunciation Lexicon Specification) – спецификация лексикона (словаря) транскрипций; определяет транскрипции (произношения) слов для применения в программах распознавания речи и синтеза речи.
77. Recognition accuracy – точность (правильность, достоверность) распознавания.
78. Silent Speech Interface (SSI) – безмолвный речевой интерфейс, распознавание безмолвной речи; позволяет распознавать речь с помощью компьютерной обработки артикуляции мышц лица.
79. SISR (Speech Interpretation for Speech Recognition) – интерпретация речи для её распознавания.
80. Speaker – говорящий, диктор, чтец, оператор (в системе распознавания речи).
81. Speaker identification – идентификация говорящего, распознавание диктора.
82. Speaker verification – установление (подлинности) личности говорящего, верификация говорящего (диктора).
83. Speaker-adaptive – адаптация к диктору, с настройкой (настраиваемый) на речь говорящего; способность систем распознавания речи настраиваться в результате обучения на речь диктора.
84. Speaker-dependent (также speaker dependent recognition) – зависимый от диктора, зависимое от диктора распознавание; система распознавания речи, требующая предварительного обучения или настройки на речь говорящего.
85. Speaker-independent – независимый от диктора; система распознавания речи, не требующая предварительного обучения, т.е. настройки на речь говорящего.
86. Speech analyser – анализатор речи; анализатор речевых сигналов.
87. Speech analysis – анализ речевых сигналов.
88. Speech API (SAPI) – интерфейс прикладного программного обеспечения для голосовых (речевых) технологий.
89. Speech bandwidth – речевая полоса частот; диапазон речевых частот, которые могут быть переданы или зарегистрированы данной системой.
90. Speech coding – кодирование речевого сигнала.
91. Speech command – голосовая (речевая) команда.
92. Speech compression – сжатие речи.
93. Speech data – речевые данные; акустическая информация, выраженная в текстовой форме, в виде строк слов.
94. Speech digitization (также speech digitizing) – оцифровка речи, преобразование речи из аналоговой формы в цифровую.
95. Speech generation – генерация речи.
96. Speech input – речевой ввод.
97. Speech output – речевой вывод.
98. Speech perception – восприятие речи.

99. Speech processing – обработка речи (речевых сигналов), обработка речевых данных.
100. Speech recognition (SR) – распознавание речи.
101. Speech recognition system – система распознавания речи.
102. Speech recognizer – распознаватель речи, программа распознавания речи.
103. Speech technology – речевые технологии; совокупность технологий, связанных с синтезом и распознаванием речи.
104. Speech understanding – понимание речи.
105. Speech-to-text (STT) – преобразование речи в текст; технология распознавания речи, позволяющая преобразовывать произнесённые слова в текст.
106. Spoken word – произносимое (произнесённое) слово.
107. SRAPI (Speech Recognition API) – API для распознавания речи.
108. SRGS (Speech Recognition Grammar Specification) – спецификация грамматики систем распознавания речи.
109. SSML – язык разметки для синтеза речи.
110. Text to speech (также text-to-speech, TTS) – преобразование текста в речь, синтез речи.
111. Transcription – 1. Транскрипция. 2. Сама запись (правильного) произношения слова.
112. Verbal command – речевая команда.
113. Vocabulary – 1. Словарь. 2. Словарный состав. 3. Терминология. 4. В системах распознавания речи – словарь звуков (фонем), с помощью которого компьютер распознаёт слова. 5. В системах анализа и распознавания текстов, обработки естественного языка, машинного обучения, искусственного интеллекта и др. – объект, представляющий совокупность слов модели, содержит все уникальные для модели слова.
114. Voice assistant – голосовой помощник.
115. Voice command-and-control – речевое (голосовое) управление.
116. Voice device – голосовое устройство.
117. Voice digitization – оцифровка речи; преобразование речи в цифровую форму для хранения или передачи.
118. Voice input – речевой ввод, ввод данных голосом технология и средства для ввода в компьютер и распознавания речевых команд и данных.
119. Voice interaction – речевое взаимодействие с компьютером.
120. Voice interface – речевой интерфейс пользователя.
121. Voice morphing – речевой морфинг; изменение (преобразование) звучания голоса одного человека таким образом, чтобы он был похож на голос другого человека.
122. Voice output – речевой вывод.
123. Voice portal – голосовой (речевой) портал; система нового поколения, где взаимодействие с клиентом осуществляется с помощью голосового браузера.
124. Voice processing – обработка речевых (голосовых) сообщений; совокупность технологий, включающих голосовую почту, цифровые автоответчики, справочные киоски и т.п.
125. Voice prompt – речевая подсказка в системах с речевым интерфейсом.
126. Voice recognition – 1. Распознавание речи. 2. Распознавание (идентификация) голоса.
127. Voice recognition engine (также voice-recognition engine) – система (механизм) распознавания голоса (речи); аппаратно-программная или программная система, способная распознавать речевые команды (для управления оборудованием) и сообщения (например, для их сохранения и передачи в текстовом виде), опознавать пользователя по голосу.
128. Voice recognizer device – 1. Устройство распознавания голоса. 2. Устройство распознавания речи.
129. Voice synthesis – синтез речи компьютером по текстовому файлу или фонетическому описанию.
130. Voice texture – характер (характерные особенности) голоса, речи.
131. Voice translation device – устройство-переводчик; автоматический (синхронный) переводчик устного языка.
132. Voice-driven – управляемый голосом; с речевым интерфейсом.
133. Voice-first device (также voice first device) – голосовой помощник, речевой помощник; к этой категории приложений и гаджетов относятся разнообразные интеллектуальные устройства с голосовым/речевым интерфейсом ввода и вывода данных.
134. Voice-first platform (также voice platform) – голосовая/речевая платформа.
135. Voice-recognition system – 1. Система распознавания голоса. 2. Система распознавания речи.
136. Voice-recognition technology – технология распознавания речи (голоса).
137. VRS (Voice Recognition System (Software)) – система (ПО) распознавания речи.



# ВВЕДЕНИЕ

# Основные этапы развития технологий искусственного интеллекта

## ЛАБИРИНТНАЯ ГИПОТЕЗА

Первые исследователи в области искусственного интеллекта опирались на научные направления, изучающие интеллект природный или естественный. В первой половине XX века при исследовании психологами поведения животных было обнаружено, что поиск играет очень большую роль при реакции на ситуацию, для которой нет готового решения. Для низших животных этот поиск происходит во внешнем пространстве, а у высших животных такой поиск переходит из перепроизводства движения в сложный внутренний процесс поиска в ментальном пространстве или «лабиринте» состояний, достижимых путём выполнения доступных действий. Эти исследования позволили сформулировать лабиринтную гипотезу мышления.

«Лабиринтная» гипотеза мышления получила развитие в области исследований искусственного интеллекта, первоначальный предмет исследования которых составляли интеллектуальные игры и доказательство теорем, т.к. поиск играл в них ключевую роль. Ранними исследователями искусственного интеллекта полагалось, что интеллект состоит в решении проблем, а процесс решения представляет собой поиск пути от исходных данных к ответу в пространстве возможных решений. Такой подход имеет существенное ограничение: для них формализованное описание задачи должно составляться человеком. Отсюда возникает проблема формирования самого «лабиринта», для решения которой необходимо, чтобы система могла применять знания о предметной области; помимо указанной проблемы не удалось создать универсальный алгоритм, который бы эффективно решал произвольную задачу поиска в произвольном «лабиринте».

Проблема представления знаний стала одной из главных с середины 1970-х годов. Этому во многом

способствовала развивающееся параллельно направление компьютерной лингвистики. Системы, основанные на знаниях, нашли широкое применение в виде экспертных систем, с которыми одно время отождествлялся искусственный интеллект. Экспертные системы оказались способны строить формальные описания задач, сформулированных на ограниченном естественном языке для одной узкой предметной области, знания о которой были в них заложены. Следуя такому представлению, была переосмыслена суть мышления – поиск решения проблемы в системах, основанных на знаниях, теперь являлся проблемой манипулирования знаниями [43].

## МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

По мере развития данного направления была выявлена проблема автоматического приобретения знаний, которая была сформулирована как проблема машинного обучения. Важность обучения понималась многими учёными в области искусственного интеллекта, но после исследований в области представления знаний стало ясно, насколько большой объём информации получает человек в процессе обучения, и насколько трудоёмко закладывать эти знания в машинные системы вручную. Машинное обучение стало центральным направлением исследований в области искусственного интеллекта, выделившись в самостоятельное направление в 1980-е годы. Учёные перестали рассматривать интеллект как некий готовый продукт, который можно воспроизвести, или как фиксированную способность к решению задач и манипулированию знаниями.

В задачах поиска была сформулирована проблема автоматического построения эвристик поиска – оптимизации поиска, т.к. методы машинного обучения применяются к неопределённым и противоречивым

наблюдаемым данным, из-за чего приобретённые знания не обладают полной достоверностью. Следствием этого является проблема представления нечётких знаний в условиях неопределённости.

## МЕТАОБУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ещё одна группа проблем связана с применением методов обучения к самой проблеме обучения, т.е. с метаобучением. При решении задач приобретения знаний их представления предполагаются заданными априори, и нужно лишь построить систему знаний в рамках этих представлений. Тогда как в задачах метаобучения ставится вопрос об автоматическом построении самих представлений знаний, детали которых могут сильно меняться в зависимости от предметной области. Решение данной проблемы необходимо для снятия существенного ограничения машинных систем – способности функционировать только в узкой предметной области.

## ВОПЛОЩЁННЫЕ СИСТЕМЫ

В дальнейшем развитие технологий искусственного интеллекта было связано с универсализацией машинных систем вследствие получения ими более широкого доступа к информации в рамках исследования воплощённых систем, т.е. систем, помещённых в конкретное информационное, физическое или социальное окружение. В воплощённых системах подразумевается, что поступающая информация должна служить основой обучения, в результате которого формируется система знаний с целью их применения для решения поставленных задач.

## СИЛЬНЫЙ И СЛАБЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Технологические решения, разработанные с использованием методов машинного обучения, являются примером искусственного интеллекта, способного решать только узкоспециализированные задачи – это т.н. слабый искусственный интеллект (Narrow AI, Weak AI).

Создание сильного или универсального (Strong AI, Super AI), т.е. искусственного интеллекта, способного, подобно человеку, решать различные задачи, мыслить, взаимодействовать и адаптироваться к изменяющимся условиям, является сложной научно-технической проблемой, решение которой находится на пересечении различных сфер научного знания – естественно-научной, технической и социально-гуманитарной.

Решение этой проблемы может привести не только к позитивным изменениям в ключевых сферах жизнедеятельности, но и к негативным последствиям, вызванным социальными и технологическими изменениями, которые сопутствуют развитию технологий искусственного интеллекта [43].

## СМЕНА ПАРАДИГМ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исследования в области искусственного интеллекта начались с парадигмы «мышление как поиск» и с разработки методов решения формально поставленных задач. Дальнейшая смена парадигм была связана с увеличением универсальности машинных систем, благодаря уменьшению объема информации, подготавливаемой для них человеком [42]:

- На первом этапе развития искусственного интеллекта описание каждой задачи формировалось человеком.
- На втором этапе человек задавал описание некоторой узкой предметной области, включающей целый комплекс задач.
- На третьем этапе машинная система получает возможность частично строить описание предметной области самостоятельно в рамках заданного человеком представления.

На рисунке 1 представлена схема, условно изображающая структуру базового уровня области искусственного интеллекта, той её части, которая к настоящему времени является устоявшейся.

Последующее развитие искусственного интеллекта связано с дальнейшей универсализацией машинных систем и получением ими более широкого доступа к информации в рамках направления, исследующего воплощенные системы, т.е. системы, помещенные в конкретное информационное, физическое или социальное окружение. Современное состояние в области исследований

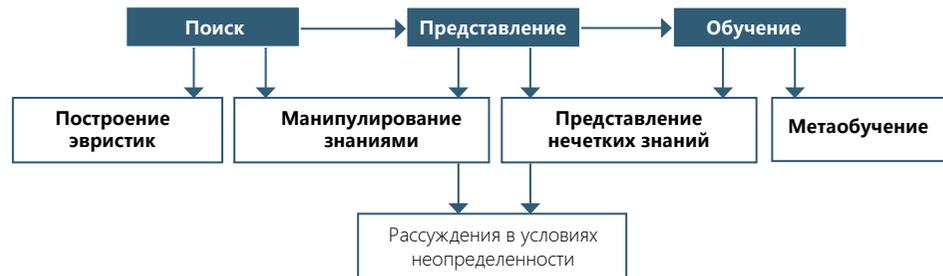


Рисунок 1 – Структура базового уровня области искусственного интеллекта

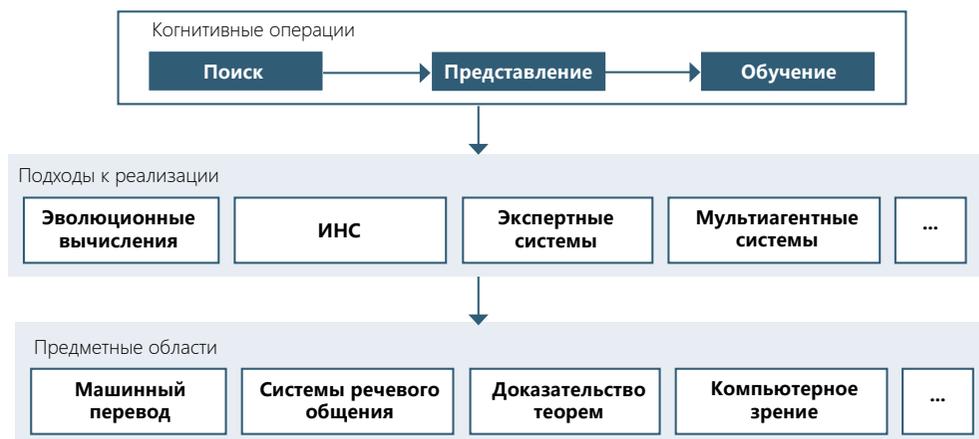


Рисунок 2 – Объединение направлений исследований искусственного интеллекта и области их применения.

искусственного интеллекта можно охарактеризовать как этап синтеза, на котором происходит объединение методов, полученных ранее в рамках изолированных направлений исследований.

На рисунке 2 представлено объединение направлений исследований искусственного интеллекта и области их применения.

## Текущая ситуация в России и мире

Современное состояние технологий искусственного интеллекта характеризуется объединением методов и подходов, разработанных в рамках не связанных между собою исследований.

При разработке технологий искусственного интеллекта используют достижения науки в генной инженерии, биотехнологиях, ядерном синтезе, квантовой физике, нанотехнологиях, робототехнике, микроэлектронике, освоении космического пространства, создании беспилотного транспорта и телекоммуникационных сетей нового поколения. Прорыв в данных областях стал возможен за счёт развития современных информационных технологий и разработки новых вычислительных средств. Дальнейшее развитие информационных технологий и экономики будет определяться способностью создать и внедрить в практику технологию, объединяющую академические знания и практический опыт наблюдений и деятельности людей, а также методы и средства их применения. По согласованным оценкам различных экспертов такой технологией должен стать «искусственный интеллект».

В научных кругах существует мнение, что перевод термина «искусственный интеллект» с английского языка на русский (artificial intelligence) не совсем корректен, так как слово «intelligence» несёт множество смыслов, в том числе «ум», «сообразительность» и даже «разведка». В этой связи, в России термин «искусственный интеллект», зачастую, понимается как технология, способная заменить человека в задачах, связанных с принятием решений в условиях неопределённости или отсутствия необходимой информации, и рассматривается более широко.

На мировом рынке искусственного интеллекта выделяются два лидера – США и Китай [15]. Данные страны сумели создать передовые центры компетенций в данной области. Однако, если в США соответствующие научные исследования и разработки ведутся с середины

60-х годов, то в Китае сделан прорыв в этом направлении за последние 10 лет.

Мировые лидеры в разработке решений и внедрения в практику технологий искусственного интеллекта, такие как Google, Amazon, Facebook, Apple, Netflix, Baidu, Tencent, Alibaba, Tesla, Yandex уже доказали эффективность долгосрочных инвестиций в область искусственного интеллекта, опередив по капитализации многих лидеров традиционных областей деятельности.

**Как отмечают международные эксперты, в России сегодня существуют хорошие возможности по развитию технологий искусственного интеллекта, благодаря:**

1. Созданию условий для развития искусственного интеллекта, провозглашенных после подписания 10 октября 2019 года Президентом Российской Федерации В.В. Путиным Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.
2. Наличие подготовленного научного сообщества, способного решать проблемы, возникающие при создании и внедрении систем искусственного интеллекта.
3. Достаточно высокой компьютерной грамотности молодого поколения пользователей, способных к обучению новым технологиям.

**В рамках Программы создания и развития Центра Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект» выделено семь ключевых направлений, которые определяют содержание технологии «Искусственный интеллект»:**

1. Разговорный искусственный интеллект.
2. Распознавание текстов и речи, лингвистический анализ.
3. Экспертные, рекомендательные, информационно-аналитические системы, автоматизация проектирования и управления.
4. Специализированные процессоры и вычислительные системы для искусственного интеллекта, дизайн-центр по проектированию специализированных микросхем, микропроцессоров, микроконтроллеров, чипсетов и приборов для устройств и систем с искусственным интеллектом.
5. Техническое зрение, обнаружение, распознавание, дешифрация, классификация изображений.
6. Информационно-управляющие системы, робототехника, умные машины.
7. «Умные» сети и системы в энергетике, связи, городском хозяйстве и в других отраслях, «умный дом», «умный город».

**На сегодняшний день в отечественной промышленности нашли наибольшее применение:**

- экспертные системы;
- рекомендательные системы;
- информационно-управляющие системы;
- информационно-аналитические системы;
- робототехника;
- системы технического зрения.

Наибольшее внедрение технологий искусственного интеллекта происходит в корпоративном секторе экономики посредством создания структурных подразделений, отвечающих за корпоративные данные и их обработку. Данным подразделениям поручают поиск, разработку и внедрение на промышленных предприятиях готовых решений, основанных на технологиях искусственного интеллекта. В российском корпоративном рынке можно выделить ряд крупных промышленных компаний, активно внедряющих решения в области искусственного интеллекта в производственные процессы: ПАО «Газпром», ПАО «Сибур Холдинг», ПАО «Северсталь», ПАО «Уралкалий», ГК «Русарго», ТК «Мираторг», Segezha Group [15], [16].

## Эффект от применения технологий искусственного интеллекта

Широкое внедрение технологий искусственного интеллекта в промышленности существенно и повсеместно изменит не только процесс промышленного производства, но и состояние рынка труда.

По оценкам экспертов [44], к 2022 году из-за роботизации труда будет сокращено 75 миллионов рабочих мест, но при этом создано 133 миллиона новых.

В России 54% работников потребуются серьёзное переобучение или повышение квалификации.

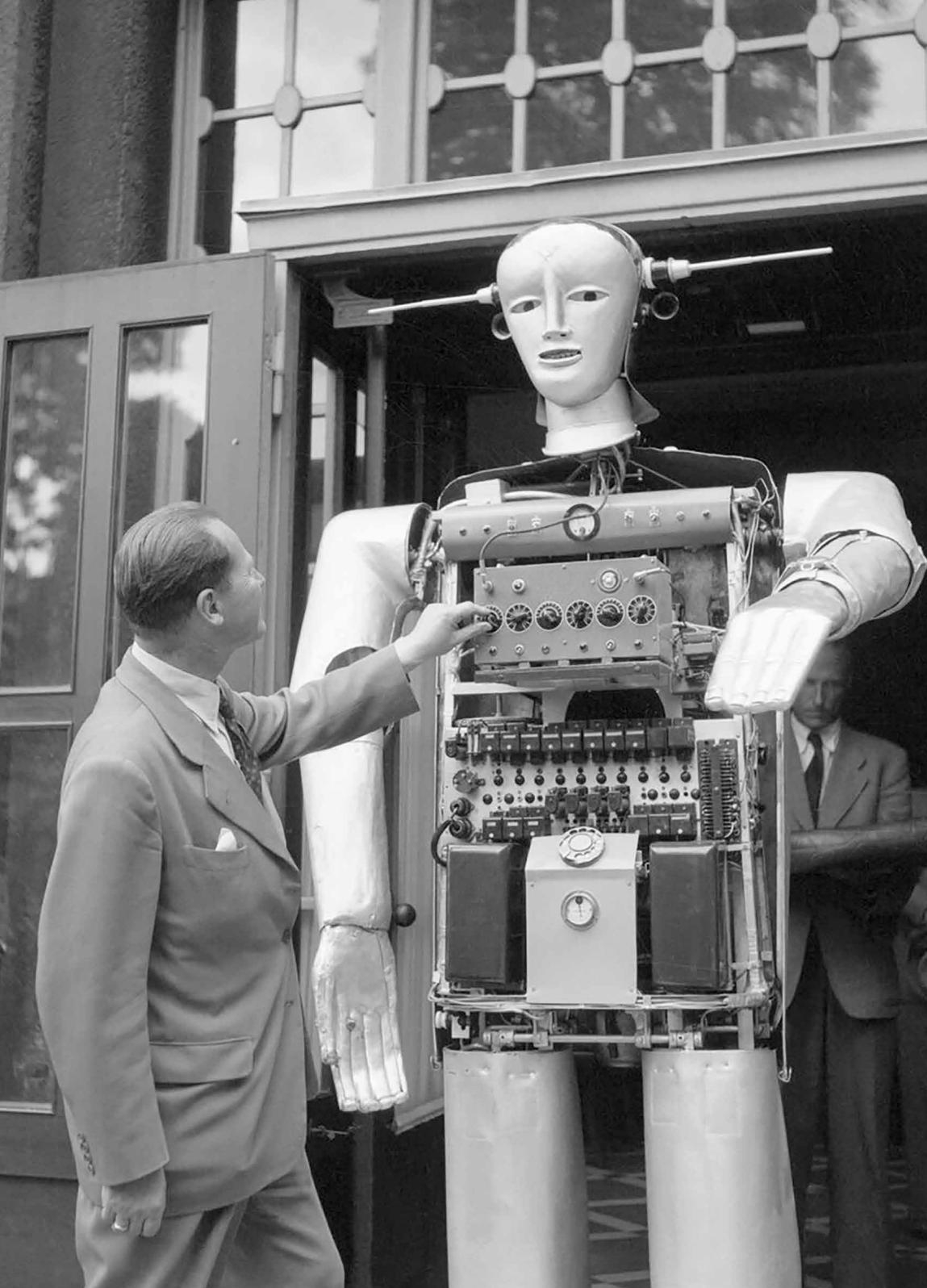
86% работодателей не планируют вкладывать в обучение сотрудников, а готовы нанимать новых, обладающих соответствующими знаниями.

Внедрение решений в области охраны труда – применение видеоаналитики, составление тепловых карт, анализ наличия комплектов средств индивидуальной защиты на рабочих, контроль опасных зон – позволяет снизить уровень травматизма на производстве в среднем до 50% [45].

Несмотря на оптимизм, большинство внедряющих технологии искусственного интеллекта компаний пока так и не научились извлекать из них реальную выгоду.

При этом количество компаний, в которых видят риски из-за внедрения технологий искусственного интеллекта, за последние два года выросло – с 37% до 45% [46].





# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Первые вычислительные модели, вдохновлённые принципом работы нейронных связей мозга человека, начали разрабатываться до появления экспертных систем, в 1940-х годах. Они повлияли на развитие информационных систем, помогающих человеку принимать решения. В 1950-х годах появились экспертные системы, описывающие алгоритм действий по выбору решения в зависимости от конкретных условий. Опираясь на данные исследования, инженеры и учёные начали предпринимать попытки по разработке искусственного.

В 1950 математик Алан Тьюринг предложил набор критериев, по которым машина может считаться мыслящей. В знаменитом «тесте Тьюринга» человек, задающий письменные вопросы, должен определить, кем является его собеседник – человеком или машиной. Сам Тьюринг полагал, что к 2000 году машины будут способны обмануть 30% судей, однако несмотря на экспонентное развитие вычислительных мощностей, формально эту границу ещё ни одной разработке преодолеть не удалось. На смену экспертным системам пришло машинное обучение, позволяющее информационным системам самостоятельно формировать правила и находить решение, анализируя зависимости и используя исходные наборы данных без предварительного составления человеком перечня возможных решений.

1832

Семён Корсаков изобретает перфокарты и 5 «интеллектуальных машин».

1835

Машина Чарльза Бэббиджа для игры в шахматы.

1914

Устройство Леонардо Кеведо для игры в шахматы.

1930

Концепция «Крошка-машина» для обучения искусственного разума как ребёнка.

1940

Моделирование мышления: нейрокибернетический и логический подходы. Нейронные сети. ЭВМ. Простейшие роботы. Устройства для распознавания речи.

1997

Компьютер IBM Deep Blue обыгрывает чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова.

1990

Прикладные экспертные системы. Нейронные процессоры. Автономные военные БПЛА. Первые беспилотные системы управления автотранспортом.

1980

Обучение с подкреплением. Первые автономные автомобили. Система кодирования лицевых движений. Нейросетевая ассоциативная память. Неокогнитрон. Компьютерная лингвистика. Первые системы машинного зрения.

В начале 1980-х гг. учёные в области теории вычислений Барр и Файгенбаум предложили определение искусственного интеллекта. Экспертные системы, основанные на нечёткой логике. Производственные системы.

2000

Библиотека Torch. NVidia Cuda. Экспертные системы на нейросетях. Deep Learning. Тестирование автономного транспорта. Выявление объектов на фото и видео. Корпоративные системы распознавания лиц.

2010

Виртуальные помощники. Системы распознавания лиц DeepFace. Искусственный интеллект для стратегических игр. Разработка сильного искусственного интеллекта. Гуманоидные роботы Boston Dynamics и Toyota. Коммерческие чат-боты. Сенсорный ИИ.

2011

IBM Watson победила бессменных чемпионов последних лет в игре Jeopardy! (российский аналог программы - «Своя игра»). Внедрение в устройства компании Apple голосового помощника Siri. Появление крупнейшего открытого источника персональных данных и кликстрима в виде

Интернета и социальных сетей. Исчезает ключевой исторический стоп-фактор развития искусственного интеллекта – мощнейшие вычислительные системы, которые можно строить как на дешевых серверных мощностях, так и в крупнейших облачных платформах в режиме pay-as-you-go.

2013

Исследования по сортировке изображений. В июле 2013 года для обучающегося компьютера была открыта возможность загрузки изображений из интернета в режиме 24 на 7 с тем, чтобы он сам мог выявить и построить взаимосвязи между ними.

1950

Тест Тьюринга. Первая конференция по ИИ в Dartmouth, США. Вопросно-ответные системы. Первый алгоритм обучения. Компьютерные семантические сети. Универсальный решатель задач. Системы синтеза речи.

1954

Оливер Селфридж написал статью «Глаза и уши компьютера» о машинном зрении. Фрэнк Розенблатт представил компьютерную реализацию перцептрона.

1956

Появление термина «искусственный интеллект».

1960

Исследования в МГУ и Академии наук СССР. Джозеф Вейценбаум (Joseph Weizenbaum) разработал первого виртуального собеседника (компьютерную программу), которая поддерживает диалог с человеком.

1970

Экспертная система Mycin. Машинный перевод. Лавренсе Робертс представил концепцию машинного построения трёхмерных образов объектов. Ганс-Хельмут Нагель представил теорию анализа динамических сцен.

1966

В СССР создан толковый словарь по искусственному интеллекту. Язык Prolog. Простейшие алгоритмы распознавания образов. Алгоритм backpropagation. Когнитрон. Андроиды. Язык программирования роботов.

1964

Опубликована работа ленинградского логика Сергея Маслова «Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов». Первые системы обработки изображений.

Однослойный перцептрон. Нейросеть ADALINE. Промышленные роботы. Алгоритмы цифровой обработки изображений. Программы обработки естественного языка. Алгебраическая теория распознавания образов.

2016

Развитие специализированных систем искусственного интеллекта и исследования путей создания искусственного разума. Искусственный интеллект Google DeepMind впервые одолел профессионального игрока в го.

2017

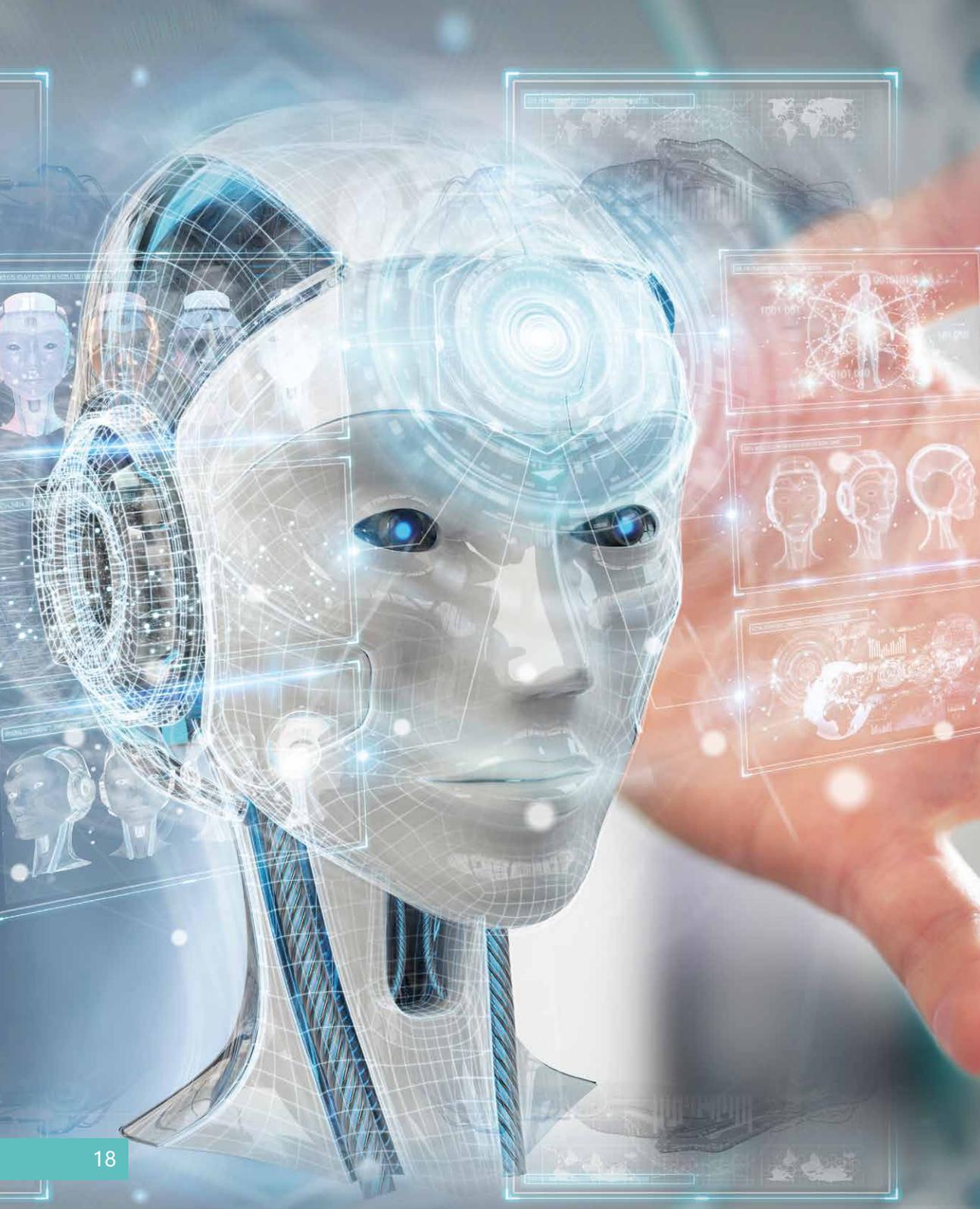
Искусственный интеллект победил профессиональных игроков в покер. Программа Libratus, разработанная в Университете Карнеги-Меллона, победила в 20-дневном покерном турнире «Brains Vs. Artificial Intelligence: Upping the Ante».

2018

Gamalon представила технологию самообучения по фрагментам данных. По своей эффективности и точности обучения новая разработка соответствует мощным нейронным сетям. Появился новый класс устройств — «умные» колонки. [20], [21], [22], [60]

Создание универсальной системы понимания естественного языка GLUE - General Language Understanding Evaluation (общая оценка понимания естественного языка). Решена задача распознавания объектов на изображении. Обучение с подкреплением позволило искусственному интеллекту выигрывать у команд профессиональных

игроков в сложных многопользовательских играх Dota и Quake 3 Arena. Применение аппарата фундаментальной математики для формирования новых архитектур нейронных сетей и совершенствования алгоритмов машинного обучения. Разработка автоматического поиска оптимальных архитектур нейронных сетей.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Интеллект** (от лат. intellectus – ощущение, восприятие, разумение, понимание, понятие, рассудок), или ум – качество психики, состоящее из способности приспосабливаться к новым ситуациям, способности к обучению и запоминанию на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций и использованию своих знаний для управления окружающей средой.

Другими словами, интеллект – это общая способность к познанию и решению трудностей, которая объединяет все познавательные способности человека: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение.

Существует ряд определений искусственного интеллекта, которые в той или мере дополняют и уточняют друг друга.

В начале 1980-х гг. учёные в области теории вычислений Барр и Файгенбаум предложили следующее определение искусственного интеллекта (ИИ).

**Искусственный интеллект** – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д.

В национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года согласно указу президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 даётся следующее определение искусственного интеллекта [1]:

**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.

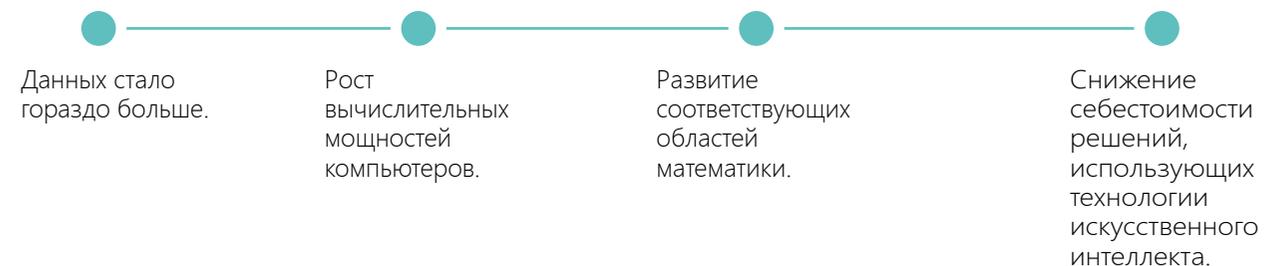
Позже к ИИ стали относить ряд алгоритмов и программных систем, отличительным свойством которых является то, что они могут решать некоторые задачи так, как это делал бы размышляющий над их решением человек.

#### Основные свойства искусственного интеллекта:

- понимание языка;
- обучение;
- способность мыслить;
- способность действовать.

Искусственный интеллект применим в тех областях, где есть большой объём накопленных данных. Они бывают разных типов. Когда есть несколько типов данных, с ними справиться один аналитик. Искусственный интеллект оказывается эффективным, когда параметров тысячи, причём часть из них неструктурированные.

#### Существуют четыре фактора, благодаря которым можно говорить об искусственном интеллекте как о глобальном тренде.



# СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Стандартизация искусственного интеллекта.**

16 апреля 2019 года подкомитет ISO/IEC (англ. International Organization for Standardization – международная организация по стандартизации) по стандартизации в области искусственного интеллекта поддержал предложение Технического комитета «Кибер-физические системы» о разработке стандарта «Artificial intelligence. Concepts and terminology» на русском языке в дополнение к базовой английской версии.

Терминологический стандарт «Artificial intelligence. Concepts and terminology» является основополагающим для всего семейства международных нормативно-технических документов в области искусственного интеллекта. Кроме терминов и определений, данный документ содержит концептуальные подходы и принципы построения систем с элементами искусственного интеллекта, описание взаимосвязи технологий искусственного интеллекта с другими сквозными технологиями, а также базовые принципы и рамочные подходы к нормативно-техническому регулированию искусственного интеллекта.

По итогам заседания профильного подкомитета ISO/IEC в Дублине эксперты ISO/IEC поддержали предложение делегации из России о синхронной разработке терминологического стандарта в сфере искусственного

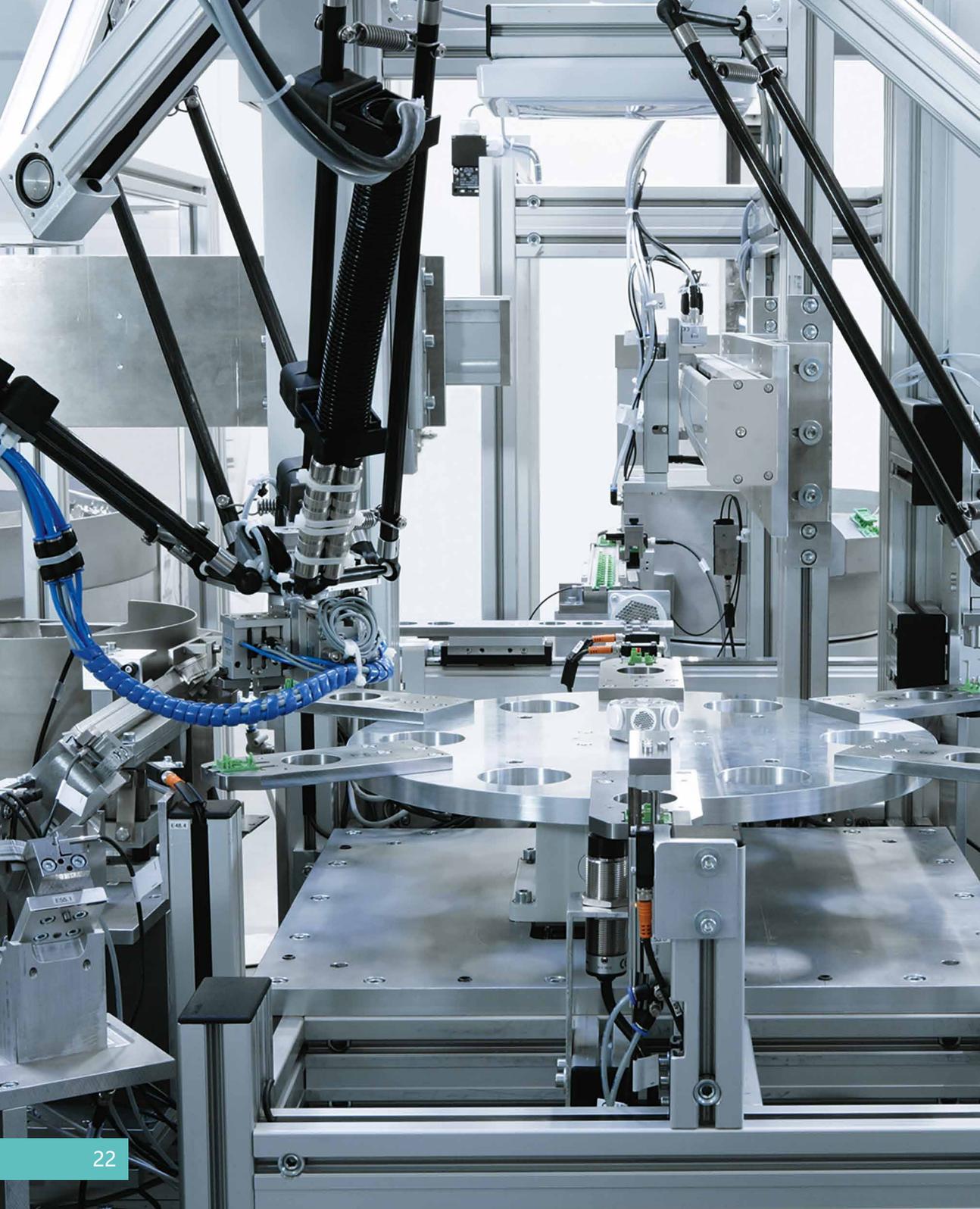
интеллекта на английском, но и на русском языке. Документ должен быть утверждён в начале 2021 года.

Развитие продуктов и услуг на базе искусственного интеллекта требует однозначной трактовки используемых понятий всеми участниками рынка. Стандарт терминологии позволит унифицировать «язык», на котором общаются разработчики, заказчики и профессиональное сообщество, классифицировать такие свойства продуктов на базе технологий искусственного интеллекта, как «безопасность», «воспроизводимость», «достоверность» и «конфиденциальность». Единая терминология также станет важным фактором для развития технологий искусственного интеллекта в рамках Национальной технологической инициативы – алгоритмы искусственного интеллекта используют более 80% компаний в периметре НТИ. Кроме того, решение ISO/IEC позволит укрепить авторитет и расширить влияние российских экспертов при дальнейшей разработке международных стандартов.

В ходе заседания эксперты ISO/IEC поддержали разработку проекта международного документа Information Technology - Artificial Intelligence (AI) - Overview of Computational Approaches for AI Systems, в котором Россия выступает в качестве соредактора. Документ предоставляет обзор современного состояния систем искусственного интеллекта, описывая основные характеристики систем, алгоритмы и подходы, а также примеры специализированных приложений в области искусственного интеллекта. Разработкой этого проекта документа займётся специально созданная в рамках подкомитета рабочая группа «Вычислительные подходы и вычислительные характеристики систем Искусственного интеллекта» (SC 42 Working Group 5 «Computational approaches and computational characteristics of AI systems») [47].

В рамках работы на международном уровне России удалось добиться ряда решений, которые будут иметь долгосрочный эффект для развития в стране технологий искусственного интеллекта. Разработка русскоязычной версии стандарта, еще и со столь ранней фазы – гарантия синхронизации с международным полем, а развитие подкомитета ISO/IEC и инициация международных документов с российским соредакторством – это фундамент для дальнейшего продвижения интересов российских разработчиков за рубежом.

В России ведётся разработка ряда национальных стандартов, утверждение которых запланировано на конец 2019 – начало 2020 года. Кроме того, совместно с компаниями, работающими в сфере искусственного интеллекта, идёт работа по формированию плана национальной стандартизации на 2020 год и далее.



# ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

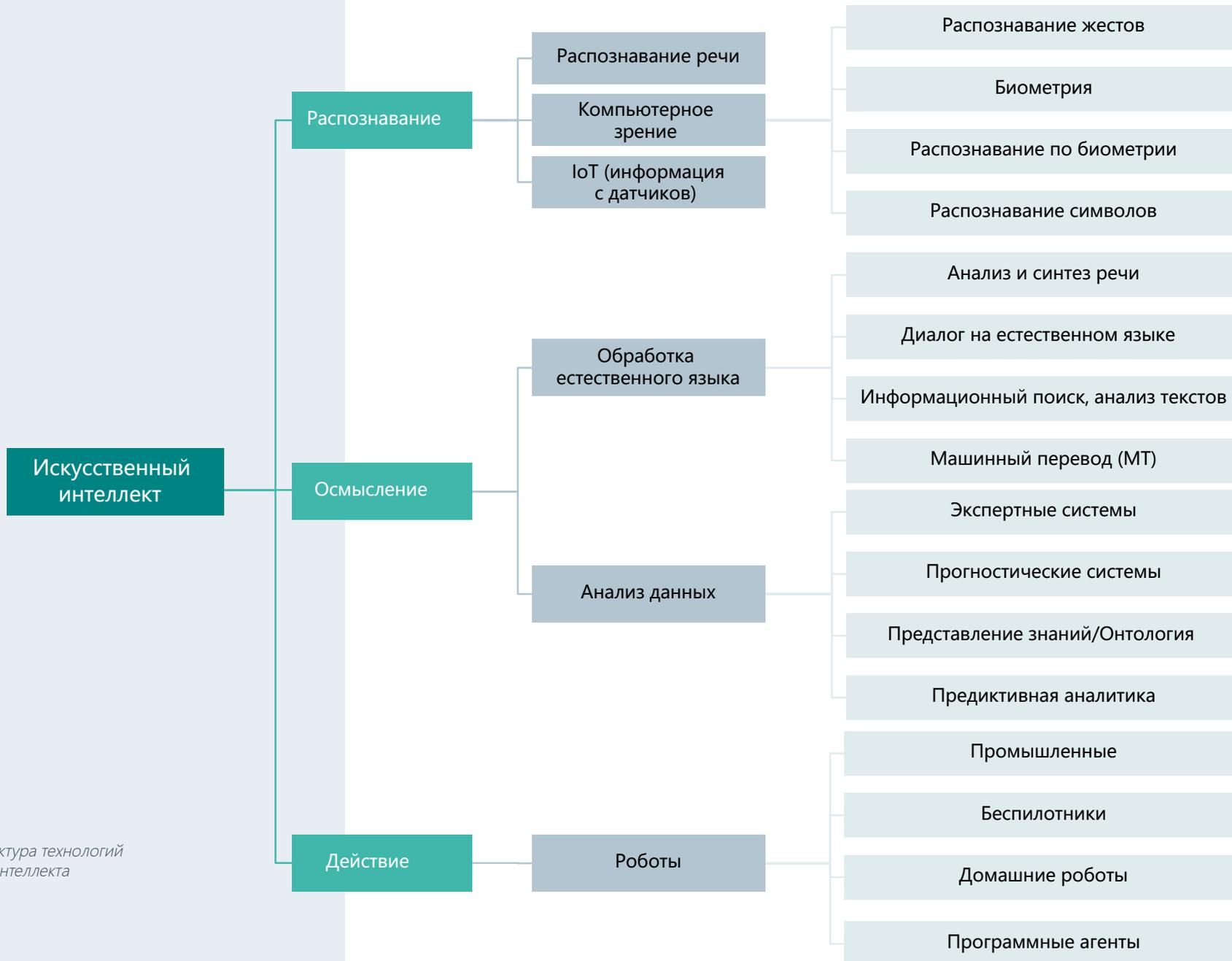


Рисунок 3 – Структура технологий искусственного интеллекта

# Основные элементы современных технологий искусственного интеллекта

Современные технологии искусственного интеллекта базируются на трёх ключевых составляющих:

## 1. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей [48], [49].

Открытость стала тем триггером, который вывел искусственный интеллект в одну из самых перспективных областей – большинство базовых алгоритмов современного машинного обучения публикуется под открытыми лицензиями – OpenSource. Открытые библиотеки, такие как, например, платформа TensorFlow, определяют технологические стандарты в области машинного обучения. Все участники рынка технологий искусственного интеллекта позиционируют себя открытыми для кооперации.

Искусственная нейронная сеть состоит из трёх компонентов:

- входной слой;
- вычислительные слои;
- выходной слой.

В обучении искусственных нейронных сетей выделяют два подхода:

- Стохастический. Изменяют параметры сети случайным образом. При этом сохраняются только те изменения, которые привели к улучшениям. Яркой иллюстрацией данного подхода является «прямое распространение ошибки».
- Детерминированный. Итеративно корректирует параметры сети, основываясь на её текущих параметрах, величинах входов, фактических и желаемых выходов. Яркой иллюстрацией данного подхода является «обратное распространение ошибки».

## 2. Вычислительные мощности [50], [51].

Запуск программного обеспечения искусственного интеллекта на компьютере обычно требует высокой скорости и большого объёма памяти, хотя некоторые простые приложения могут работать и на 8-битном процессоре. Успех развития современных технологий искусственного интеллекта обусловлен технологией CUDA от компании NVidia.

CUDA – программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность

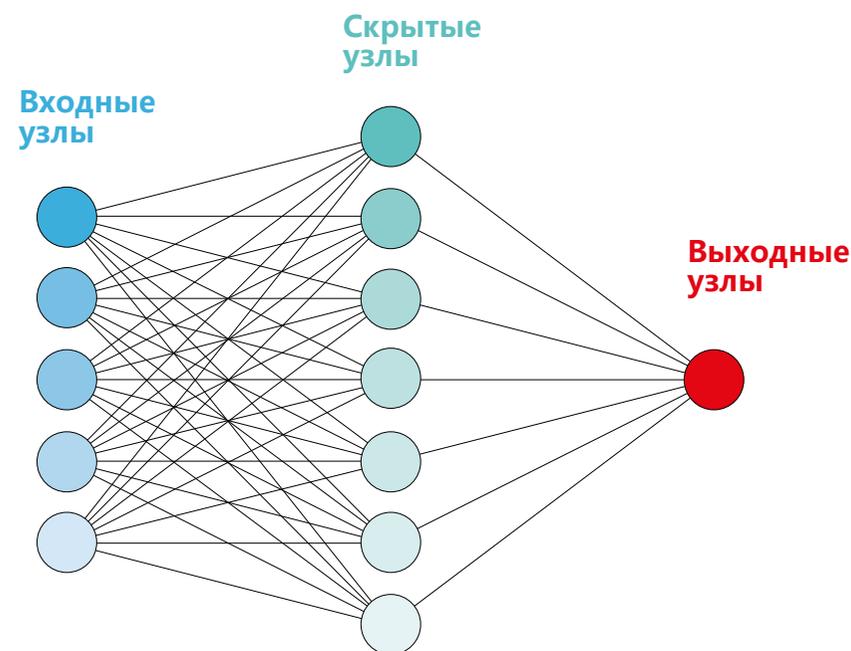


Рисунок 4 – Слои искусственной нейронной сети

благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia, позволяющих проводить сверхбыстрые и массивные параллельные вычисления.

Архитектура CUDA даёт разработчику возможность по своему усмотрению организовывать доступ к набору инструкций графического или тензорного ускорителя и управлять его памятью.

Программная часть CUDA содержит в себе всё необходимое для разработки программы: расширения языка C, компилятор, API для работы с графическими адаптерами и набор библиотек.

Основные термины и отношения между ними:

- хост (Host) – центральный процессор, управляющий выполнением программы;
- устройство (Device) – видеоадаптер, выступающий в роли сопроцессора центрального процессора;
- грид (Grid) – объединение блоков, которые выполняются на одном устройстве;

- блок (Block) – объединение тредов, которое выполняется целиком на одном SM. Имеет свой уникальный идентификатор внутри грида;
- тред (Thread, поток) – единица выполнения программы. Имеет свой уникальный идентификатор внутри блока;
- варп (Warp) – 32 последовательно идущих тредов, выполняется физически одновременно;
- ядро (Kernel) – параллельная часть алгоритма, выполняется на гриде.

На центральном процессоре – хосте – выполняются только последовательные части алгоритма программы, подготовка и копирование данных на устройство, задание параметров для ядра и его

запуск. Параллельные части алгоритма оформляются в ядра, которые выполняются на большом количестве тредов на устройстве.

Нейрочипы (Neural Processing Unit, Neuromorphic Processor, Tensor Processing Unit, ASIC) – узкоспециализированные процессоры, специально оптимизированные

под быстрые параллельные вычисления с использованием нейронных сетей.

### 3. Размеченные структурированные данные.

Алгоритмы и вычислительные мощности сегодня не являются узким местом, а вот качественных данные не хватает, именно данные – ключ к успешному развитию технологий искусственного интеллекта. Владелец и правообладателем данных может быть государство, компания или частное лицо.

#### ПРИМЕРЫ РАЗМЕЧЕННЫХ ДАННЫХ



#бургер #картофель фри #еда #счастливый

Хэштеги пользователей

Год постройки	Спальни	Ванные комнаты	Кв. футов	Цена
1901	3	1	1,800	\$200,000
1995	4	3	2,500	\$350,000
1980	2	1	1,300	\$150,000
1922	5	3	1,900	\$400,000
1950	3	2	2,200	\$220,000

Цены на дома

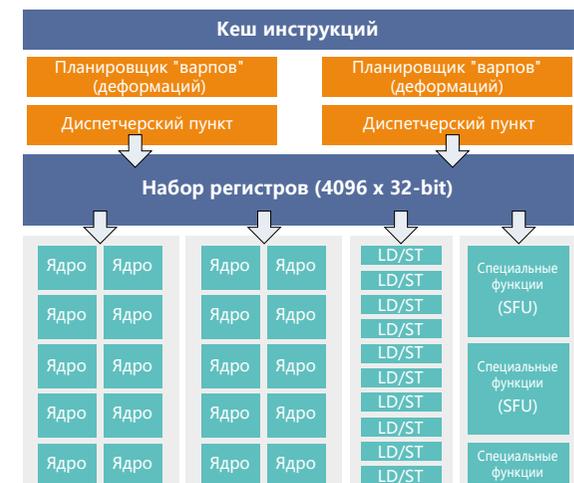


Рисунок 5 – Примеры размеченных данных

Рисунок 6 - Архитектура CUDA NVidia

## Направления исследований

Область искусственного интеллекта является крайне неоднородной. В ней существуют различные направления исследований, которые выделяются либо по задаче (или предметной области), требующей интеллектуального анализа, либо по используемому инструментарию, либо по разрабатываемой модели мышления.

### К направлениям, выделяемым на основе решаемой задачи, относятся:

- машинный перевод;
- автоматическое реферирование и информационный поиск;
- системы речевого общения;
- игровой интеллект, доказательство теорем и автоматизация научных исследований;
- компьютерное зрение;
- извлечение данных;
- сочинение текстов и музыки и др.

Перечисленные направления характеризуются тем, что значительная часть проводимых в них исследований посвящена не процессам мышления, а предмету интеллектуального анализа.

### Направления искусственного интеллекта, выделяемые по развиваемому в них инструментарию, включают:

- искусственные нейронные сети;
- эволюционные вычисления;
- распознавание образов;
- экспертные системы;
- эвристическое программирование;
- мультиагентный подход и т.д.

Отличие данных направлений в том, что в них развивается аппарат решения большого класса задач. Эта группа направлений более неоднородна, чем первая. В ней существуют направления (например, ИНС), которые претендуют на то, чтобы называться отдельным подходом к искусственному интеллекту в целом.

### К направлениям третьего типа можно отнести:

- поиск в пространстве решений;
- представление знаний;
- машинное обучение.





## Основные цели работ по развитию искусственного интеллекта

1. Автоматизация человеческой деятельности, в особенности тех её видов, которые традиционно считались интеллектуальными.
2. Создание компьютерных моделей, имитирующих процессы решения человеком тех или иных интеллектуальных задач в целях объяснения сущности этих процессов.
3. Создание усилителя интеллекта (УИ). Методология УИ направления не сильно, но отличается от методологии направления исследования искусственного интеллекта. Но что отличается существеннее – это прогнозируемые социальные последствия.

Стоит отметить, что первым двум целям соответствуют и два различных подхода к искусственному интеллекту, которые обычно называются техническим (или эвристическим) и бионическим.

В рамках технического подхода психофизиологическая достоверность моделей мыслительных процессов приносится в жертву эффективности, с которой эти модели решают поставленные перед ними задачи, и интеллектуальность компьютерных программ определяется по тому, насколько хорошие результаты они получают по сравнению с человеком.

При бионическом подходе, напротив, необходимым считается сходство самих процессов решения некоторой задачи компьютерной программой и человеком в ущерб качеству конечного результата.

Зачастую эти два подхода противопоставляют друг другу. Сторонники бионического подхода утверждают, что бессмысленно пытаться создать искусственный интеллект, не познав естественного, который является единственным примером интеллекта, то есть того объекта, который хотят повторить исследователи искусственного интеллекта.

В действительности, эти два подхода просто преследуют две несколько разные цели и друг другу не противоречат.

Существует ещё один подход к искусственному интеллекту, называемый эволюционным, в рамках которого предлагается имитировать не мыслительные процессы уже сформировавшегося интеллекта взрослого человека, а сам процесс становления этого интеллекта в онто<sup>1</sup>- и филогенезе<sup>2</sup>, возможно, начиная с весьма ранних этапов эволюции.

Специалисты по искусственному интеллекту ставят перед собой не глобальную цель создания мыслящих машин, а более конкретные задачи поиска автоматического решения некоторых интеллектуально трудных задач, либо моделирования отдельных аспектов мышления человека или животных.

1. Онтогенез (от др. греч. *ὄντος*, *ontos* «сущий» + *γένεσις*, *genesis* «зарождение») – индивидуальное развитие организма, совокупность последовательных морфологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом от оплодотворения до конца жизни. У многоклеточных животных в составе онтогенеза принято различать фазы эмбрионального (под покровом яйцевых оболочек) и постэмбрионального (за пределами яйца) развития, а у живородящих животных пренатальный (до рождения) и постнатальный (после рождения) онтогенез [53], [54].

2. Филогенез, или филогени́я (др. греч. *φύλον*, *phylon* – племя, раса и др. греч. *γενετικός*, *genetikos* – имеющий отношение к рождению) – историческое развитие организмов и живой природы. В биологии филогенез рассматривает развитие биологического вида во времени. Биологическая классификация основана на филогенезе, но методологически может отличаться от филогенетического представления организмов. Был предложен немецким естествоиспытателем второй половины XIX века Эрнстом Геккелем [55], [56].

# Теоретические основы технологий искусственного интеллекта

## Теоретические основы технологий искусственного интеллекта базируются на двух основных компонентах [43]:

1. «Интеллектуальный агент» (экспертные системы).
2. «Нейронные сети».

Для обоих компонентов существует определённая специализация. Первый подход применяется для разработки экспертных, рекомендательных (экспертно-советующих), информационно-управляющих систем и роботизированных комплексов.

Второй – для решения задач распознавания образов (текста, изображений, речи, смыслов и т.д.). Наибольший практический эффект применения технологий искусственного интеллекта ожидается от синтеза этих двух компонентов при решении конкретных задач.

Различия в принципах, заложенных в качестве теоретической основы рассматриваемых подходов, обусловили их достоинства и недостатки.



### Достоинства технологий «интеллектуального агента»

- Объяснимость результатов применения инструментов и «прозрачность» выработанных решений.
- Наличие классической обратной связи в системе управления.
- Возможность накапливать структурированные знания, то есть исключительно полезную информацию для достижения определённой цели.
- Возможность «менять правила во время игры», то есть изменять целеполагание, добавлять, удалять и редактировать правила, входящие в базу знаний.
- Результаты работы моделей предсказуемы и доступны для оптимизации, в том числе и многокритериальной.



### Недостатки технологий «интеллектуального агента»

- Алгоритмизация рассматриваемых процессов и явлений ведёт к неизбежным допущениям и упрощениям.
- Критерии, используемые при принятии решений, являются статичными и узкоспециализированными.
- Результаты работы напрямую зависят от компетентности и согласованности экспертов, формирующих правила выработки решений.
- Отсутствие даже малой части входных данных, используемой в модели делают его неработоспособным.
- Решения основаны на очевидных закономерностях и не учитывают неявные связи и взаимозависимости.
- Несовершенство методов формализации и представления данных, описывающих взаимодействие различных объектов.
- Оценки принятых решений носят вероятностный характер.



### Достоинства технологий «нейронных сетей»

- Отсутствие необходимости в формализации объектов и процессов предметной области в виде классических функциональных зависимостей.
- Возможность автоматической обработки больших объёмов накопленных ранее данных.
- Способность накапливать опыт решения конкретной практической задачи.
- Способность выявлять и устанавливать неявные (корреляционные) связи исследуемых процессов и явлений.



### Недостатки технологий «нейронных сетей»

- Трудоёмкость разметки большого объёма данных для создания представительной обучающей выборки.
- Высокая чувствительность к соответствию структуры и потока информации данным обучающей выборки.
- Абсолютная нечувствительность к возникновению новых, не проявляющихся ранее условий и обстоятельств, затрудняющая прогнозирование.
- Непрозрачность и необъяснимость выработанных решений.
- Невозможность использования «обученной» нейронной сети для решения других аналогичных задач.
- Отсутствие единой топологии нейронных сетей для решения универсальных задач.

Несмотря на наличие множества подходов как к пониманию задач искусственного интеллекта, так и созданию интеллектуальных информационных систем, можно выделить два основных подхода к разработке искусственного интеллекта:

**Нисходящий (англ. Top-Down AI),** семиотический – создание экспертных систем, баз знаний и систем логического вывода, имитирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и т. д.;

**Восходящий (англ. Bottom-Up AI),** биологический – изучение нейронных сетей и эволюционных вычислений, моделирующих интеллектуальное поведение на основе биологических элементов, а также создание соответствующих вычислительных систем, таких как нейрокомпьютер или биокомпьютер.

## Экспертная система (интеллектуальные системы)

Экспертная система (ЭС) – это программный комплекс, который оперирует знаниями в определённой предметной области в целях решения проблем или выработки рекомендаций. Экспертные системы имеют многочисленные применения: диагностика неисправностей в технических и биологических системах, планирование, проектирование, анализ сложных объектов, а также анализ наблюдательных данных. При этом от ЭС требуется не только получить какое-то решение, но и объяснить его пользователю.

### Таким образом, ЭС включает следующие основные функции:

- приобретение знаний (то есть передача полезного опыта решения проблемы от экспертов или некоторого другого источника знаний и преобразование его в вид, позволяющий использовать эти знания в программе);
- представление знаний;
- управление процессом поиска решений;
- разъяснение принятого решения.

### Для функционирования экспертной системе требуется наличие следующих компонентов:

- базы знаний;
- машины логического вывода (или подсистемы манипуляции знаниями);
- блока общения.

Для создания ЭС требуется использование основных результатов, которые были достигнуты в рамках двух главных парадигм в ИИ: поиске в пространстве решений и представлении знаний. К этому также добавляются результаты, полученные в области систем общения на естественном языке. *Такая концентрация основных вопросов ИИ в одном месте на некоторое время сделала проблему экспертных систем одной из центральных в области искусственного интеллекта [43].*

## Машинное обучение

Развитие экспертных систем показало, что одной из наиболее трудоёмких задач является приобретение знаний или заполнение базы знаний для описания конкретной предметной области. В связи с этим, на первый план выходит задача автоматического приобретения знаний или задача машинного обучения [43].

Методы машинного обучения различаются в зависимости от того, имеет ли обучающая информация количественный, логический или символьный характер. От этого зависит как привлекаемое выходное представление, так и алгоритм обучения, в основе которого лежит поиск. В зависимости от входного представления поиск может реализовываться либо в непрерывном пространстве, либо в виде методов эвристического программирования.

### Методы машинного обучения подразделяют на:

- обучение с учителем;
- обучение с подкреплением;
- обучение без учителя, также называемое самообучением.

Машинное обучение делится на инкрементное и неинкрементное. В неинкрементном обучении вся обучающая информация предоставляется системе одновременно. В инкрементном же обучении обучающие примеры предоставляются системе последовательно, и система должна корректировать результаты обучения, выполненного по предыдущим примерам, на основе новой информации.

Неинкрементное обучение чаще используется в прикладных задачах, поскольку соответствует одноразовой настройке системы. В случае инкрементного

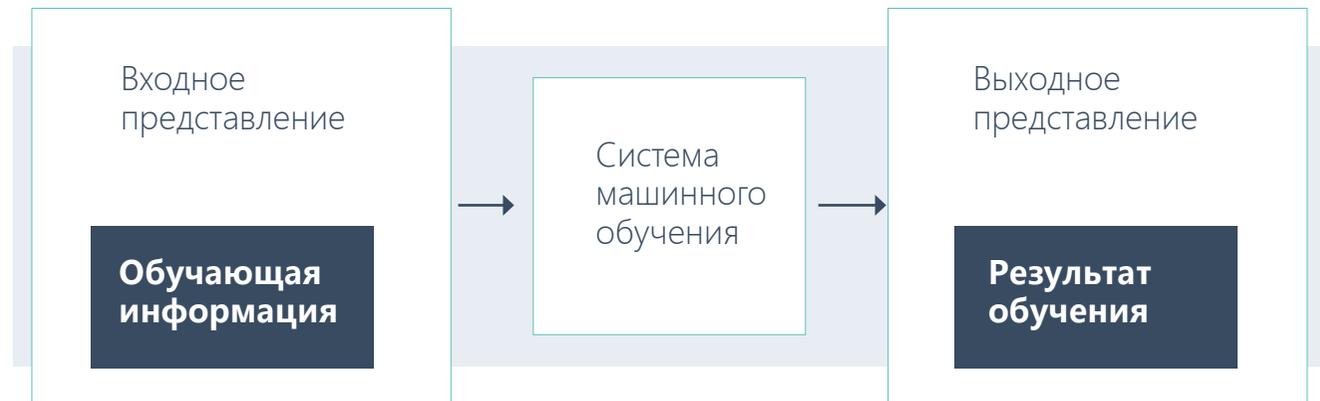


Рисунок 7 – Машинное обучение как преобразование информации

обучения поведение системы меняется в процессе функционирования, что уменьшает её предсказуемость и осложняет адаптацию человека к этой системе, если она используется в качестве инструмента.

Распознавание в машинном обучении – это отнесение некоторого неизвестного объекта по его описанию к одному из классов.

### В распознавании образов можно выделить следующие методы:

- логические (работающие с логическими представлениями);
- синтаксические (работающие с символьными представлениями);
- дискриминантные (работающие с непрерывными представлениями).

### В зависимости от имеющейся информации и характера обучающей выборки можно выделить следующие задачи:

- задача классификации (распознавания без обучения);
- задача группирования.

### В задачах распознавания образов применяются следующие методы:

- метод эталонных образов;
- метод ближайшего соседа;
- метод решающих функций;
- метод линейных решающих функций;
- метод опорных векторов;
- обобщённые решающие функции и ядра.



НАИБОЛЕЕ  
ПОПУЛЯРНЫЕ  
РЕАЛИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИННОГО  
ОБУЧЕНИЯ

## Компьютерное зрение

Технологии компьютерного зрения означают обработку визуальной информации для извлечения полезных знаний. Эта технология уже находит широкое применение в робототехнике. В данное направление технологий машинного обучения входит множество задач [17]:

- детектирование объектов;
- трекинг объектов;
- распознавание образов;
- сегментация;
- оценка глубины расстояния.

### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

Детектирование объектов на изображениях и в видео – базовая задача технологии компьютерного зрения. Она состоит в поиске и определении координат и размеров прямоугольников, которые наиболее плотно описывают местоположение интересующего объекта или объектов.

Долгое время задача решалась без использования искусственных нейронных сетей. Например, обнаружение лиц на изображениях с достаточной точностью и скоростью было реализовано в 2001 г. Однако подобные методы могли находить объекты лишь в одном ракурсе. Именно применение многослойных свёрточных сетей позволило решать задачу для изображений больших размеров быстро и качественно.

В рамках этой задачи также решается распознавание отдельных характеристик обнаруженных объектов, например, после обнаружения лица на изображении решается задача его распознавания и соотнесения с конкретным человеком. Таким образом, может быть осуществлена биометрическая идентификация.

### ТРЕКИНГ ОБЪЕКТОВ

Естественным развитием детектирования объектов является их трекинг на видео, т.е. отслеживание перемещений одного и того же обнаруженного объекта в видеопотоке. Данная задача решена в обобщённом виде при помощи рекуррентных нейросетей – создан инструмент, который предсказывает будущее состояние визуальной сцены с учётом тех объектов, которые оказались

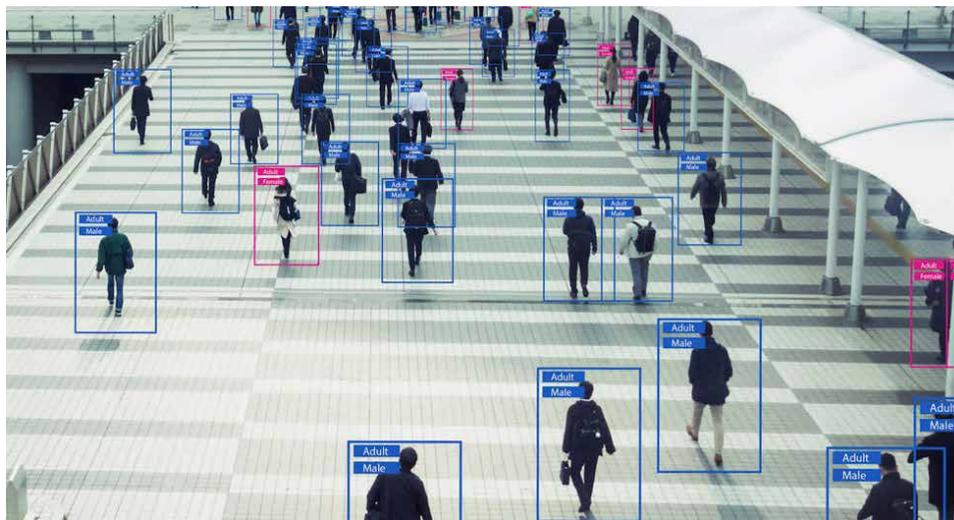


Рисунок 8 – Пример технологии компьютерного зрения



Рисунок 9 – Пример технологии трекинга объектов

невидимы или загорожены. При этом используются не только данные с камер, но и, например, лазерных дальномеров.

Трекинг объектов применяется для лучшего понимания визуальной сцены, предсказания поведения объектов и принятия решений системой, оснащённой искусственным интеллектом. Типичное применение, например, реализация беспилотных автомобилей.

### СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ещё одна близкая по смыслу задача к детектированию объектов состоит в определении, какие пиксели на изображении соответствуют обнаруженному объекту – строится разбиение изображения на области, принадлежащие различным объектам.

Благодаря использованию свёрточных сетей, а также принципов переноса обучения<sup>3</sup> сегментация изображения с высоким качеством может быть реализована в реальном времени.

### ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ И РАССТОЯНИЯ

Задача состоит в определении расстояния до объектов, используя фотографии или видеопоток, разбиваясь на определение расстояния до объектов на изображениях по одной и многим фотографиям. В общем случае данная задача обобщается восстановлением 3-мерной геометрии объекта по серии 2-мерных снимков. Для решения с высоким качеством используются 3-мерные свёрточные LSTM-сети – комбинация свёрточных и рекуррентных сетей. Задача оценки глубины актуальна как для реализации беспилотных автомобилей, так и для решения задачи захвата предметов.

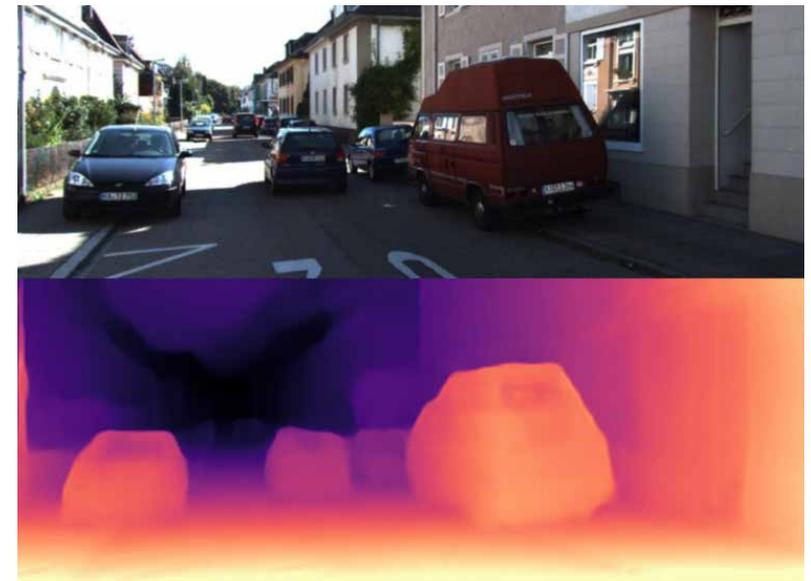


Рисунок 10 – Пример технологии оценки глубины



Рисунок 11 – Пример технологии сегментации изображений

<sup>3</sup> Перенос обучения - техника при осуществлении машинного обучения, при которой знания, полученные при решении одной задачи (например, распознавание легковых автомобилей), применяются для решения другой задачи (например, распознавание грузовиков).

## Биометрическая идентификация



Рисунок 12 – Биометрическая идентификация

Биометрическая аутентификация – процесс доказательства и проверки подлинности через предъявление пользователем своего биометрического образа и путём преобразования этого образа в соответствии с заранее определенным протоколом аутентификации.

Биометрические системы аутентификации – системы аутентификации, использующие для удостоверения личности людей их биометрические данные.

### Биометрические системы состоят из двух частей:

- аппаратных средств;
- специализированного программного обеспечения.

Аппаратные средства включают в себя биометрические сканеры и терминалы. Они фиксируют тот или иной биометрический параметр – отпечаток пальца, радужную оболочку глаз, рисунок вен на ладони или пальце – и преобразуют полученную информацию в цифровую модель, доступную компьютеру. А программные средства эти данные обрабатывают, соотносят с базой данных и выносят решение, кто предстал перед сканером.

Для того, чтобы биометрическая система смогла в дальнейшем идентифицировать пользователя, в ней необходимо сначала зарегистрировать сведения о его идентификаторах. Коммерческие системы в отличие от систем, применяемых силовыми и правоохранительными органами, хранят не изображения реальных идентификаторов, а их цифровые модели. Когда пользователь повторно обращается к системе, вновь формируется модель его идентификатора, и она сравнивается с моделями, уже занесенными ранее в базу данных [56].

### Существует целый ряд технологий биометрической идентификации [57]:

- система распознавания лиц;
- идентификация по радужной оболочке глаза;
- анализ химического состава пототделения;
- анализ химического состава запаха тела;
- анализ микровибраций пальцев и микродвижений руки;
- анализ скорости сердцебиения и формы и размера сердца;
- отпечатки пальцев;
- голосовая биометрия;
- распознавание людей по походке;
- анализ действий пользователя – длина шага, усилия, прикладываемые для удержания равновесия, и скорость передвижения;
- стилометрия Клавиатурный почерк – распознавание индивидуального почерк автора при наборе текста на смартфоне или планшете;
- анализ осанки;
- идентификации личности по губам;
- анализ рисунка вен на ладони;
- тест ДНК;
- идентификации личности по ушной раковине.

## Обработка естественного языка, поиск и извлечение информации из текстов

При применении алгоритмов машинного обучения к языковым данным долго сохранялась проблема – невозможность уловить значение нового слова, если оно явно не было обозначено и предъявлено в процессе обучения модели.

Одним из наиболее важных алгоритмов, качественно улучшивших понимание семантики слов, был алгоритм word2vec, предложенный Томашем Миколовым в 2013 году.

Задача заключается в том, чтобы научиться выражать понятие смысла слова математически, т.е. сопоставить каждому слову вектор в многомерном пространстве (в первых работах Миколова рассматривалось 50-мерное или 100-мерное пространство), так, чтобы близким по смыслу словам соответствовали геометрически близкие вектора, а далёким словам – далёкие.

Опираясь на дистрибутивную гипотезу, – смысл слова определяется контекстом, в котором оно часто встречается – исследователи построили модель, которая должна предсказывать слово по его соседям; или наоборот, предсказывать соседей, когда дано слово.

Современные языковые модели научились генерировать тексты, по стилю почти не отличимые от человеческих. Однако современные алгоритмы пока не позволяют достаточно хорошо контролировать смысл сгенерированного текста.

Именно поэтому в реальных приложениях генеративные модели (то есть нейронные сети, генерирующие тексты и ответы пользователям) используются довольно слабо. Более распространены так называемые ранжирующие модели: инженер заготавливает коллекцию из десятков, а иногда и сотен тысяч предложений и реплик на все случаи жизни; задача нейронной

сети – выбрать наиболее подходящие в данный момент диалога.

### ОБУЧЕНИЕ С ПЕРЕНОСОМ ЗНАНИЙ

Обучение с переносом знаний (от англ. transfer learning) позволяет решать задачу анализа текста. Это приём, состоящий в том, что модель обучается решать некоторую задачу A, а затем внутреннее представление данных, выученное моделью, используется для решения других задач B, C .... Этот приём особенно важен, когда есть много данных для решения задачи A, а для решения задачи B данных недостаточно.

### РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Однако для понимания смысла предложения часто бывает недостаточно понимания смысла отдельных слов. Следующим важным этапом в развитии алгоритмов работы с текстами стало создание рекуррентных нейронных сетей, подходящих для построения языковых моделей.

Рекуррентная нейронная сеть работает следующим образом. Она «читает» предложение слева направо. На каждом шаге она выдает вектор, так называемое «скрытое представление», в котором должна быть закодирована вся важная информация об уже пройденном отрезке текста. На основе скрытого представления делается предсказание следующего слова. На следующем шаге модель принимает на вход текущее слово и предыдущее скрытое представление, затем вычисляет на основе них следующее скрытое представление, предсказывает слово, и т.д [16].

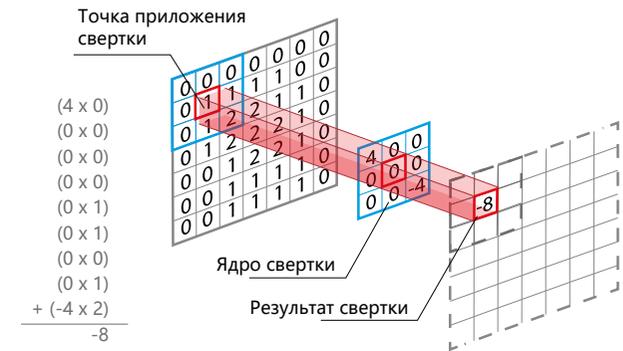


Рисунок 13 – Пример операции свёртки

### СВЁРТЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Свёрточные нейронные сети являются на данный момент самой успешной моделью применения глубинного или глубокого обучения.

Свёрточные нейронные сети работают на основе фильтров, которые занимаются распознаванием определённых характеристик изображения. Фильтр – это коллекция кернелов<sup>1</sup>; иногда в фильтре используется один кернел. Фильтр перемещается вдоль изображения и определяет, присутствует ли некоторая искомая характеристика в конкретной его части. Для получения ответа такого рода совершается операция свёртки, которая является суммой произведений элементов фильтра и матрицы входных сигналов.

Если некоторая искомая характеристика присутствует во фрагменте изображения, операция свёртки на выходе будет выдавать число с относительно большим значением. Если же характеристика отсутствует, выходное число будет маленьким [58].

4. Кернел – это обычная матрица чисел, называемых весами, которые «обучаются» с целью поиска на изображениях определенных характеристик.

## Распознавание речи

Примерами наиболее успешного применения технологии распознавания речи могут служить программные продукты, использующиеся в call-центрах. Одним из ключевых компонентов таких систем является модуль распознавания речи.

Технология распознавания речи широко применяется в сфере образования, в различных программных продуктах, направленных на изучение иностранных языков.

**Различают три вида ошибок распознавания речи, которые влияют на её качество:**

- замена – вместо какого-то слова распозналось другое;
- вставка – в результате распознавания присутствует лишнее слово;
- удаление – когда слово не распозналось вовсе.

Все три вида ошибок объединяются в метрику, которая называется уровнем словной ошибки (Word Error Rate). Она представляет собой процентное отношение суммы замен, вставок и удалений к общему числу произнесённых слов.

Наиболее продвинутой нейросетевой архитектурой Transformer за счёт применения механизма внимания (attention) позволяют эффективно учитывать широкий контекст, выводя качество языкового моделирования на принципиально новый уровень.

Интересной особенностью нейросетевых акустических моделей является наличие двух ветвей в архитектуре. Первая ветвь обрабатывает информацию, поступающую с одного микрофона, вторая использует все имеющиеся микрофоны одновременно, учитывая многоканальную информацию.

Так как в задаче распознавания речи с удалённого микрофона, уровень постороннего шума в аудио, как правило высокий, авторы используют комплексный подход к шумоочистке:

- снижение реверберации исходного аудио, при помощи взвешенной ошибки предсказания (Weighted Prediction Error – WPE);
- разделение звука различных источников в местах их наложения, при помощи Guided Source Separation (GSS);
- повышение уровня целевого речевого сигнала, за счёт формирования диаграммы направленности (beamforming – BF). В качестве beamforming подхода в работе используется минимизация выходного шума (Minimum Variance Distortionless Response – MVDR).

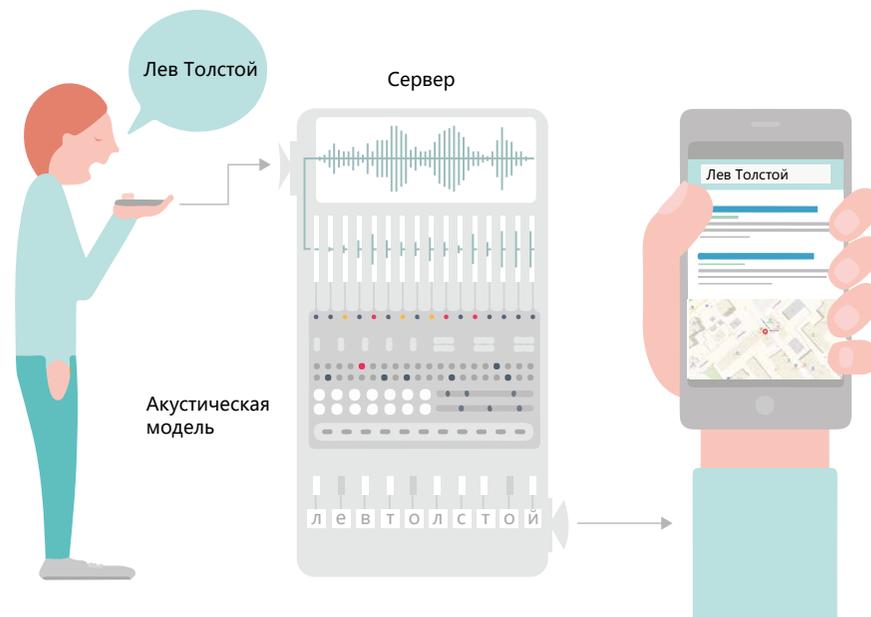


Рисунок 14 – Технология распознавания речи

Современный уровень развития автоматического распознавания речи делает возможным использование таких технологий в широком спектре программных продуктов, которые применяются в разнообразных областях человеческой жизни [16].

# Синтез речи

Подобные системы включают три базовых компонента:

- модуль распознавания речи;
- диалоговая система;
- модуль синтеза речи;

Синтез речи требует более скрупулёзной разработки моделей ИИ, т.к. любой изъ-ян непременно будет услышан, вызывая некоторое подсознательное отторжение у пользователей, называемое эффектом «зловещей долины».

**Синтезированная речь должна удовлетворять следующим требованиям:**

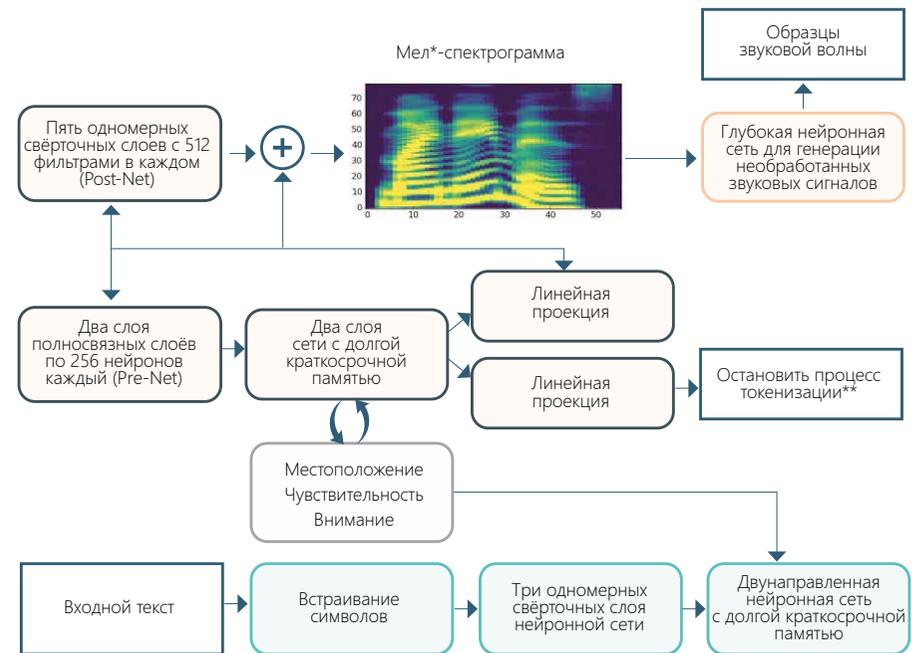
- узнаваемость – соответствие индивидуальным характеристикам голоса диктора;
- естественность;
- разборчивость;
- выразительность – разнообразие интонаций, правильная расстановка пауз и фразовых ударений;
- эмоциональность.

**Система text-to-speech (TTS) включает три ключевых компонента:**

- транскриптор – grapheme-to-phoneme (G2P), который разбивает входной текст на предложения и раскрывает сокращения, аббревиатуры и числа и строит фонемную транскрипцию, используя базу правил и словарь словесных ударений;
- алгоритм преобразования параметрического представления речевого сигнала, последовательности фонем, в последовательность параметров речевого сигнала;
- вокодер, генерирующий звуковую волну по набору параметров.

Все эти три компонента могут быть реализованы в виде нейронных сетей и обучены с помощью методов глубокого обучения.

Используемые при этом технологии рекуррентных слоёв и свёрточных слоёв превосходят по естественности и плавности синтезируемой речи технологию конкатенативного синтеза, в которой речь собирается из маленьких звуковых фрагментов, выбираемых из большой заранее записанной голосовой базы оптимальным образом [16].



\* Мел - (от др.-греч. μέλος — звук) — психофизическая единица высоты звука, применяется главным образом в музыкальной акустике.

\*\* Токенизация - в области информационной безопасности процесс замены конфиденциального элемента данных на неконфиденциальный эквивалент, называемый токеном, который не имеет самостоятельного смысла/значения для внешнего или внутреннего использования.

Рисунок 15 – Архитектура нейросетевой модели синтеза речи

## ИИ открыл множество новых возможностей в области синтеза речи:

- управление просодическими характеристиками;
- изменение стиля речи;
- генерация нескольких голосов из одной модели;
- генерация ранее неизвестных голосов;
- передача интонации высказывания по образцу;
- адаптация к голосу диктора от нескольких минут речи;
- автоматический перевод речи с одного языка на другой минуя этап распознавания.

## Машинное зрение

Машинное зрение – это применение компьютерного зрения для промышленности и производства. Системы машинного зрения запрограммированы для выполнения узкоспециализированных задач, таких как подсчет объектов на конвейере, чтение серийных номеров или поиск поверхностных дефектов.

Технологии машинного зрения помогают оборудованию увидеть процесс производства чего-либо, проанализировать данные и принять информированное решение.

### Решаемые задачи:

- распознавание;
- идентификация и обнаружение;
- восстановление 3D формы по 2D изображениям;
- оценка движения;
- восстановление сцены;
- восстановление изображений;
- сегментация изображений;
- анализ оптического потока.

### Системы машинного зрения оснащаются:

- обычными цифровыми или иногда даже аналоговыми камерами, которые реагируют на специальные датчики в случае, если что-то пошло не так, получают сырое изображение, обрабатывают его, распознают элементы и их закономерности, принимают решение и отдают сигнал другим системам;
- умными камерами. В этом случае камеры самостоятельно проводят часть анализа и разгружают процессоры системы.

Сейчас машины уже узнают до 98% объектов, т.е. не только фиксируют наличие, но и определяют, что именно они видят. Системы машинного зрения фиксируют абсолютно все объекты и действия, которые через картинку поступают в их процессоры [59], [61].

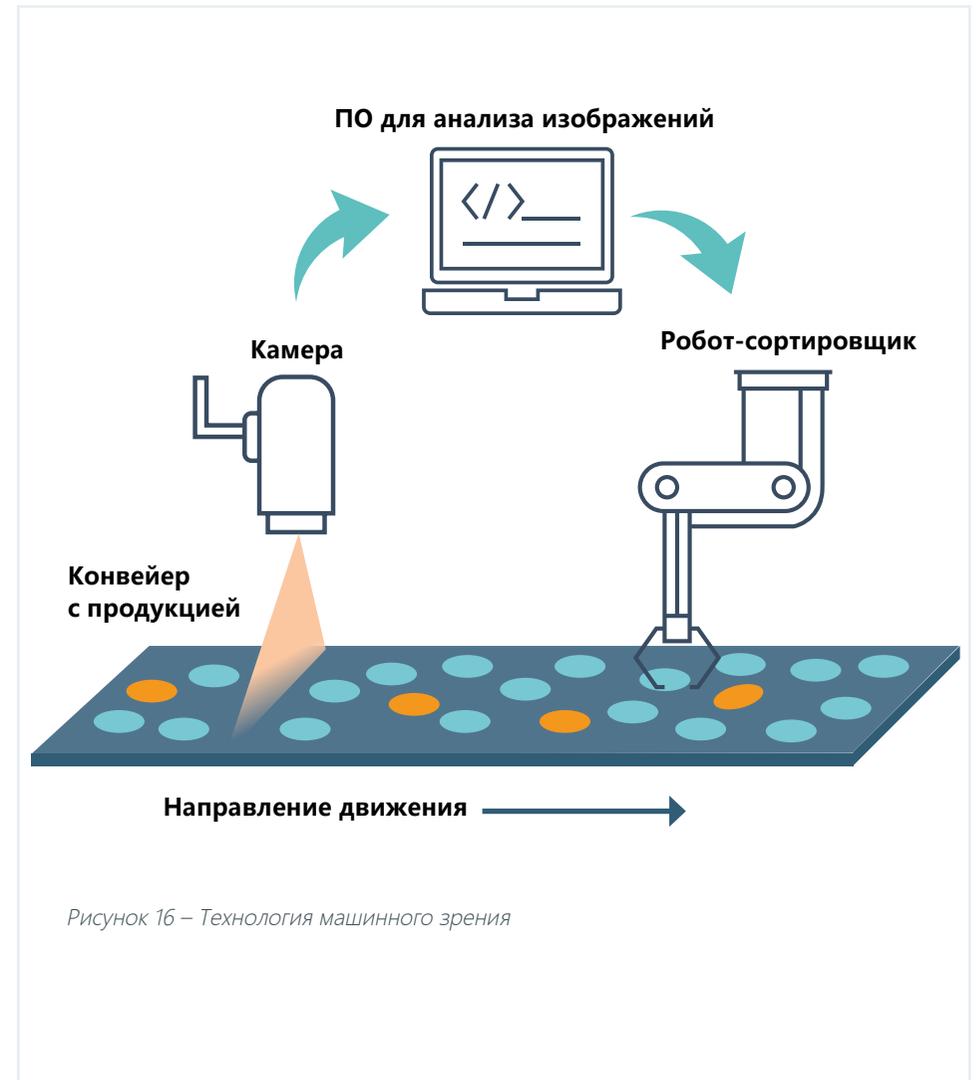


Рисунок 16 – Технология машинного зрения

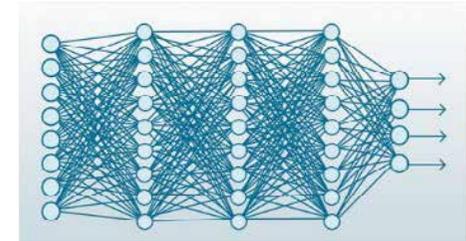
## Машинный перевод

В зависимости от языковой пары и предметной области, а в реальности от того, насколько ваши данные похожи на данные, использованные при обучении моделей машинного перевода, качество результатов различных систем может сильно меняться.

Новым подходом к машинному переводу является массовое внедрение доменно-адаптивного машинного перевода, который позволяет дополнительно обучать универсальные или специализированные модели на своих собственных данных и повысить качество машинного перевода в задачах конкретного бизнес-заказчика.

Эта технология отличается от полностью кастомизированного машинного перевода, когда на заказ с нуля обучается модель машинного перевода для конкретной задачи. Главные отличия заключаются в том, что доменно-адаптивный перевод требует существенно меньше данных для дополнительного обучения – можно начинать с десятков тысяч параллельных сегментов текста, а не с миллионов, а также существенно более дешёв и быстр [16].

Куда идем мы с Пятачком?  
Большой, большой секрет.  
И не расскажем мы о нем,  
О нет, и нет, и



→ Нет

Языковая модель

Рисунок 17 – Предиктивная модель машинного перевода

## Генерация текстов

Одной из методик машинного обучения являются предиктивные модели, предсказывающие значения своих будущих входов. Такая модель обучения языку должна уметь предсказывать, как можно продолжить текущий отрывок текста, а в конечном итоге – уметь генерировать связный и осмысленный текст.

Качество моделей языка можно измерять, например, через вероятность угадывания следующего слова по предыдущему контексту. Обычно используют связанную с ней величину Perplexity Per Word, равную числу попыток, требующихся модели для угадывания следующего слова.

Долгое время в ходу были простейшие модели языка – n-граммы, представляющие собой марковские модели. В реальном языке корреляции между словами спадают с расстоянием степенным образом, гораздо медленнее, чем в марковских моделях, где эти корреляции экспоненциально затухают с расстоянием между словами. Т.е. в естественных языках не существует характерной длины – в предсказание дают вклад все временные масштабы – слова, фразы, предложения, абзацы и т.д. Примером таких систем могут быть многослойные рекуррентные модели, если встроить

в них способность к длительной памяти, как это было сделано в LSTM (Long Short-Term Memory). Они предсказывают язык гораздо лучше, чем n-граммы. Модели языка из нескольких слоев LSTM действительно показывают эффект длинной памяти и с недавнего времени стали основной рабочей технологией во многих практических NLP приложениях. Например, Google Translate использует с 2017 г. 8-слойные LSTM в качестве кодера и декодера смысла предложений.

В 2017 г. в Google Brain появилась альтернативная не рекуррентная архитектура, Transformer, позволяющая эффективно учитывать очень далёкие корреляции за счёт оригинальной схемы кодирования положения слов с использованием преобразования Фурье. Эта обычная архитектура seq2seq, используемая в машинном переводе.

Но главная проблема на сегодняшний день состоит в том, что модель генерирует речь слово за словом. Т.е., хотя она и генерирует связный текст, глядя далеко назад, она не держит мысль, глядя далеко вперёд. У неё нет плана диалога и намерения донести до собеседника какую-то идею, как-то подвести его к ней. Она просто развивает определённую тему, не зная, куда её занесет ход мыслей [16].

## Диалоговые системы (чат-боты)

Диалоговые системы стали стандартом взаимодействия человека с машиной. Они нашли применение практически во всех отраслях, упрощая взаимодействие между людьми и компьютерами. Они легко интегрируются в веб-сайты, платформы обмена сообщениями и устройства.

**По назначению можно выделить три основных типа диалоговых систем:**

- общего назначения (чат-боты);
- задачеориентированные, целеориентированные системы;
- способные вести диалог на любую тему, «болталки».

Архитектура чат-ботов состоит из набора правил и заранее подготовленных ответов. Диалоговые системы сегодня развиваются только в двух направлениях:

- с одной стороны, многие компании хотят автоматизировать однотипные диалоги с пользователями (например, покупки через интернет или техподдержку);
- с другой стороны, многих привлекает задача создать систему, которая будет человеку «электронным другом».

**Современные интеллектуальные диалоговые системы имеют сложную архитектуру, и она может варьироваться в зависимости от задач, но можно выделить три основных части:**

- модуль понимания естественного языка (NLU);
- диалоговый менеджер (DM);
- модуль генерации естественного языка (NLG).

**На данный момент, не существует единых показателей оценки качества чат-ботов, но есть самые популярные:**

### 1. Показатели пользователей

- 1.1. Общее количество пользователей.
- 1.2. Активные пользователи.
- 1.3. Вовлечённые пользователи.
- 1.4. Новые пользователи.

### 2. Метрики сообщений

- 1.5. Сообщения о начале разговора.
- 1.6. Сообщения бота.
- 1.7. Общие сообщения.
- 1.8. Потерянные сообщения.
- 1.9. Новые разговоры.

### 3. Метрики бота

- 1.10. Уровень удержания.
- 1.11. Скорость завершения цели.
- 1.12. Время завершения цели/сообщения.
- 1.13. Количество неудач.
- 1.14. Удовлетворенность пользователей [16].

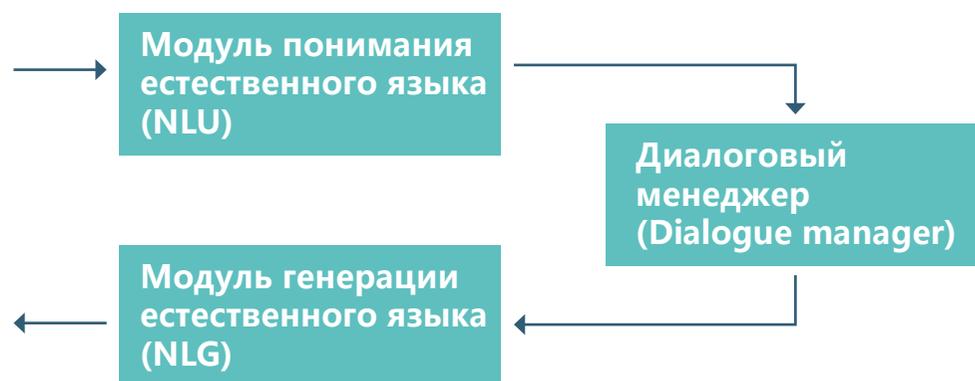
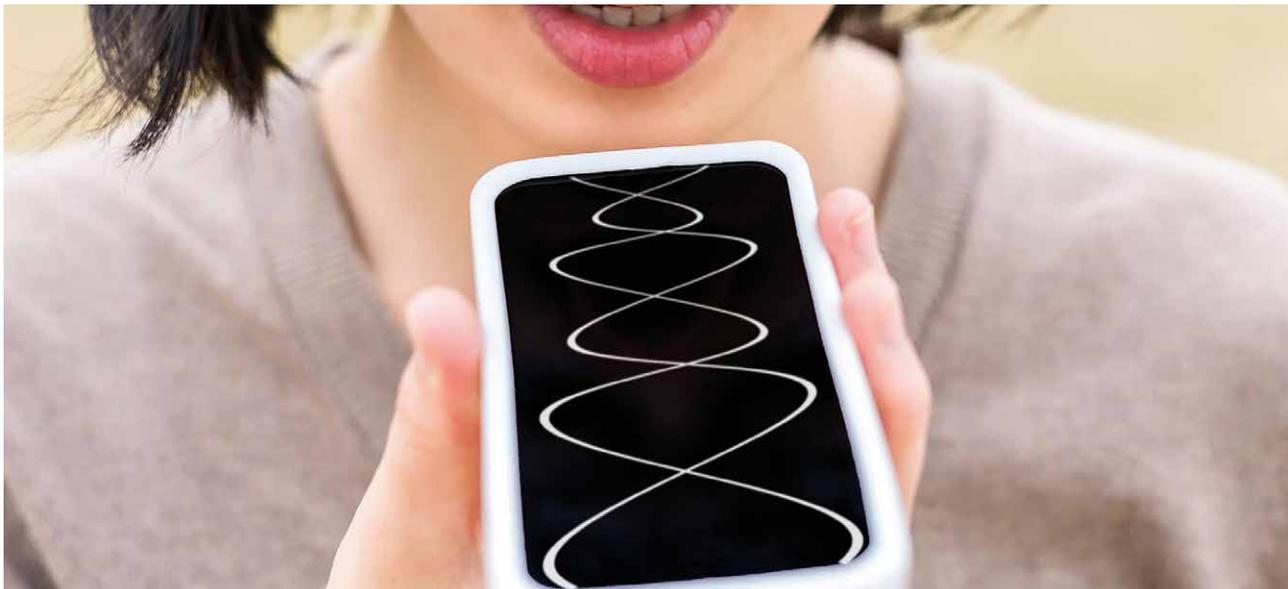


Рисунок 18 – Архитектура чат-бота

## Анализ тональности

Целью анализа тональности является определение отношения говорящего, пишущего или другого субъекта к какой-либо теме, либо общей контекстуальной полярности или эмоциональной реакции на документ, действие или событие.

1. **Полярность тональности**  
Полярность является основной метрикой анализа тональности.
2. **Кастомизированные модели**  
IBM Watson, Meaning Cloud и Salesforce Einstein позволяют создавать кастомизированные модели для учёта специфического сленга или языка, используемого в некоторой конкретной области.
3. **Аспектная оценка тональности**  
Модели, основанные на аспектной оценке тональности, всегда зависят от предметной области.
4. **Оценка тональности, основанная на извлечении сущностей**  
Извлечение сущностей позволяет проанализировать тональность по отношению к каждой сущности, упомянутой в предложении.
5. **Языковая поддержка**  
Большая часть сервисов поддерживает английский язык (13 провайдеров из 15, два оставшихся – LexSent и Boson NLP работают только на китайском языке). Следующий по частоте встречаемости язык – испанский (8 вендоров), затем – немецкий и французский (по 6 вендоров) [16].



## Уровень готовности технологий искусственного интеллекта в России

Таблица 1 – Оценка уровня готовности технологий искусственного интеллекта в России [26]

Наименование технология ИИ	Определение технологии	Уровень готовности <sup>5</sup>	Сопоставление с мировым уровнем
<b>Компьютерное зрение</b>	Класс решений, которые находят, отслеживают и классифицируют объекты, а также синтезируют видео/изображения.	<b>6</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Обработка естественного языка</b>	Класс решений, направленных на понимание языка и генерацию текста, несущего смысл, а также общение на естественном языке при взаимодействии компьютера и человека.	<b>6</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Распознавание и синтез речи</b>	Класс решений, позволяющих осуществлять перевод речевого запроса в текстовый вид, в том числе анализ тембра и тональности голоса, распознавание эмоций, а также синтезировать речь.	<b>5</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений</b>	Класс решений, обеспечивающий выполнение процесса без участия человека, поддержку в выборе решений, а также предсказание объектов, которые будут интересны пользователю.	<b>7</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Перспективные методы и технологии в ИИ</b>	Методы и технологии, развитие которых влияет на все текущие технологии, а также на создание новых технологий в области ИИ.	<b>2</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Нейропротезирование</b>	Класс решений, позволяющих восстанавливать двигательные, чувствительные и познавательные функции, возможности человека.	<b>5</b>	Соответствует мировому уровню
<b>Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг<sup>6</sup></b>	Класс решений, позволяющих отслеживать и влиять на нервную систему человека, посредством инвазивных и неинвазивных методов.	<b>3</b>	Соответствует мировому уровню

5. Уровень готовности технологии (УГТ) дан согласно ГОСТ Р 57194.1-2016. Он обозначает степень готовности научно-технической продукции или технологии к промышленному производству и эксплуатации целевых технических систем. Определяется по шкале УГТ, которая имеет девять качественных градаций от УГТ1 до УГТ9. Уровень УГТ1 говорит о том, что выявлены и опубликованы фундаментальные принципы, сформулирована идея решения той или иной физической или технической проблемы, произведено её теоретическое и/или экспериментальное обоснование. УГТ 9 говорит о том, что продемонстрирована работа реальной системы в условиях реальной эксплуатации, технология подготовлена к серийному производству

6. Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 было рекомендовано исключить Нейротехнологии (Нейропротезирование, Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг) из перечня приоритетных субтехнологий и продолжить их развитие в рамках Национальной Технологической Инициативы

## Ключевые технические характеристики технологий искусственного интеллекта

Таблица 2 – Ключевые технические характеристики технологий искусственного интеллекта [26]

Наименование технологии ИИ	Ключевые технические характеристики	Наименование технологии ИИ	Ключевые технические характеристики
<b>Компьютерное зрение</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость обработки и передачи информации.</li> <li>2. Требования к качеству фото и видео данных.</li> <li>3. Объем данных для обучения.</li> <li>4. Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами).</li> <li>5. Оптические возможности (определение цветов, расстояний и размеров, поиск по шаблонам и др.).</li> <li>6. Требования к аппаратному обеспечению (увеличение разрешения видеосенсоров, динамический диапазон и объем вычислительной мощности для обработки).</li> </ol>	<b>Распознавание и синтез речи</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объем данных для обучения.</li> <li>2. Требования к качеству аудио данных.</li> <li>3. Скорость обработки данных.</li> <li>4. Пословная ошибка.</li> <li>5. Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами).</li> <li>6. Акустические возможности (определение частоты, тембра, силы, исключение шумов).</li> <li>7. Требования к аппаратному обеспечению (качество и количество устройств ввода, требования к памяти, CPU).</li> </ol>
<b>Обработка естественного языка</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость обработки и передачи информации.</li> <li>2. Необходимый объем текстовых библиотек для обучения системы.</li> <li>3. Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами).</li> <li>4. Требования к аппаратному обеспечению (качество и количество устройств ввода, требования к памяти, CPU).</li> <li>5. Пословная ошибка.</li> </ol>	<b>Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость обработки и передачи информации.</li> <li>2. Необходимое качество данных для обучения.</li> <li>3. Объем данных для обучения.</li> <li>4. Точность (качество вывода).</li> <li>5. Интерпретируемость ответа (объяснимость).</li> <li>6. Способность адаптироваться к изменениям входных данных (самообучаемость).</li> <li>7. Требования к аппаратному обеспечению.</li> <li>8. Потенциал масштабирования.</li> </ol>
		<b>Перспективные методы и технологии в ИИ</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергопотребление.</li> <li>2. Решение задач экспоненциальной сложности.</li> <li>3. Количество задач, решаемых с помощью ИИ.</li> <li>4. Количество успешных решений с применением перспективного метода.</li> <li>5. Требования к аппаратному обеспечению.</li> </ol>

## Взаимосвязь технологий искусственного интеллекта с другими сквозными цифровыми технологиями

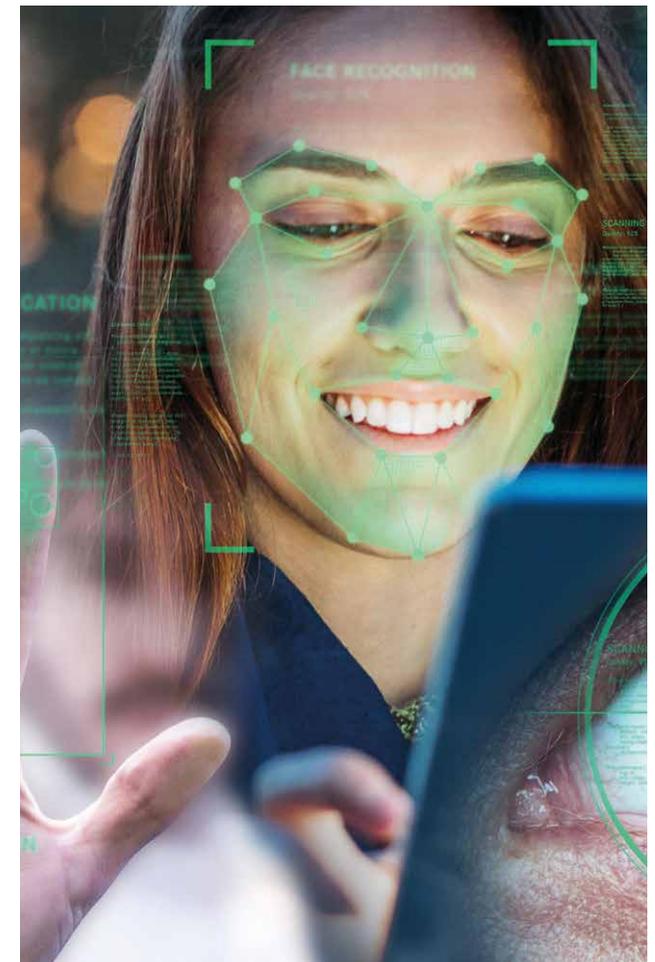
Таблица 3 – Взаимосвязь технологий искусственного интеллекта с другими сквозными цифровыми технологиями [26]

Наименование сквозной цифровой технологии	Характер взаимосвязи ИИ с данной технологией	Наименование сквозной цифровой технологии	Характер взаимосвязи ИИ с данной технологией
<b>Компоненты робототехники и сенсорики</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принятие решений за робота.</li> <li>2. Интерпретация данных.</li> <li>3. Примеры совместных решений: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ использование технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» для принятия решений роботом;</li> <li>○ использование технологии «Компьютерное зрение» для обеспечения робота необходимой информацией об окружающем пространстве;</li> <li>○ использование технологии «Распознавание и синтез речи» для обеспечения коммуникации робота с людьми.</li> </ul> </li> </ol>	<b>Промышленный интернет</b>	<p>Примеры совместных решений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Использование технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» для принятия решений на основе данных с различных устройств;</li> <li>○ Использование технологии «Компьютерное зрение» для обеспечения контроля работоспособности устройств промышленного интернета.</li> </ul>
<b>Технологии виртуальной и дополненной реальности</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчёт дополненной реальности.</li> <li>2. Примеры совместных решений: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Использование технологии «Компьютерное зрение» для обеспечения систем виртуальной/ дополненной реальности информацией о совершаемых действиях;</li> <li>○ Использование технологии «Распознавание и синтез речи» для обеспечения более полного погружения человека в систему.</li> </ul> </li> </ol>	<b>Новые производственные технологии</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимизация процессов создания опытных образцов.</li> <li>2. Системы оптимизации и управления производством на основе ИИ.</li> </ol>
<b>Промышленный интернет</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение функционала датчиков.</li> <li>2. Повышение точности расчётов на основе полученной информации.</li> </ol>	<b>Большие данные</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обучение и работа на больших данных.</li> <li>2. Использование механизмов предиктивной аналитики.</li> <li>3. Обработка и утилизация данных с использованием ИИ и машинного обучения.</li> <li>4. Повышение качества и консистентности данных при помощи data mining.</li> </ol>
		<b>Технологии беспроводной связи</b>	В перспективе – снижение затрат на обмен данными.
		<b>Системы распределённого реестра</b>	Низкий уровень связи, так как блокчейн децентрализованная система хранения и обработки данных, а ИИ – централизованная.
		<b>Квантовые технологии</b>	В перспективе – возможность использования квантовых технологий для хранения данных и выполнения вычислений.

## Наиболее перспективные направления реализации технологий искусственного интеллекта в промышленности

По мнению экспертов, наиболее перспективными направлениями использования технологий искусственного интеллекта в промышленности в ближайшей перспективе являются:

- создание интеллектуальных экспертных систем поддержки принятия решений по управлению производством, основанных на анализе больших данных (Big Data) и использовании специализированных баз знаний;
- оптимизация технологических процессов предприятий на основе создания цифровых двойников объектов промышленного производства;
- создание информационно-управляющих систем и роботизированных комплексов, самостоятельно формирующих технологические цепочки производства;
- организация сервисного обслуживания промышленного предприятия на основе прогнозирования отказов промышленного оборудования, его отдельных узлов и агрегатов;
- разработка методологии создания информационно-управляющих систем с элементами искусственного интеллекта на базе системного объединения экспертных систем поддержки принятия решений и рекурсивных нейронных сетей;
- разработка методологии управления состоянием сложных эргатических систем в режиме реального времени;
- разработка методов конструирования архитектур рекурсивных нейронных сетей;
- разработка детерминированных методов обучения нейронных сетей для разметки данных экспертами;
- создание формализованных баз знаний предметной области;
- разработка детерминированных событийных моделей цифровых двойников объектов реального мира;
- снижение влияния «человеческого фактора» при обеспечении безопасности сложных эргатических систем;
- разработка методов формализации и обработки неструктурированной разнородной информации;
- создание автоматизированных систем классификации и расследования неблагоприятных событий.



# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

# Тенденции развития технологий

## Научные исследования:

- совершенствование и придание нюансов уже существующим решениям на рынке системы машинного обучения и ИИ, реализующееся под воздействием конкуренции и инвестиционных циклов;
- развитие адаптационных функций, включая коммуникативные навыки и восприятие человеческих эмоций. Для эффективного дополнения деятельности человека вычислительной мощностью систем ИИ востребованы дальнейшие исследования в области развития интерактивных функций взаимодействия систем ИИ с человеком, повышение объясняющей роли алгоритмов машинного обучения, а также изучение влияния ИИ на социум;
- дальнейшие исследования в области алгоритмов обучения без учителя и алгоритмов с частичным привлечением учителя для поиска новых решений в условиях ограниченных наборов данных;
- продолжение исследований в области Computational Cognitive Science, которые в будущем помогут приблизиться к созданию более гибких и многофункциональных систем ИИ и позволят совершенствовать современных роботов;
- новые методы машинного обучения, которые ускоряют разработку и реализацию решений в области ИИ в условиях ограниченного количества данных;
- развитие перспективных методов анализа данных.

## Развитие существующих систем:

- улучшение качества распознавания речи;
- ручной перевод будет целиком вытеснен машинным благодаря более глубокому машинному пониманию контекста и тематики документов;
- машинное понимание языка выведет на новый уровень автоматическую обработку текстовых потоков в интернете и в социальных сетях: сбор и компиляцию фактов, их анализ на непротиворечивость и достоверность;
- возможность создания достаточно длинных статей по произвольным темам в заданной области с управляемым содержанием.

## Глобальные тенденции:

- освобождение человека от рутинных действий, замена или снижение интенсивности интеллектуального труда в отдельных профессиях вплоть до полной замены специалистов отдельных профессий на интеллектуальные устройства;
- построение цифрового интерактивного информационно-технического пространства, кооперация людей и машин в мыслящие системы;
- обоснование и поддержка сложных и ответственных решений, надёжное и эффективное управление сложными объектами и процессами;
- более эффективная обработка информации, характеризуемой многократно возрастающим объёмом и разнообразием типов;
- снижение неопределённости за счёт повышения эффективности работы с данными из предметной области;
- увеличение объёма данных для анализа и повышение доступности данных надлежащего качества.

## Развитие аппаратного и программного обеспечения:

- расширение вычислительных и функциональных возможностей программных продуктов;
- развитие вычислительной архитектуры следующего поколения;
- появление множества платформ для сборки приложений на базе голосовых интерфейсов;
- многофункциональные платформы и кроссплатформенные решения, благодаря которым голосовой ассистент сможет одинаково работать на разных устройствах;
- более широкое использование GAN (generative adversarial networks) для генерации данных для обучения моделей;
- появление новых, более эффективных вычислительных архитектур. Например, разреженные сети, сочетающие лучшие качества распределённых и символьных вычислений, модели сложность которых адаптируется к количеству обучающих данных [15], [16], [17].

## Рыночные тенденции



1. Повсеместное внедрение голосовых интерфейсов.
2. Взрывной рост голосовых роботов.
3. Поиск информации на естественном языке.
4. Крупные компании будут развивать и наращивать собственную экспертизу в области ИИ.
5. Фокус банков будет направлен на извлечение максимальной выгоды из уже накопленных банками данных с помощью ИИ вообще и NLP в частности.
6. Новое поколение конструкторов проектной документации.
7. Появление систем, оценивающих непротиворечивости документов, описывающих сложные технические объекты.
8. Появление автоматизированных систем планирования контрольных мероприятий.
9. Внедрение голосовых интерфейсов позволит в значительной мере освободить врача от записей текста и создавать автоматически размеченные истории болезней.
10. Системы поддержки принятия врачебных решений нового класса на базе технологий NLP.
11. Широкое применение технологий голосовой биометрии – аутентификации и авторизации человека по голосу – для предоставления услуг на основе персонифицированных данных.
12. Широкое внедрение технологий автоматической проверки договоров и шире – автоматизации договорной работы, в том числе проверка выполнения обязательств и т.п.
13. Появление моделей понимания юридических текстов.
14. Более глубокую интеграцию RPA-решений с технологиями NLP.
15. Смарт-контракты, автоматически генерирующиеся на базе анализа юридически обязывающих документов.
16. Внедрение персонализированного маркетинга на основе онлайн-анализа цифрового следа человека.
17. Появление моделей понимания научных текстов. Такие системы кардинально изменят технологический ландшафт и ускорят трансфер технологий, за счет анализа и выявления экспертов и экспертных сообществ в заданной области на основе анализа источников научной и патентной информации.
18. Обнаружение фальшивых новостей (fake news).
19. Анализа больших массивов информации о компаниях, людях и транзакциях в разной форме для решения прикладных задач типа поиска аффилированности и неявных связей компаний и физлиц.
20. Персонификация и персонализация государственных и муниципальных сервисов для каждого гражданина [15], [16], [17].



# ГЛАВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА

## Главные нерешённые вопросы технологий искусственного интеллекта



### Сильный и слабый искусственный интеллект

Существующие технологии слабого искусственного интеллекта позволяют создавать подсистемы, обладающие тем или иным видом когнитивных способностей. Технологии сильного искусственного интеллекта позволяют создавать из таких подсистем автономных

программных агентов и роботов, способных самостоятельно мыслить и решать широкий круг задач. Создание сильного искусственного интеллекта открывает дорогу широкому распространению автономных роботов, способных к обучению, в отличие от сегодняшних роботов с программируемым поведением. Ключевым для создания сильного искусственного интеллекта является разработка архитектуры систем, обладающих искусственной психикой. Единственной известной нам системой, обладающей психикой, является мозг. Таким образом, понимание принципов работы мозга может служить ключом к созданию технологий сильного искусственного интеллекта.

### Память и катастрофическое забывание

Существующие нейронные сети способны обучаться разным, даже очень сложным задачам. Однако, каждая такая нейросеть будет иметь лишь тот конкретный навык, которому она обучилась. Если сеть, умеющую играть в Го обучить игре в шахматы, то она при этом забудет, что она умела играть в Го. Человек, напротив, может накапливать различные навыки, которые он приобретает в течение жизни, и применять их в соответствующих обстоятельствах по своему желанию. Для решения этой проблемы необходим системный подход, а именно разработка архитектур сильного искусственного интеллекта.

### Прозрачность и объяснимость

Современные искусственные нейросети могут содержать миллиарды параметров, которые автоматически подбираются под любую задачу в процессе обучения. И обученная нейросеть может в итоге решать эту задачу даже лучше человека. Но вот понять, как именно она это делает практически невозможно – разобраться в структуре связей достаточно сложной нейросети

человек не в состоянии. Для нас такая нейросеть представляет собой «черный ящик», решениям которого мы вынуждены доверять. В этом новый нейросетевой искусственный интеллект проигрывает прошлому поколению – экспертным системам. Поскольку последние были основаны на системе правил, они всегда могли объяснить своё решение, показать какая именно цепочка правил применима в данном конкретном случае. Решение этой проблемы пока что не найдено. Возможно, что для этого нейросети должны будут научиться разговаривать, чтобы комментировать свои решения, формулируя свои мысли на человеческом языке.

### Этика искусственного интеллекта

Искусственного интеллекта является ключевой технологией новой цифровой экономики. Ведь искусственный интеллект – это наделение машин человеческими способностями. Следовательно, это ключ к массовой замене человека разумными машинами и роботами. Не удивительно, что быстрое развитие искусственного интеллекта и скорость внедрения решений на его основе порождают опасения: а что станет с людьми, которых он будет вытеснять с их привычных рабочих мест?

Подобное уже не раз случалось в ходе прошлых промышленных революций. Однако, современные темпы цифровой трансформации гораздо выше. Успеет ли общество адаптироваться к столь резким переменам? Успеют ли сокращённые работники освоить свою следующую профессию, прежде чем и там начнутся свои сокращения? Не рискуем ли мы потерять контроль над собственной судьбой, передав бразды правления гораздо более сильному искусственному интеллекту – в своих же собственных интересах? Пока что у человечества нет обоснованных ответов на все эти вопросы. [15], [16].

## Ограничения применения искусственного интеллекта

Таблица 4 – Ограничения применения технологий искусственного интеллекта [26]

Наименование группы ограничений	Ограничения
<b>Ограничения в области «Алгоритмы и математические методы»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая интенсивность научных исследований в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>2. Дефицит финансирования.</li> <li>3. Дефицит кадров для исследования в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>4. Низкая международная конкурентоспособность ведущих национальных исследовательских центров.</li> <li>5. Низкий уровень участия России в международных исследовательских проектах, ограниченный доступ к зарубежным технологиям, вызванный санкциями</li> <li>6. Искусственный интеллект является «чёрным ящиком».</li> <li>7. Низкий уровень трансфера результатов обучения.</li> </ol>
<b>Ограничения в области «Кадры»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефицит современных программ подготовки специалистов в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>2. Дефицит специалистов в сфере искусственного интеллекта на рынке труда.</li> <li>3. Низкая готовность кадров в большинстве компаний к использованию технологий искусственного интеллекта и общий дефицит цифровых навыков.</li> <li>4. Отсутствие обучения работе с технологиями искусственного интеллекта в большинстве образовательных программ.</li> <li>5. Отток за рубеж квалифицированных специалистов в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>6. Влияние технологий искусственного интеллекта и автоматизации на моральное состояние персонала.</li> <li>7. Завышенные ожидания.</li> </ol>
<b>Ограничения в области «Программное обеспечение»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефицит собственных научных исследований и технологических разработок в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>2. Отсутствие крупных российских разработчиков и производителей специализированного аппаратного обеспечения и высокий уровень зависимости от импортных поставок оборудования и комплектующих.</li> <li>3. Низкий уровень внедрения технологий искусственного интеллекта, ограниченный спрос со стороны компаний и государственных организаций, значительные барьеры для внедрения (включая монополизацию в большинстве отраслей и ограничительное отраслевое регулирование).</li> </ol>
<b>Ограничения в области «Аппаратное обеспечение»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточный уровень развития отечественных высокоскоростных энергоэффективных микропроцессоров, оптимальных для задачи искусственного интеллекта.</li> <li>2. Недостаточная обеспеченность ЦОД коллективного или индивидуального использования под выполнение задач искусственного интеллекта.</li> </ol>
<b>Ограничения в области «Данные»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие методологии сбора и разметки данных.</li> <li>2. Недостаточность общедоступных дата сетов.</li> <li>3. Низкий уровень доступа к государственным данным.</li> <li>4. Отсутствие единых подходов к форматам, разметке и доступу к данным – для совместимости данных из различных источников.</li> </ol>
<b>Ограничения в области «Нормативное регулирование»</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие полноценной системы нормативно-технического регулирования в области искусственного интеллекта.</li> <li>2. Сложность административно-правового и нормативно-технического порядка тестирования и внедрения разработок в сфере искусственного интеллекта.</li> <li>3. Несовместимость некоторых положений законодательства о защите данных с технологиями искусственного интеллекта.</li> <li>4. Недостаточно разработанное технико-экономическое обоснование внедрения технологий искусственного интеллекта.</li> <li>5. Недостаток знаний у компаний о технологиях искусственного интеллекта.</li> </ol>

## Типичные ошибки при внедрении искусственного интеллекта

### Неверная постановка задачи и завышенные ожидания

Непонимание самой технологии, её реальных возможностей и ограничений в лучшем случае грозит потерей денег, в худшем – может затормозить процесс трансформации компании. Применительно к задачам, не связанным с анализом изображений, видео, звука и текста, пока не стоит спешить всюду применять глубокое обучение, но из-за того, что *deep learning*<sup>1</sup> постепенно превращается в раскрученный бренд, многие компании могут предпринимать попытки использовать его повсюду вместо более классических подходов, что приведёт к огромной пропасти между ожиданиями от машинного обучения и результатами и более сдержанному дальнейшему внедрению машинного обучения.

### Точечные инициативы вместо конвейера решений

Реальный экономический эффект способна принести лишь полная трансформация бизнеса по принципу «искусственный интеллект как процесс». Для этого необходимо сформировать пул идей, сформулировав для каждой чёткую задачу, сценарии KPI<sup>2</sup>, просчитав риски и экономический эффект, приоритизировать эти идеи и выстроить их в очередь на реализацию. Провести комплексное изменение компании и выстроить конвейер перестройки бизнес-процессов с учётом открывшихся возможностей сейчас способны единицы.

### Неготовность закрыть неудачный пилот

Если пилотные проекты не поставлены на поток, отказаться от неудачного детища, в которое вложено много времени и сил, может быть сложно. Именно поэтому чёткие критерии успешности и сроки проекта должны быть закреплены до его старта. Производственные проекты очень сложны, поскольку скрывают в себе множество технических нюансов и противоречивых

требований. Не все проекты могут оказаться успешны по причине недостаточности или низкого качества данных. Но также встречается ситуация, когда некорректно поставлена задача или не учтены какие-то принципиальные ограничения. В рамках пилота такие сложности должны быть выявлены как можно раньше, а работы остановлены.

### Нехватка компетенций и попытка справиться собственными силами

Минимальный состав команды для внедрения пилотного проекта в области искусственного интеллекта – шесть человек. Это менеджер проекта, архитектор, эксперт МО, *data science*<sup>3</sup> аналитик, бизнес-аналитик, технический писатель и инженер инфраструктуры. Если компания занимается одновременным запуском нескольких пилотов и внедрением успешных проектов, найти необходимое число квалифицированных специалистов внутри компании будет тяжело.

Поскольку необходимо сравнить затраты компании на разработку «самописного» решения (включая расходы на оборудование, время разработчиков и, что самое сложное, оценку их квалификации и денежные затраты) и стоимость покупки готового решения – лидера в своей сфере. В первом случае можно потратить много времени и сил и не получить качественного результата, поскольку это не является основной деятельностью компании и ресурсов на решение задачи не хватает.

### Слабая коммуникация заказчика и исполнителя

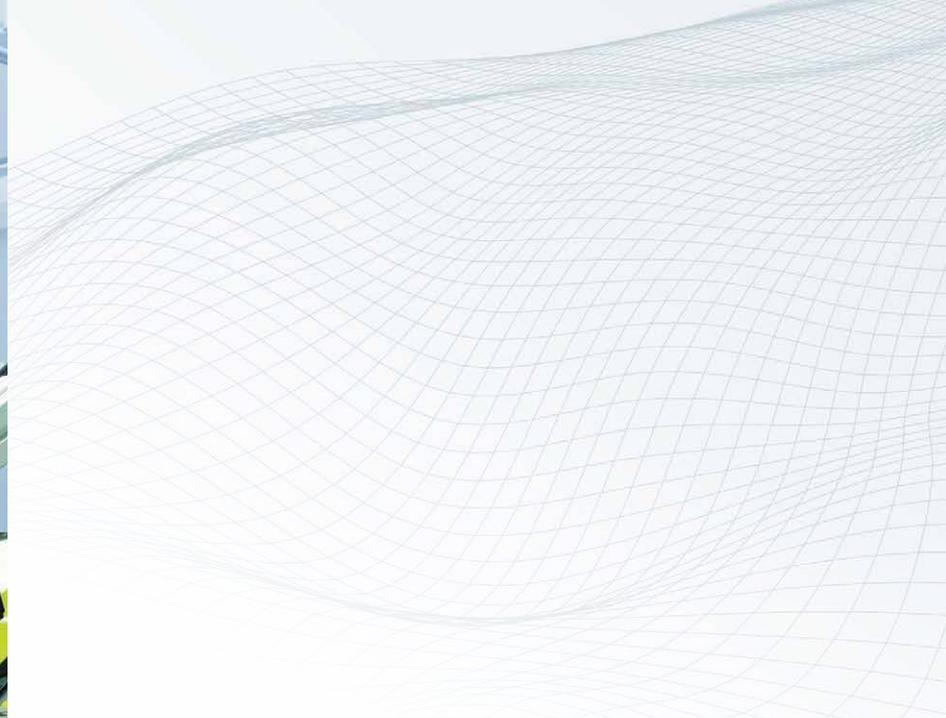
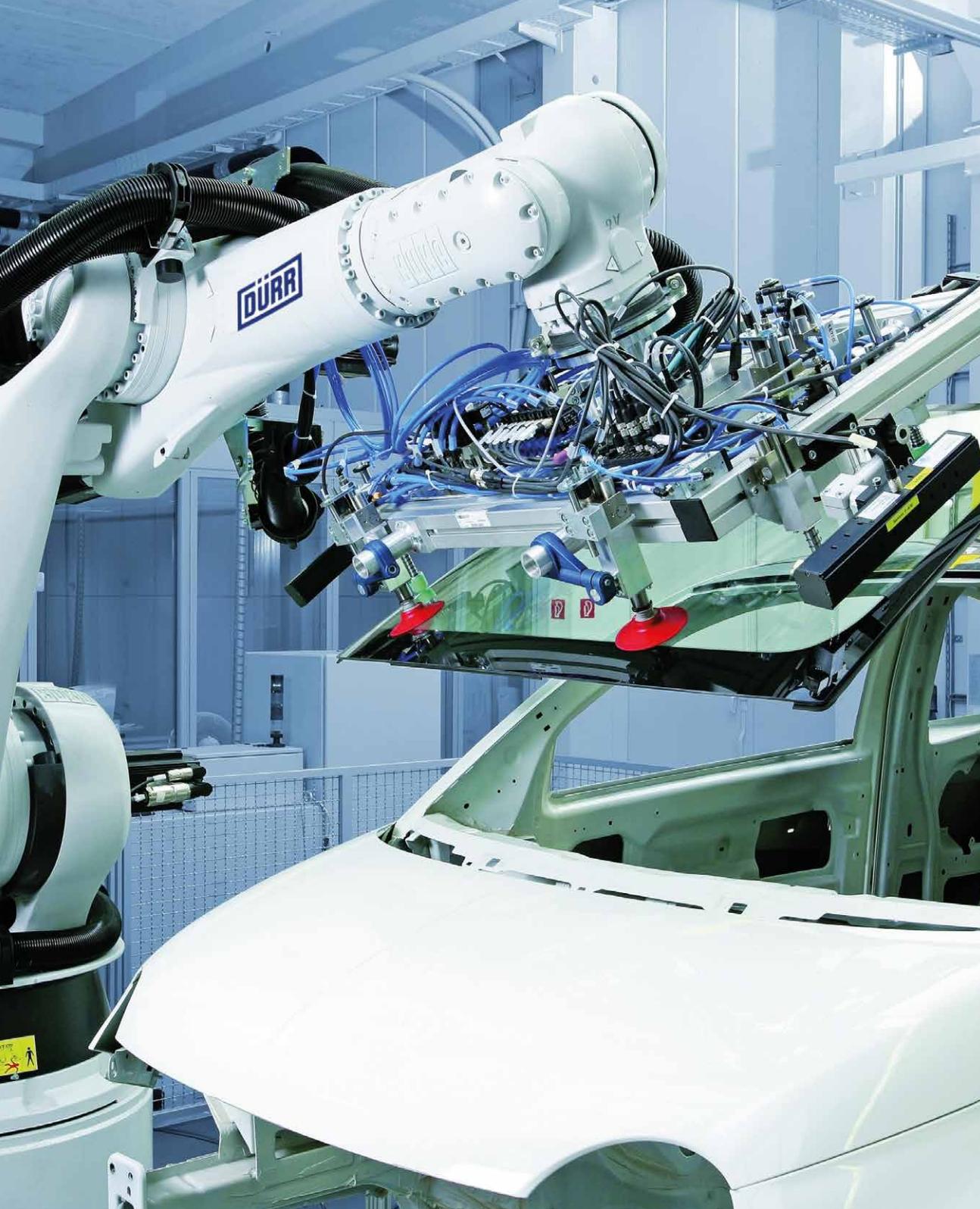
При реализации проекта собственными силами недостаточно посадить участников в соседних кабинетах – нужно организовать их ежедневное взаимодействие. Но, даже пригласив специалистов со стороны, спихнуть на них всю работу не получится – придётся постоянно находиться на связи и координировать процесс. Практика учит, что *data scientist*<sup>4</sup> и бизнес-заказчик должны

общаться ежедневно, работать вместе. Это необходимо для точной настройки модели, максимально корректной интерпретации её результатов, особенно промежуточных неудач и аномалий, где нужна экспертиза по конкретному бизнесу.

Развитие рынка искусственного интеллекта и машинного обучения стимулируется ростом производственных мощностей, увеличением объёмов данных, накопленными отечественными предпрятиями и организациями, а также информацией об успешных кейсах и о выгодах, полученных конкурентами благодаря использованию технологий искусственного интеллекта.

С помощью технологий искусственного интеллекта можно выявлять скрытые закономерности в поведении потребителей, определять вероятность отклика на то или иное рекламное предложение, понимать, кому, когда, как и что лучше предложить, чтобы выстроить максимально персонализированные коммуникации и повысить эффективность рекламных кампаний [19].





# СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА

## Отрасли применения технологий искусственного интеллекта согласно Дорожной карте развития «сквозной» цифровой технологии «нейротехнологии и искусственный интеллект» [26].

- 1** В отрасли «Сельское хозяйство, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (Классификатор ОКВЭД «А») выделяются следующие области применения:
- 1.1. Повышение эффективности процессов селекции за счёт учёта генетических и фенотипических<sup>1</sup> параметров.
  - 1.2. Повышение урожайности за счёт выстроенной автономной системы ухода за культурами.
  - 1.3. Снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт за счёт прогнозирования поломок техники.

- 2** В отрасли «Добыча полезных ископаемых» (Классификатор ОКВЭД «В») выделяются следующие области применения:
- 2.1. Оптимизация разведки и извлечения запасов на основе анализа геофизических данных.
  - 2.2. Повышение эффективности и безопасности производственного процесса за счёт применения автономного оборудования и транспорта.
  - 2.3. Предотвращение простоев оборудования и дорогостоящих ремонтов за счёт превентивного обслуживания.

- 3** В отрасли «Обрабатывающие производства» (Классификатор ОКВЭД «С») выделяются следующие области применения:
- 3.1. Повышение качества и снижение затрат на проектирование продукции за счёт комплексного моделирования параметров будущего продукта.
  - 3.2. Автоматизация и оптимизация производственных процессов и сети поставок за счёт снижения производственных ошибок.
  - 3.3. Минимизации влияния человеческого фактора.
  - 3.4. Эффективное прогнозирование спроса.

- 4** В отрасли «Обеспечение электрической энергией, газом и паром» (Классификатор ОКВЭД «D») выделяются следующие области применения:
- 4.1. Сокращение сроков и затрат на проектирование и строительство объектов за счёт анализа данных об условиях строительной площадки и опыта предыдущих проектов.
  - 4.2. Оптимизация ремонтов за счёт предиктивного обслуживания оборудования.
  - 4.3. Оптимизация процессов управления сложными энергетическими системами за счёт улучшения процессов диспетчеризации.

- 5** В отрасли «Строительство» (Классификатор ОКВЭД «F») выделяются следующие области применения:
- 5.1. Улучшение качества строительного процесса за счёт обнаружения ошибок строительства.
  - 5.2. Использование ИИ для моделирования и анализа потенциальных опасностей (пожарных рисков, рисков разрушения здания и др.).
  - 5.3. Улучшение качества архитектурного планирования за счёт анализа изображений окрестностей.

- 6** В отрасли «Торговля оптовая и розничная» (Классификатор ОКВЭД «G») выделяются следующие области применения:
- 6.1. Минимизации влияния человеческого фактора и эффективное прогнозирование спроса.
  - 6.2. Оплата товаров и услуг голосом, который был идентифицирован искусственным интеллектом.
  - 6.3. Прогнозирование поведенческой модели покупателя на основании ретроспективных покупок.
  - 6.4. Автоматизация инвентаризации в магазине за счёт использования распознавания изображений.

1. ФенотиПп (от др.-греч. φαίνω «являю; обнаруживаю» + τύπος «образец») — совокупность внешних и внутренних характеристик, присущих организму или системе на определённой стадии развития или приобретённых в результате развития.

7

В отрасли «Транспортировка и хранение» (Классификатор ОКВЭД «Н») выделяются следующие области применения:

- 7.1. Оптимизация выстраивания маршрутов, учитывая прогнозы транспортных потоков и характеристик ТС.
- 7.2. Обеспечение безопасности вождения за счёт выявления и предупреждения опасных ситуаций.
- 7.3. Использование беспилотных ТС.
- 7.4. Предотвращение поломок транспорта за счёт прогнозирования неисправностей.
- 7.5. Оптимизация работы распределительных центров за счёт автоматизированного учета продукции и скорости погрузки.
- 7.6. Роботизация складов.

8

В отрасли «Деятельность гостиниц и предприятий питания» (Классификатор ОКВЭД «I») выделяются следующие области применения:

- 8.1. Мгновенный перевод речи туристов в гостиницах.
- 8.2. Создание персонализированного меню и диеты.
- 8.3. Автоматизированная доставка продуктов питания.

9

В отрасли «Деятельность в области информации и связи» (Классификатор ОКВЭД «J») выделяются следующие потребности:

- 9.1. Оптимизация распределения сетевых ресурсов на основе реального времени и анализ прогнозной нагрузки.
- 9.2. Рекомендации в области необходимых инвестиций по строительству сетевой инфраструктуры за счёт оценки потребностей сети.
- 9.3. Прогноз региональных тенденций спроса на телекоммуникационный трафик.

10

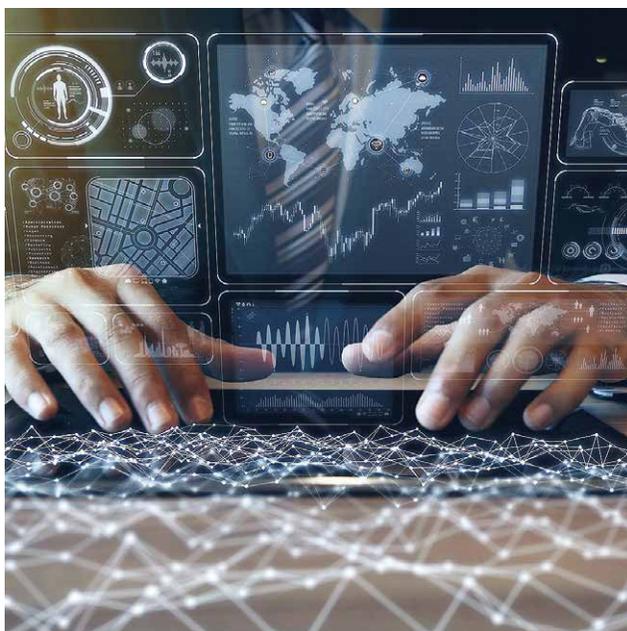
В отрасли «Деятельность финансовая и страховая» (Классификатор ОКВЭД «K») выделяются следующие потребности:

- 10.1. Оценка кредитоспособности заёмщиков и предложение новых банковских продуктов на основе данных о транзакциях, данных о клиенте в соцсетях.
- 10.2. Чат-боты, в том числе голосовые системы обработки клиентских запросов.
- 10.3. Повышение безопасности операций и предотвращение мошенничества.
- 10.4. Повышение эффективности планирования личных финансов и управления инвестициями.
- 10.5. Персонализация.
- 10.6. Таргетинг.

Использование технологий искусственного интеллекта носит общий или «сквозной» характер и способствует созданию условий для улучшения эффективности и формирования принципиально новых направлений деятельности хозяйствующих субъектов, в том числе за счёт:

- повышения эффективности процессов планирования, прогнозирования и принятия управленческих решений (включая прогнозирование отказов оборудования и его превентивное техническое обслуживание, оптимизацию планирования поставок, производственных процессов и принятия финансовых решений);
- автоматизации рутинных (повторяющихся) производственных операций;
- использования автономного интеллектуального оборудования и робототехнических комплексов, интеллектуальных систем управления логистикой;
- повышения безопасности сотрудников при выполнении бизнес-процессов (включая прогнозирование рисков и неблагоприятных событий, снижение уровня непосредственного участия человека в процессах, связанных с повышенным риском для его здоровья и жизни);
- повышения лояльности и удовлетворённости потребителей (в том числе направление им персонализированных предложений и рекомендаций, содержащих существенную информацию);
- оптимизация процессов подбора и обучения кадров, составления оптимального графика работы сотрудников с учётом различных факторов.

## Внедрение технологий искусственного интеллекта в реальные проекты



В конце октября 2019 года исследователи опубликовали неутешительные выводы глобального опроса [32], касающиеся интеграции технологий искусственного интеллекта в современный бизнес. Несмотря на то, что большинство компаний уверены в значимой роли искусственного интеллекта, которые эти технологии будут играть в будущем, а почти половина опасаются увидеть технологии искусственного интеллекта у конкурентов, на самом деле не более 40% компаний, которые уже внедрили данные технологии в свой бизнес, смогли получить реальную прибыль.

Около 70% респондентов признались, что новые технологии никак не повлияли на их бизнес. Исследователи

пришли к выводу, что успешное использование технологий искусственного интеллекта без адекватной интеграции в корпоративную стратегию невозможно.

Исследователи отмечают, что это связано с устаревшими бизнес-моделями, которые должны быть модернизированы вместе с внедрением технологий искусственного интеллекта.

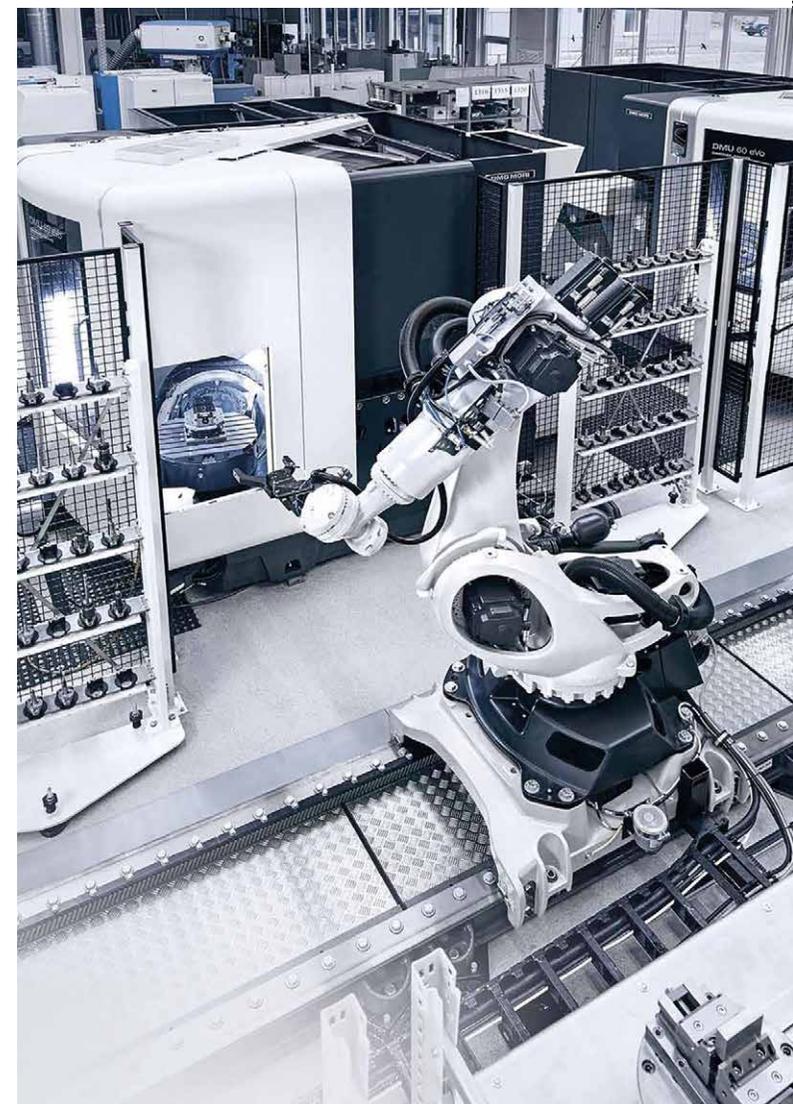
### В начале ноября 2018 года было опубликовано два исследования в сфере искусственного интеллекта [32]:

- «Прогноз на 2019 год: автоматизация»;
- «Прогноз на 2019 год: искусственный интеллект».

Согласно данным отчётам, компании переоценили искусственный интеллект и разочаруются в нём через год. В 2019 году до 10% компаний вернули в автоматизированные процессы человеческий фактор, и эта тенденция в значительной степени обусловлена ограничениями технологий искусственного интеллекта и их осознанием.

В большинстве случаев люди не должны полностью исключаться из цикла работы искусственного интеллекта, сдует из этих отчётов. Автоматизацию можно использовать для анализа рынка и ускорения процессов поддержки клиентов, но непосредственный контакт должен осуществляться людьми. В сбалансированных отношениях между искусственным интеллектом и людьми автоматизация будет применяться только в качестве первой линии ответа.

Учитывая вышеизложенное, спрос на автоматизацию и технологии искусственного интеллекта вряд ли упадёт, т.к. всем компаниям так или иначе придется работать с ними и создавать среду, в которой автоматизация позволит получить наибольшую выгоду.



## Технологии искусственного интеллекта в промышленности

Один из самых больших потенциалов применения технологий искусственного интеллекта – в промышленности. Это реальные производственные процессы с реальными деньгами и возможностью сокращения себестоимости. Но эта отрасль пока несколько отстаёт в силу её низкой рентабельности, всё ещё низкой автоматизацией производственных процессов.

Сегодня производственные процессы шаг за шагом усложняются, появляется всё больше факторов и нюансов. Если раньше весь производственный процесс умещался в голову одного технолога, то теперь он находится за гранью того, что один человек или группа людей может учесть. Соответственно, усложняющийся процесс производства требует новых решений, в частности применения машинного обучения.

На производстве особенно ценны люди, обладающие уникальными компетенциями. Они могут заболеть, выйти на пенсию, а использование технологий искусственного интеллекта повышает устойчивость бизнеса относительно человеческого фактора.

В промышленности уже есть успешные примеры внедрения технологий искусственного интеллекта. Например, проект по предотвращению брака на промышленном производстве, где 1200 параметров определяют качество продукции, причём более 800 влияют существенно на то, уйдёт ли готовое изделие в брак или нет. Это химические и массовые характеристики, температура, скорость элементов производственного процесса, показания приборов и настройки станков.

### Наиболее часто методы машинного обучения применяются:

- в дискретном производстве (машиностроение, авиастроение, приборостроение и т.п.) – 44%;
- в процессном производстве (металлургия, химия, нефтехимия, нефтепереработка и нефтедобыча) – 22%;

- в электроэнергетике – 11%;
- научные работы университетов – 23%.

### Технологии искусственного интеллекта в производстве:

- на уровне проектирования: повышение эффективности разработки новых продуктов, автоматизированная оценка поставщиков и анализ требований к запчастям и деталям;
- на уровне производства: совершенствование процесса исполнения задач, автоматизация сборочных линий, снижение количества ошибок, уменьшение сроков доставки сырья;
- на уровне продвижения: прогнозирование объёмов предоставления услуг поддержки и обслуживания, управление ценообразованием;
- на уровне предоставления обслуживания: улучшение планирования маршрутов парка транспортных средств, спроса на ресурсы автопарка, повышение качества подготовки сервисных инженеров.

Для решения задач IIoT\* и промышленной аналитики применяются такие методы, как многослойный перцептрон ((D)MLP) – в 14% случаев, метод опорных векторов (SVM) – в 14% случаев, сверхточные нейронные сети (CNN) – в 11%.

Большинство применений методов машинного обучения относится к предиктивной аналитике (Predictive analytics) – 26%, и описательной аналитике (Descriptive analytics) – 23%. Также достаточно часто данные методы применяются в области управления роботами и роботизации – 14%.

В дискретном производстве методы искусственного интеллекта используются в первую очередь для увеличения срока службы промышленного оборудования

и повышения эффективности его технического обслуживания. Предсказательная аналитика помогает промышленникам получить информацию об остаточном ресурсе промышленных активов, а предписывающая аналитика ещё и даёт рекомендации, что нужно сделать для предотвращения сбоев в работе и недопущения аварий.

Вторая область применения – это роботехника и роботизация, когда создаются системы или модели, которые способны обучить промышленных роботов эффективным действиям без участия человека.

Первое направление в большей степени оптимизирует расходы на содержание промышленного фонда, а второе перспективно с точки зрения генерации прибыли. Если первый сценарий в России возможен при развитии систем мониторинга оборудования и промышленного интернета вещей, то второе направление пока не столь активно в связи с низкой роботизацией отечественного производства.

В процессном производстве используются те же сценарии с предиктивной аналитикой и предписывающей аналитикой для более эффективного использования оборудования, что и в дискретном производстве. Но более перспективными с точки зрения влияния на экономические показатели предприятия являются системы типа «цифровой советчик» для цифрового управления технологическими процессами.

Самые передовые методы, такие как метод обучения с подкреплением (самообучающаяся система, где обучаемое получает «вознаграждение» за максимально эффективный алгоритм действий), в промышленности практически не используются в силу новизны и сложности, хотя и могут дать существенный эффект.

\* Industrial Internet of Things (IIoT) - промышленный интернет вещей

## Примеры реализации технологий искусственного интеллекта в промышленности

### ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

#### Цифровая модель для предотвращения отказов на стане-2000

На Череповецком металлургическом комбинате, одном из крупнейших интегрированных заводов по производству стали в мире, в промышленную эксплуатацию запущена предиктивная модель, позволяющая предотвращать отказы на стане горячей прокатки 2000 с целью сокращения количества его простоев. Модель выявляет вероятность перегрева подшипника шестерённых клетей – одну из наиболее частых и ресурсозатратных причин остановки агрегата. Это первая модель в области предиктивных ремонтов, внедрённая на производстве ЧерМК в рамках реализации цифровой стратегии компании.

Прогноз формируется на основе потока данных с датчиков температуры, расположенных непосредственно на стане. С помощью разработанной цифровой модели они анализируются, и на их основе формируется прогноз температурного режима на ближайший промежуток времени. В случае отклонения этих показателей от нормы, оператору поступает соответствующее оповещение, тогда как раньше датчики фиксировали нарушения работы агрегата лишь в момент, когда они непосредственно происходили. Горизонт прогнозирования отказа достаточен, чтобы он смог предпринять необходимые меры и предотвратить незапланированную остановку стана. Благодаря расчётам предиктивной модели количество простоев по причине перегрева подшипника шестерённых клетей сократится на 80%.

На одном только стане-2000 контролируется более ста тысяч параметров, что открывает огромные перспективы для реализации проектов по предиктивной аналитике. Подобные модели основаны на алгоритме машинного обучения, а значит, обрабатывая больше данных и сопоставляя больше параметров, они могут самостоятельно обучаться и становиться точнее [64].

### ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ»

#### Прогнозирование цен

Текущая точность прогнозирования цен на сырьё и продукты на основных рынках не всегда позволяет направлять продукцию на более премиальные рынки,



Рисунок 19 – Стан 2000 ПАО «Северсталь»



Рисунок 20 – Видеоаналитика ПАО «СИБУР Холдинг»



Рисунок 21 – Видеоаналитика ПАО «СИБУР Холдинг»



Рисунок 22 - Система Real Time Optimization ПАО «СИБУР Холдинг»

а также оптимизировать материальные потоки между продуктами с наибольшей эффективностью.

Инструмент «Динамическое ценообразование» работает на анализе данных и искусственного интеллекта. Система прогнозирует цены на продукты и сырье на целевых рынках с применением методов анализа данных и искусственного интеллекта, что позволяет принимать решения о времени и географии продаж и своевременно направлять продукцию на более выгодные рынки.

Модели динамического ценообразования обучаются на больших массивах данных, используя все зависимости, за которыми человек не может уследить. Используются цены на продукт, сырье и связанные продукты, спрос и предложение, остановки и аварии оборудования, макроэкономика, биржевые цены, а также другие факторы.

Система повышает точность прогнозирования в среднем в 2 раза, а скорость выдачи прогноза – с 2 недель до минут [62].

### Видеоаналитика

Видеоаналитика может решать разные задачи – повышать качество продукции благодаря автоматическому контролю и отбраковке, избегать неплановых остановов производственных линий, своевременно предупреждая оператора о необходимости вмешаться в работу линии, контролировать соблюдение правил промышленной безопасности.

Система компьютерного зрения распознаёт нештатные ситуации об отклонениях в процессах работы установок, нарушениях требований безопасности и сигнализирует об этом оператору. Если ранее оператору выводились все камеры, то теперь он видит только сигналы об отклонениях и их описания – те ситуации, в которые требуется оперативное вмешательство. При отсутствии отклонений экран системы видеонаблюдения остаётся чёрным и не отвлекает оператора от управления технологическим процессом.

Компьютерное зрение совершенствуется с помощью алгоритмов машинного обучения, которые детектируют необходимые объекты с последующей классификацией и описанием наблюдаемой ситуации. Если ситуация не соответствует штатной, система принимает соответствующие меры [62].

### Система Real Time Optimization (RTO)

RTO улучшает показатели работы существующих систем управления (PCU, СУУТП) на производстве пиролиза углеводородов нефти, компримирования, разделения пирогаза.

Система моделирует процесс с учетом экономических и производственных задач в режиме реального времени: варьирует переменными, которые оказывают влияние на степень конверсии углеводородного сырья в процессе пиролиза (температура реакции, время пребывания сырья в змеевике печи, давление), а также на селективность процесса по различным продуктам реакции. Для каждого варианта возможного режима работы печи RTO рассчитывает содержание целевых продуктов в пирогазе и значение общей операционной прибыли.

Система способствует увеличению общей операционной прибыли в условиях заданных экономических и технологических ограничений. Основной задачей RTO является достижение максимума общей операционной прибыли, которая рассчитывается с учетом затрат сырья, материалов и энергоносителей, а также дохода от продаж продуктов. В зависимости от введенных цен на ресурсы, система оптимизации будет смещать режим пиролиза таким образом, чтобы увеличить селективность процесса по наиболее ценным продуктам.

Система предсказывает до 85% нештатных ситуаций с экструдером на производстве полипропилена.

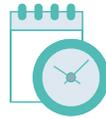
С помощью советчика удалось повысить производительность на 0,5% или 1200 тонн готовой продукции [62].

## ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ»

Технологический лидер нефтегазовой промышленности, компания «Газпром нефть», реализует сразу несколько проектов с участием искусственного интеллекта. Один из них, «Когнитивный геолог», предполагает создание самообучающейся модели геологического объекта. Дело в том, что ключевые решения по освоению месторождений приходится принимать уже на ранней стадии разработки, а ошибку, допущенную в начале процесса, в дальнейшем исправить практически невозможно.

Геологи по крупицам собирают данные, чтобы получить достоверную картину строения недр и ответить на главный вопрос: насколько рентабельной окажется добыча? Это занимает год-два, при этом уверенность в правильности

## «КОГНИТИВНЫЙ ГЕОЛОГ»



Раньше на обработку и анализ информации требовалось **2 года**, с запуском «Когнитивного геолога» потребуется **2 месяца**.



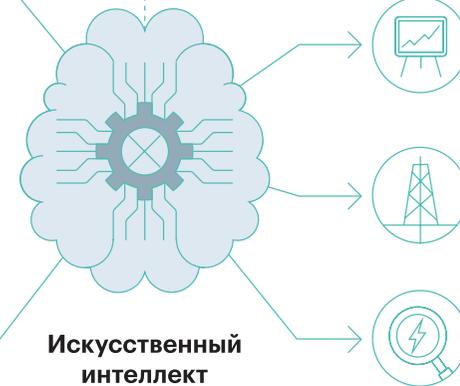
**Вся доступная первичная информация**

- Результаты геолого-разведочных работ
- Исходные геологические данные



**Накопленный опыт**

- Информация о разработке месторождений-аналогов



**Рекомендация по перечню дополнительных исследований, способных повысить уверенность в точности результатов обработки данных**

Прогноз запасов

Стратегия разработки

Оценка рисков

Рисунок 23 – Система «Когнитивный геолог» ПАО «Газпром нефть»

## ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БУРЕНИЕМ «ГЕОНАВИГАТОР»

Дистанционное управление бурением всех сложных высокотехнологичных скважин из Санкт-Петербурга

 **24** часа  
в сутки

 **7** дней  
в неделю

 **365** дней  
в году

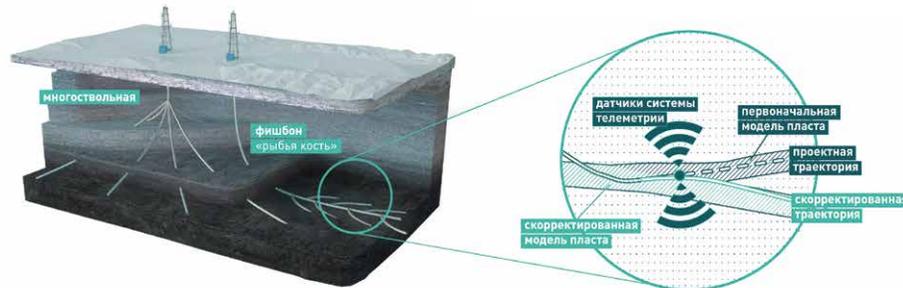


**> 60%** доля высокотехнологичных скважин в новом бурении

**Схемы бурения высокотехнологичных скважин**

**Сопровождение бурения**

**20+** скважин в сутки **700+** скважин в год



### Задачи



Точное попадание горизонтальной скважины в продуктивный пласт



Корректировка геологической модели месторождения



Достижение оптимальной траектории бурения без отклонений



Повышение эффективности расхода производственных материалов

ответа всё равно не превышает 60%. «Когнитивный геолог» будет математически обрабатывать исходную информацию, оценивать вероятность правильности ответов и выдавать рекомендации о методах разработки или необходимости проведения дополнительных исследований. По расчётам специалистов «Газпром нефти», время интерпретации геологических данных за счет работы искусственного интеллекта сократится в шесть раз, а количество извлеченной из них полезной информации возрастет на 30% [63].

Ещё один проект «Газпром нефти» предполагает применение искусственного интеллекта при бурении сложных скважин. Пример: нефтяникам на основе геологической модели необходимо на глубине в несколько километров попасть в пласт толщиной всего два-три метра и вести по нему скважину на протяжении километра, оперативно реагируя на изменения конфигурации продуктивного горизонта, которые отслеживаются с помощью датчиков, установленных на буровом инструменте. Однако датчики расположены в 17 метрах от долота, поэтому специалисты, дистанционно контролирующие ситуацию из Центра управления бурением «ГеоНавигатор» в Санкт-Петербурге, узнают о выходе скважины из продуктивного горизонта с задержкой в 20–30 минут. За это время траектория бурения может уйти от трехметрового пласта на большое расстояние. Решение проблемы найдено в обучаемой модели, которая в режиме реального времени будет делать выводы об изменении условий в самой дальней точке скважины на основе таких параметров, как нагрузка на буровом инструменте, сопротивление, температура, вибрация и скорость проходки. Это позволит специалистам «ГеоНавигатора» оперативно корректировать траекторию бурения и уточнять геологическую модель месторождения, одновременно формируя дополнительные данные для дальнейшего обучения «умного» бура. В будущем математическая модель бурения позволит по косвенным данным превентивно прогнозировать возможные нештатные ситуации, устанавливать оптимальные режимы работы оборудования и даже в реальном времени определять продуктивность пласта, при этом оценивая экономическую эффективность разбуривания конкретного горизонта [63].

Рисунок 24 – Центр управления бурением «ГеоНавигатор» ПАО «Газпром нефть»

## Технологии искусственного интеллекта в социальной сфере

Использование технологий искусственного интеллекта в социальной сфере способствует созданию условий для улучшения уровня жизни населения, в том числе за счёт [47]:

### ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ВКЛЮЧАЯ

- профилактические обследования;
- диагностику;
- основанную на анализе изображений;
- прогнозирование возникновения; и развития заболеваний;
- подбор оптимальных дозировок; лекарственных препаратов;
- сокращение угроз пандемий;
- автоматизацию и точность; хирургических вмешательств.

### ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ ВКЛЮЧАЯ

- адаптацию образовательного процесса к потребностям обучающихся и потребностям рынка труда;
- системный анализ показателей эффективности обучения для оптимизации профессиональной ориентации и раннего выявления детей с выдающимися способностями;
- автоматизацию оценки качества знаний и анализа информации о результатах обучения.

### ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ, А ТАКЖЕ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ИХ ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ.

## Технологии искусственного интеллекта в государственном секторе

Спрос на технологии искусственного интеллекта, машинного обучения ранее озвучивали многие российские заказчики и в других отраслях, включая госсектор. Так, ФНС в 2017 году начала использовать искусственный интеллект в личном кабинете физических лиц и планирует развивать этот проект в 2018 году. Новая версия личного кабинета ФНС использует чат-бот, помогающий людям решать вопросы, связанные с налоговым администрированием. Его предстоит научить работать с базой данных, в которую входит около порядка 150 тыс. различных жизненных ситуаций.

Управление ИТ Росимущества в числе планов ведомства по цифровизации рассматривают применение элементов искусственного интеллекта при формировании прогнозов доходов федерального бюджета и плана приватизации и использование технологии блокчейна для организации взаимодействия с другими органами власти.

В конце 2017 года также Департамент проектной деятельности правительства России предложил концепцию новой системы правоприменения, в которой будет использоваться искусственный интеллект. По задумке авторов инициативы, по типовым делам искусственный интеллект мог бы самостоятельно генерировать судебные решения и проверять решения на ошибки и коррупционную составляющую [47].

## Технологии искусственного интеллекта в финансовом секторе

В финансовой отрасли интерес к технологиям искусственного интеллекта особенно высок – о спросе и развитии этих технологий заявляли многие российские банки. В «Сбербанке» считают, что через 5 лет 80% всех решений будут приниматься с помощью искусственного интеллекта. В «Альфа-банке» прогнозируют, что отрасль активно будет переходить на безлюдные технологии, и через 3 года клиенты в 50% случаев будут общаться с ботами.

Всё больше классических банков и страховых компаний понимают экономическое обоснование эффективности использования искусственного интеллекта в их процессах и создают финансовые продукты с использованием машинного обучения и компьютерного зрения.

### Технологии ИИ в банках:

- на уровне проектирования: прогнозирование востребованности банковских продуктов, предсказание изменений спроса, автоматизированная оценка рисков;
- на уровне производства: автоматизация и оптимизация взаимодействия с существующими и потенциальными клиентами. Автоматизация обработки документов и одобрения кредитов;
- на уровне продвижения: предоставление персонализированных предложений в нужный момент времени. Автоматическое регулирование процентных ставок в зависимости от истории клиента;
- на уровне предоставления обслуживания: развитие автоматизированных систем и интерфейсов самообслуживания во всех каналах коммуникации.

### Современные банковские чат-боты умеют

- информирование об особенностях продуктов и сервисов;
- предоставление контактных данных;
- проведение платёжных операций;
- финансовые рекомендации клиенту;
- показывать курсы и обменивают валюту;
- осуществлять учёт личных финансов;
- осуществлять перевод с карты на карту;
- отправлять заявки на торговый и интернет эквайринг и проверять контрагента по ИНН/ОГРН (ИП);
- отвечать на вопросы пользователя.

### Индивидуальные предложения и повышение лояльности

- рекомендации банковских продуктов и покупок (программы лояльности от различных ритейлеров), в том числе с использованием знаний о клиенте из социальных сетей;
- определение B2B связей клиента с последующими рекомендациями новых контрагентов;
- моделирование финансовых рисков для малого бизнеса (дефолт, кассовый разрыв) в режиме реального времени с рекомендациями целевых стратегий и продуктов.

Альтернативой финансовым консультантам по банковским вопросам, конкретным покупкам и другим денежными операциям в режиме онлайн стал робоэдвайзинг.

### Робоэдвайзеры дают большие преимущества в сфере онлайн-трейдинга. Прежде всего, это:

- заявки в один клик;
- открытие счёта в реальном времени;
- мониторинг;
- актуальные новости;
- обработка больших объёмов сделок сразу.

Распространение брокеров в социальных сетях делает инвестиционные знания более доступными и понятными, а общение с клиентом – простым и адресным.

Автоматизация позволяет преподносить информацию в режиме 24/7, при этом снижая издержки процессов. Автоматизированные программные алгоритмы ("советники") доступны на стационарных персональных компьютерах или в формате мобильных приложений, несут в себе функции портфельного управляющего, определяющего риски и оптимальную инвестиционную стратегию [33], [47].

## Технологии искусственного интеллекта в электроэнергетике

### НА УРОВНЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

- улучшенное прогнозирование генерации и спроса на энергоресурсы;
- оценка надёжности энергогенерирующего оборудования;
- автоматизация повышения генерации при скачке спроса.

### НА УРОВНЕ ПРОИЗВОДСТВА:

- оптимизация профилактического обслуживания;
- повышение эффективности генерации;
- снижение потерь, предотвращение краж энергоресурсов.

### НА УРОВНЕ ПРОДВИЖЕНИЯ:

- оптимизация ценообразования в зависимости от времени дня и динамическая тарификация.

### НА УРОВНЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ:

- автоматический выбор наиболее выгодного поставщика;
- подробная статистика потребления;
- автоматизированное обслуживание клиентов;
- оптимизация энергопотребления с учётом привычек и поведения клиента [47].

## Технологии искусственного интеллекта для антифрода. Внешние и инсайдерские угрозы

В 2019 году стало известно о том, что всего через два года искусственный интеллект и машинное обучение будут использоваться для противодействия мошенничеству в три раза чаще, чем по состоянию на июль 2019 года. Такие данные были получены в ходе совместного исследования компании SAS и Ассоциации сертифицированных специалистов по расследованию хищений и мошенничества (Association of Certified Fraud Examiners, ACFE). На июль 2019 года такие антифрод-инструменты уже используют в 13% организаций, принявших участие в опросе, и в ещё 25% заявили, что планируют их внедрить в течение ближайшего года-двух [47].

- Признаки использования пластиковой карты клиента третьим лицом.
- Признаки т.н. «дропперов» исходя из характера поступлений и операций в интернет-банке и банкоматах.
- Выявление фиктивных зарплатных проектов (кредиты, обналичивание).
- Выявление несанкционированных расходных операций по счетам клиентов и пластиковым картам клиента.
- Ошибки в параметризации программ бонусирования по пластиковым картам, которые ведут к «накруткам» и ущербу.
- Схемы обналичивания денежных средств, в т.ч. с использованием интернет-банка и пластиковых карт.
- Злоупотребления при проведении конверсионных операций как по физическим, так и юридическим лицам.
- Несанкционированное подключение интернет-банка к счетам клиента и выпуск пластиковых карт без ведома клиента.
- Несанкционированное увеличение лимитов по кредитным картам.

## Технологии искусственного интеллекта и операционная эффективность

- Выявление и автоматическая корректировка отклонений в транзакциях.
- Natural Language Processing алгоритмы для анализа и генерации исковых заявлений.
- Мониторинг и прогнозирование выхода из строя инфраструктуры (банкоматы, IT-ресурсы).
- Оптимизация наличного оборота и остатков в кассах и банкоматах. Оптимизация работы инкассаторских служб.
- Оптимизация поиска и найма персонала (анализ резюме и первичный отбор).
- Речевая аналитика в режиме реального времени для колл-центров и отделений (управление качеством консультаций) [47].

## Технологии искусственного интеллекта на транспорте

В мире идёт активная разработка ITS (англ. Intelligent transport systems – умные транспортные системы) – стандарта связи для автомобилей нового поколения с большим спектром возможностей. Их стандартизацией занимаются такие организации, как ETSI, IEEE, 3GPP и другие. Современные системы ITS решают такие задачи, как контроль допуска, управление и оплата парковками, предоставление информации о движении и оплате парковки, управление грузоперевозками, контроль трафика и т.д.

Одним из основных применений ITS является помощь водителю транспортного средства. За счёт кооперативной осведомленности транспортное средство может получить оповещение об опасности, индикатор медленно идущих машин, предупреждение о столкновении на перекрестке, индикатор о приближении мотоцикла и т.д.

Водителю будут доступны оповещения о таких ситуациях, как поломка электрического освещения, неверная дорога, стационарная машина (авария или поломка транспортного средства), проведение дорожных

работ, риск столкновения, оповещение о состоянии дорожного движения и оповещение о смене сигнала. Децентрализованные базы данных будут предоставлять информацию об опасных зонах, осадках, сцеплениях на дорогах, видимости, ветре и др.

Следующим шагом станет использование ITS в беспилотных автомобилях. Базовым компонентом для таких автомобилей будут внешние камеры и радарное оборудование. Но именно обмен информацией между автомобилями по средствам V2V-систем вместе с получением транспортными средствами через V2I-системы информации о ситуации на дорогах и актуальных цифровых карт дорог позволит обеспечить безопасное и эффективное дорожное движение беспилотных транспортных средств [47].

Некоторые системы полагаются на инфраструктурные системы (например, встроенные в дорогу или около неё), но более продвинутые технологии позволяют симулировать присутствие человека на уровне принятия решений о рулении и скорости, благодаря набору камер, сенсоров, радаров и систем спутниковой навигации.



## ТИПЫ ИТС: V2V И V2I

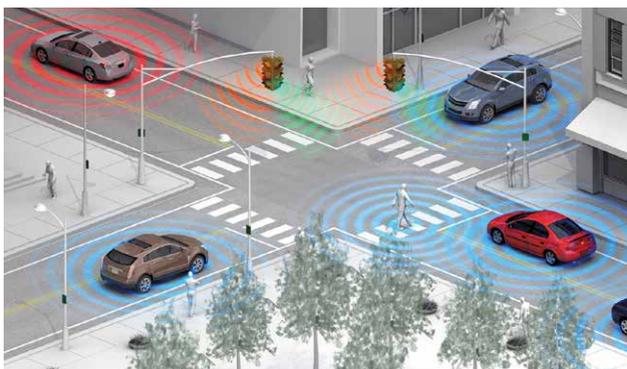
### I тип

«Транспортное средство - транспортное средство» (vehicle-to-vehicle, V2V) – обеспечивает безопасное вождение за счёт связи между автомобилями на перекрестках с плохой видимостью. V2V-система может предупреждать водителей об опасности лобового столкновения, бокового столкновения, заднего столкновения, уведомлять о неисправности транспортного средства, предоставлять дорожную и нормативную информацию.

### II тип

«Придорожная инфраструктура - транспортное средство» (vehicle-to-infrastructure, V2I) – обеспечивает передачу информации (сигнал и нормативная информация и т.д.) от придорожного оборудования к автомобилю через средства радиосвязи. Например, придорожные сенсоры на перекрёстке обнаружат машины, которые собираются пересечь перекресток или повернуть, и передадут информацию другим приближающимся машинам по средствам V2I-систем.

## СТЕПЕНИ АВТОНОМНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ



По классификации SAE International систем помощи водителю или ADAS (Advanced Driver Assistance System) существует шесть классов автономности.

### Уровень 0

Полностью ручное управление с возможностью предупреждения об опасных ситуациях на дороге.

### Уровень 1

Предусматривает работу более продвинутой системы предупреждения об опасности столкновения с автомобилями, пешеходами, а также о пересечении линии разметки, идентификацию дорожных знаков и т. п., а также вмешательство в систему управления.

### Уровень 2

Это более активная помощь водителю (руление, торможение, удержание в полосе и т. д.).

### Уровень 3

Автономное движение на заданных участках дороги, которое требует от водителя лишь частичного надзорного контроля.

### Уровень 4

Это автономное движение автомобиля в определённых режимах, при котором человек уже не может повлиять на управление даже в критических ситуациях.

### Уровень 5

Полная автономность транспортного средства, когда водитель лишь задает конечный пункт маршрута, а весь процесс передвижения полностью ложится на искусственный интеллект автопилота.



### Преимущества

- Перевозка грузов в опасных зонах, во время природных и техногенных катастроф или военных действий.
- Снижение стоимости транспортировки грузов и людей за счёт экономии на заработной плате водителей.
- Более экономичное потребление топлива и использование дорог за счёт централизованного управления транспортным потоком.
- Экономия времени, ныне затрачиваемого на управление ТС, позволяет заняться более важными делами или отдохнуть.
- У людей с ослабленным зрением появляется возможность самостоятельно перемещаться на автомобиле.
- Минимизация ДТП, человеческих жертв.
- Повышение пропускной способности дорог за счёт сужения ширины дорожных полос.



### Недостатки

- Определение ответственности за нанесение ущерба.
- Утрата возможности самостоятельного вождения автомобиля.
- Надёжность программного обеспечения.
- Отсутствие опыта вождения у водителей в критической ситуации.
- Потеря рабочих мест людьми, чья работа связана с вождением транспортных средств.
- Потеря приватности.
- Этический вопрос о наиболее приемлемом числе жертв, аналогичный проблеме вагонетки, стоящий перед компьютером автомобиля при неизбежном столкновении [71].

## Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта на транспорте

### TESLA, INC., USA

#### Принцип работы автопилота автомобиля Tesla

Автопилот автомобиля Tesla состоит из систем искусственного интеллекта. Одна отвечает за принятие решений и управление сервоприводами, а вторая – машинное зрение.

Тесла модель S имеет 12 ультразвуковых датчиков дальнего радиуса действия, расположенных вокруг автомобиля для того, чтобы «зондировать» происходящее вокруг в диапазоне до 4,8 метров в любом направлении и при любой скорости. Модель также обладает передним радаром с радиусом действия 160 м., 360-градусной фронтальной камерой, высокоточным GPS, и системой, которая обрабатывает все

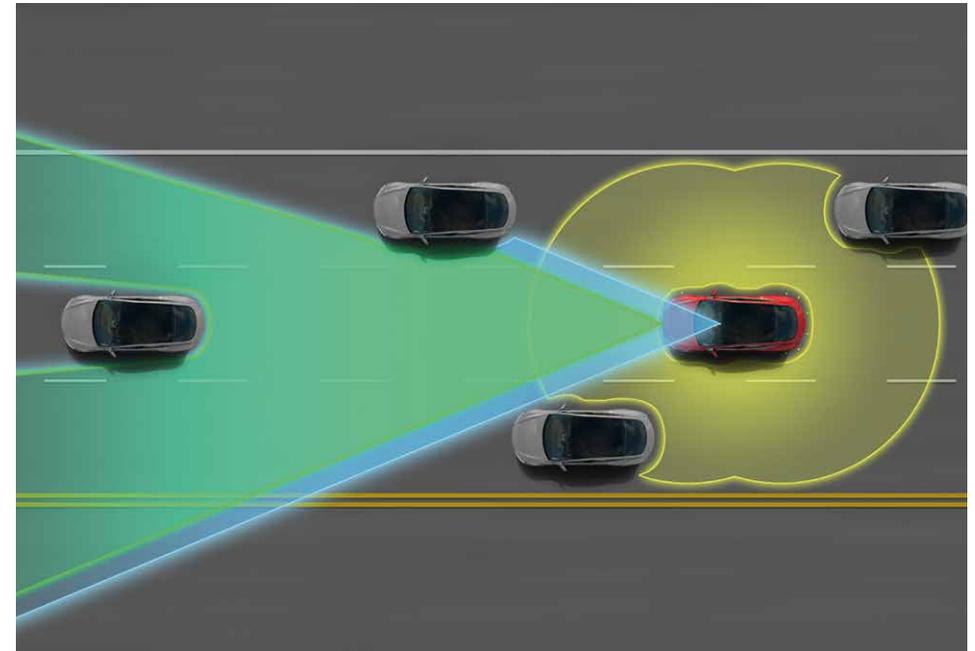


Рисунок 25 – Принцип работы системы автопилота автомобиля Tesla

данные из указанных устройств для формирования виртуального образа дороги и обстановки впереди. Автомобили Tesla могут распознавать перекрёстки, дорожную разметку, траекторию дороги, другие транспортные средства на дороге и пешеходов. Это означает, что они могут регулировать управление, скорость движения самостоятельно без участия водителя.

Так как у автомобиля полностью цифровая комбинация приборов, последняя способна отображать то, что автомобиль «видит» в режиме реального времени [65], [66].

## TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN, DEUTSCHLAND

### Автономное приземление самолёта.

Многие самолёты могут приземляться автоматически, но не автономно. Обычная автоматическая посадка – это электронная радионавигация с использованием специального оборудования, помогающая приземлиться на заданную позицию в пространстве. И даже не все аэропорты регионального значения имеют такую технологию. Исследователям из Мюнхенского Технологического Университета (Technische Universität München) удалось создать полностью автономную систему посадки самолёта. Недавно была протестирована система, совмещающая компьютерное оптическое распознавание с системой позиционирования в пространстве (GPS) для полностью автономной процедуры выхода на посадку и приземления.

Технология использует GPS для навигации, и с помощью видимого света и инфракрасных камер получается обнаружить взлётно-посадочную полосу и получить точное представление о её состоянии и положении, даже во время тумана и дождя. Система искусственного интеллекта самолёта может рассчитать глиссаду и приземлиться самостоятельно.

Проект ещё молодой, но перспективный. Пробная посадка прошла в конце мая. Самолёт распознал взлётно-посадочную полосу с большого расстояния и приземлился на осевой линии без пилота. При дальнейшем усовершенствовании система может делать посадки без помощи пилота практически на любом аэродроме [67].

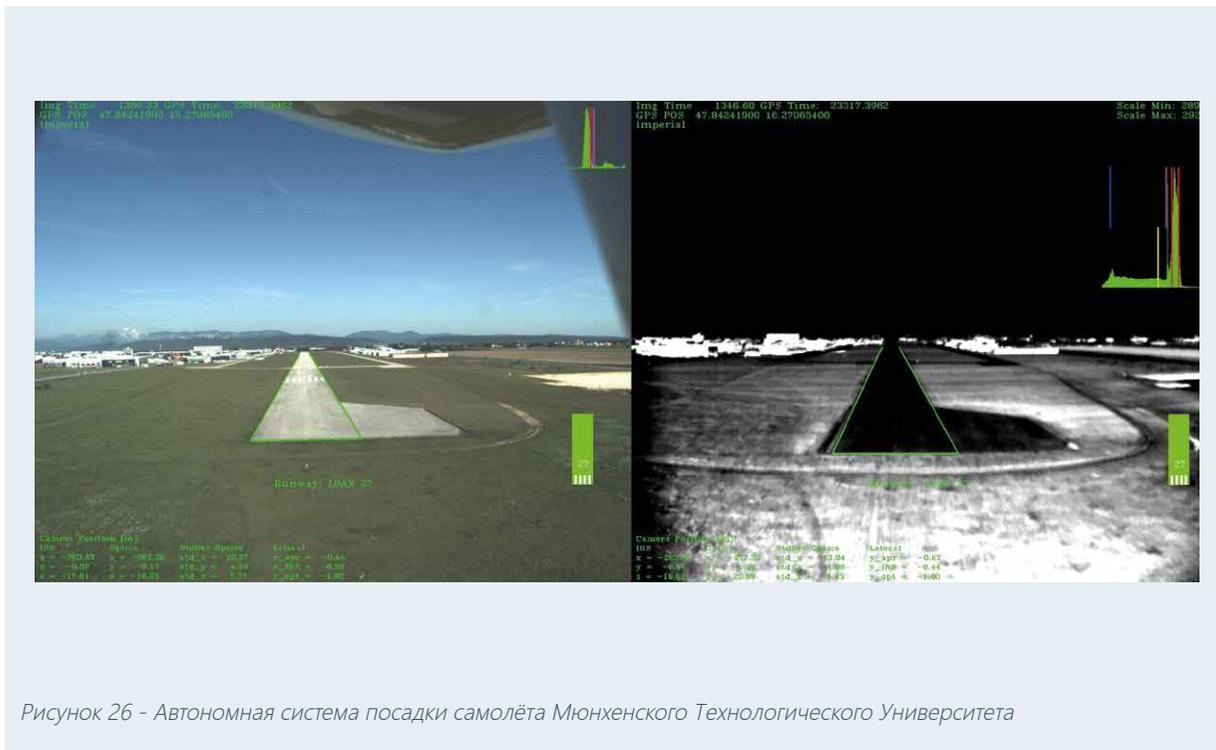


Рисунок 26 - Автономная система посадки самолёта Мюнхенского Технологического Университета



## Технологии искусственного интеллекта в логистике

В мае 2018 был представлен отчёт «Искусственный интеллект в логистике» [68], в котором оценивался потенциал использования искусственного интеллекта в логистике и выдвигался ряд идей о преобразовании индустрии, развитии нового класса логистических активов и операционных систем с интеллектуальной поддержкой.

Учитывая, что технологии искусственного интеллекта уже повсеместно используются в работе с клиентами, о чём также свидетельствует быстрый рост популярности приложений с виртуальным помощником с функцией распознавания речи, авторы отчёта приходят к выводу, что постоянно совершенствующиеся технологии искусственного интеллекта имеют ряд дополнительных возможностей, актуальных для логистики. Так, они могут помочь провайдеру логистических услуг улучшить взаимодействие с клиентом с помощью интерактивного общения и даже внедрить возможность доставлять товары до того, как клиент их закажет [47].

Искусственный интеллект позволит изменить операционную модель логистики с реактивной на прогнозируемую, работающую на опережение, что обеспечит более высокие результаты при оптимальных затратах на бэк-офис, операционные взаимодействия и фронт-офис.

### Технологии искусственного интеллекта позволяют:

- использовать усовершенствованную систему распознавания для отслеживания отправок и состояния активов;
- могут привести к полной автономности процесса доставки на всех его этапах;
- предсказывать колебания в объёмах глобальных отправок до того, как они произойдут.



1. Управление запасами, основанное на машинном зрении
2. Самообучаемые и самоориентирующиеся в пространстве мобильные роботы (автоматически управляемые тележки)
3. Станция приёма видеопотока от систем машинного зрения
4. Интеллектуальная сортировка, основанная на машинном зрении

5. Транспортные средства автономной доставки
6. Модуль распознавания речи для управления складом
7. Система видеонаблюдения, управляемая искусственным интеллектом

Рисунок 27 – Технологии искусственного интеллекта в логистике

## Технологии искусственного интеллекта в торговле

### НА УРОВНЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

- предсказание изменений спроса;
- оптимизация и автоматизация взаимодействия с поставщиками и заключения контрактов.

### НА УРОВНЕ ПРОИЗВОДСТВА:

- автоматизация управления складом и магазинами;
- оптимизация мерчандайзинга;
- управления ассортиментом.

### НА УРОВНЕ ПРОДВИЖЕНИЯ:

- оптимизация ценообразования;
- персонализированные предложения для клиентов;
- актуализация отображения товаров в интернет-магазинах в режиме реального времени.

### НА УРОВНЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ:

- персональные советы;
- оперативное решение проблем с помощью виртуальных ассистентов;
- автоматическое обслуживание в магазинах;
- доставка товара с помощью квадрокоптеров.

В 2018 году 35% всех доходов получено за счет рекомендации на основе технологий искусственного интеллекта, что на 25% больше, чем в 2017. Главное, что эти 35% доходов поступают от 6% покупателей в праздничные дни, то есть покупатели, которые получают правильные рекомендации, делают значительную долю покупок.

По прогнозам, к концу 2020 года устройства для «умного дома», оснащённые экранами, станут основным каналом для покупок в интернете. Поскольку человеческий мозг обрабатывает изображения в 60 раз быстрее, чем текст, голосовые помощники с экранами получат широкое распространение. «Умные» устройства с экранами позволят просмотреть несколько вариантов товара, который покупатель хочет купить [69], [47].

В 2020 году 50% обслуживания клиентов в розничной торговле будут осуществлять чат-приложения на основе технологий искусственного интеллекта, а 85% взаимодействий с клиентами розничных магазинов будет управляться искусственным интеллектом [70].

### Централизованная платформа на основе технологий искусственного интеллекта позволит компаниям:

- эффективно отслеживать выкладку, товарные запасы и выполнение заказов, чтобы снизить траты на склад, задержки доставки, контролировать скидки и избегать прочих дорогостоящих издержек;
- предугадывать желания клиентов до того, как они их озвучат, обеспечивая наличие всего необходимого им товара при посещении магазина;
- выявлять и устранять проблемы безопасности, включая мошенничество с платежами и кибератаки;
- синхронизировать ассортимент в разных каналах, чтобы, например, обеспечивать клиентам возможность забирать в магазине оплаченный по интернету товар;
- иметь доступ к качественным аналитическим данным в одной системе.

### Персонализация предложений будет идти двумя путями:

- сортировка результатов по личным предпочтениям. Например, показывать покупателю кроссовки, похожие на те, что он покупал ранее. Здесь помогут CRM<sup>1</sup> или DMP<sup>2</sup>, социальное прослушивание и интеграция продаж, обслуживания и маркетинга;
- интеграция с рекомендательными сайтами. Например, показать кроссовки с отзывами пользователей, фотографиями пользователей, соответствующими постами в социальных сетях и т.д.

1. Customer Relationship Management (CRM) - система управления взаимоотношениями с клиентами. Прикладное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами) путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними.

2. Data Management Platform (DMP) - платформа управления данными. Программное обеспечение, которое позволяет собирать, обрабатывать и хранить любые типы аудиторных данных

## Технологии искусственного интеллекта в криминалистике

В мае 2018 года стало известно об использовании голландской полицией искусственного интеллекта для расследования сложных преступлений.

Как сообщает издание The Next Web, правоохранительные органы начали оцифровывать более 1500 отчётов и 30 млн страниц, связанных с нераскрытыми делами. В компьютерный формат переносят материалы, начиная с 1988 года, в которых преступление не раскрывалось не менее трёх лет, и преступники были приговорены к более 12 годам лишения свободы.

После оцифровки всего контента он будет подключён к системе машинного обучения, которая будет анализировать записи и решать, в каких делах используются самые достоверные доказательства. Это должно снизить

время обработки дел и раскрытия прошлых и будущих преступлений с нескольких недель до одного дня.

Искусственный интеллект будет распределять дела по их «разрешимости» и указывать на возможные результаты экспертизы ДНК<sup>1</sup>. Затем планируется автоматизировать анализ и в других областях судебной экспертизы и, возможно, даже охватить данные в таких областях, как общественные науки и свидетельские показания.

В голландской полиции есть специальное подразделение, специализирующееся на освоении новых технологий для раскрытия преступлений. Именно оно и создало ИИ-систему для быстрого поиска преступников по уликам [47].



## Технологии искусственного интеллекта в судебной системе



Разработки в области искусственного интеллекта помогут кардинально изменить судебную систему, сделать её более справедливой и свободной от коррупционных схем.

Существующие сейчас решения в области искусственного интеллекта можно успешно применять в разных сферах экономики и общественной жизни. Искусственный интеллект успешно применяется в медицине, однако в будущем способен полностью изменить и судебную систему.

Использование искусственного интеллекта в судебной системе учёный считает «логичным шагом» по развитию законодательного равенства и справедливости. Машинный разум не подвержен коррупции и эмоциям, может чётко придерживаться законодательных рамок и выносить решения с учётом многих факторов,

включая данные, которые характеризуют участников спора. По аналогии с медицинской сферой, роботы-судьи могут оперировать большими данными из хранилищ государственных служб. Можно предположить, что машинный интеллект сможет быстро обрабатывать данные и учитывать значительно больше факторов, чем судья-человек.

Эксперты-психологи, впрочем, считают, что отсутствие эмоциональной составляющей при рассмотрении судебных дел негативно скажется на качестве решения. Вердикт машинного суда может оказаться слишком прямолинейным, не учитывающим важность чувств и настроения людей [47].

<sup>1</sup> Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) - макромолекула, обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов

## Технологии искусственного интеллекта в медицине/здравоохранении

### НА УРОВНЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

- прогнозирование заболеваний;
- выявление групп пациентов с высоким риском заболеваний;
- организация профилактических мер.

### НА УРОВНЕ ПРОИЗВОДСТВА:

- автоматизация и оптимизация процессов в больницах;
- автоматизация и повышение точности диагностики.

### НА УРОВНЕ ПРОДВИЖЕНИЯ:

- управление ценообразованием;
- снижение рисков для пациентов.

### НА УРОВНЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ:

- адаптация терапии и состава лекарств для каждого отдельного пациента;
- использование виртуальных ассистентов для построения маршрута пациента в поликлинике или больнице.

В начале марта 2019 г. была представлена нейросеть, которая может предсказывать сердечный приступ. Результаты работы новой технологии описаны в опубликованной статье «Кластеризация на основе результатов пациентов с острым коронарным синдромом при использовании многозадачной нейронной сети»/

Исследователи предупреждают, что, хотя кластеризация имеет значение для прогноза заболевания, неясно, могут ли эти данные эффективно использоваться в клинической практике. Тем не менее, их работа демонстрирует, что кластерный анализ на основе искусственного интеллекта является перспективным подходом для классификации пациентов с инфарктом миокарда. Будущие исследования сосредоточатся на определении «кластерно-специфических» вмешательств, при которых учитывается эффективность предшествующего лечения [30], [72].

Больше всего на медицинский искусственный интеллект – машинное обучение, контекстно-зависимые вычисления, обработка естественного языка, компьютерное зрение, распознавание речи – тратят в США, обусловлено наличием таких технологических гигантов, как Microsoft,

IBM, Google, Nvidia, Amazon, Intel, General Electric и Xilinx. Одним из главных катализатором спроса на технологии искусственного интеллекта в медицине является дефицит врачей. По данным Всемирной организации здравоохранения, по состоянию на 2019 год 57 странам не хватает около 2,3 млн медсестёр и докторов [73].

По мнению экспертов, искусственный интеллект останется объектом интереса как инвесторов, так и медицинских работников. Технологии искусственного интеллекта всё ещё развиваются, становясь быстрее и точнее. При этом только несколько фармацевтических компаний интегрировали решения на основе технологий искусственного интеллекта в свои процессы. В большинстве случаев, такие решения используются лишь в пилотных проектах и ещё не получили должного развёртывания.

Благодаря искусственному интеллекту «умные» телемедицинские сервисы сделают качественную медицину более доступной для широкого круга людей и будут помогать им предотвращать развитие хронических заболеваний благодаря своевременным консультациям с доктором [47].

### НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИИ В МЕДИЦИНЕ

- Хирургические операции с использованием роботов. Во время подобных операций, как правило, делается серия небольших разрезов и используются миниатюрные инструменты.
- Использование виртуальных помощников вместо медсестёр позволяет поддерживать связь пациентов с медработниками и одновременно сократить количество обращений в больницы.
- Автоматизация административного документооборота с помощью искусственного интеллекта. Прежде всего, это решения, позволяющие ранжировать неотложные задачи и сэкономить время на рутинных задачах, таких как выписывание рецептов и анализов.

## Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта в здравоохранении

### DEERMIND HEALTH

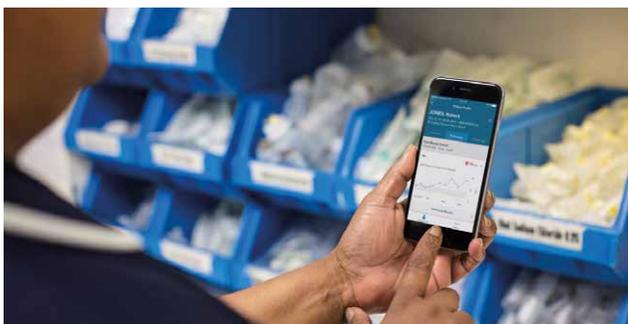
Искусственный интеллект обрабатывает всю информацию о пациенте, анализирует все его симптомы и выдаёт список рекомендаций лечащему врачу, который в результате ставит точный и окончательный диагноз [74].

### ADA

Искусственный интеллект обрабатывает всю информацию о пациенте, анализирует все его симптомы и даёт консультации напрямую пациенту, подсказывает ему, к какому врачу стоит обратиться и предлагает удалённую консультацию со специалистом [74].

### SENSE.LY

Данная программа предназначена для людей, которые недавно прошли длительный срок лечения и у них имеются хронические заболевания. Система выдаёт оповещение о наступлении времени приёма лекарств, необходимости наблюдения у врача, структурирует данные о состоянии пациента и отправляет статистику его лечащему врачу [74].



### QTROBOT

Данный робот предназначен для терапии детей с заболеваниями аутистического спектра. Такие больные с трудом могут контактировать с окружающими, т.к. почти не в состоянии воспринимать чужие эмоции и с трудом выражают свои. Чем старше становится человек, тем труднее ему приходится из-за развития болезни. Поэтому если не уделить должного внимания данной болезни в раннем возрасте, впоследствии справиться с ней трудно.

QTrobot предназначен для детей в возрасте от четырёх лет. Он общается с больными с помощью слов, жестов и различными выражениями лица. Такой робот помогает ребёнку со временем научиться распознавать эмоции и настроение окружающих людей, чтобы общаться с ними. В ходе опытной эксплуатации выяснилось, что дети с аутизмом уделяют роботу в среднем в два раза больше внимания, чем лечащему врачу [74].

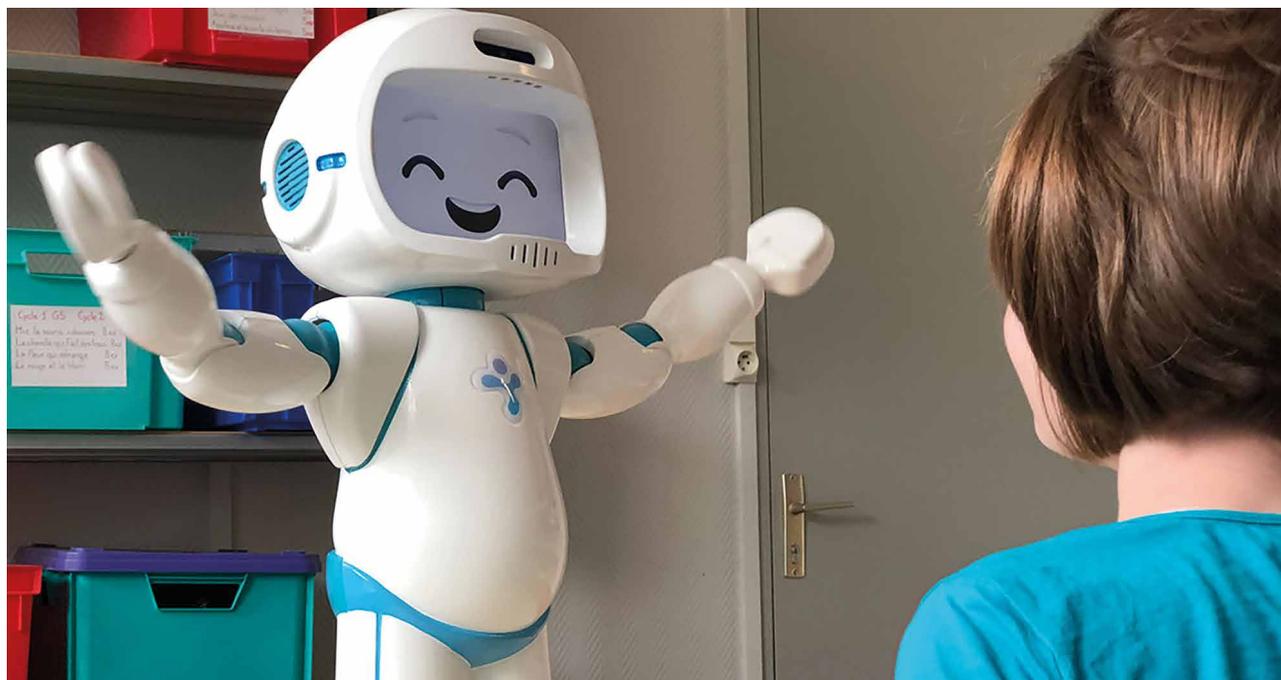


Рисунок 28 – Робот QTrobot

## Технологии искусственного интеллекта в ОПК

**В 2017 году продажи сервисов искусственного интеллекта для ОПК, программного обеспечения и оборудования в глобальном масштабе достигли \$6,26 млрд**

**К 2025 году показатель поднимется до \$18,82 млрд, а ежегодный рост рынка будет измеряться 14,75%, прогнозируют эксперты.**

Главными драйверами подъёма продаж военных решений в области искусственного интеллекта специалисты называют растущие инвестиции в разработку использующих искусственный интеллект интегрированных систем и расширенное использование облачных приложений.

Крупнейшим сегментом рынка продуктов в области искусственного интеллекта для нужд армии являются ПО, услуги и устройства, применяемые в наземных проектах. Использование искусственного интеллекта в беспилотных автомобилях способствует успешному выполнению различных операций, особенно тех, которые связаны с обезвреживанием взрывных устройств.

Наибольшие темпы роста расходов на рассматриваемом рынке ожидается в секторе программного обеспечения, что можно объяснить высокой значимостью такого софта в усилении ИТ инфраструктуры,



используемой для предотвращения инцидентов в области информационной безопасности, говорится в исследовании.

Что касается стран с наибольшими расходами на военный искусственный интеллект, то в 2017 году лидером были США. Первое место страны аналитики связывают с необходимостью развития автоматизированных

систем ведения войны, участием в ассиметричных военных действиях и различными программами модернизации, которые развивают вооруженные силы США и которые помогли крупным оборонным предприятиям создать в стране технологические продвинутые системы искусственного интеллекта для военных операций [35].

Военное ведомство России намерено внедрить искусственный интеллект в автоматизированную систему управления войсками, т.к. в настоящее время важной компонентой в общевойсковом бою выступает так называемая автоматизированная система управления войсками, а значит, в неё в первую очередь и будет внедрён искусственный интеллект. Помимо этого военное командование намерено создать в России оружие с искусственным интеллектом. К его разработке могут быть привлечены ведущие учебные и научные организации, которые будут работать в сотрудничестве с технополисом «Эра».

Огромные массивы информации, которые необходимо обрабатывать, распределять, выявлять различные приоритеты поражения целей, оценки обстановки и т.д. будут собираться и обрабатываться в автоматизированном режиме с привлечением специализированных программ, которые можно подвести под понятие искусственного интеллекта. Например, оценка характера угроз распределения



Рисунок 29 - Боевой модуль концерна «Калашников», работающий под контролем искусственного интеллекта



Рисунок 30 – Турель Корнет, оснащённая искусственным интеллектом

целей, распределение сил и средств – всё это должно происходить в режиме реального времени, непрерывно и в достаточно сжатые сроки. Человеческий мозг не может справиться с обработкой огромных массивов поступающей информации, поэтому внедрение автоматизированных систем подразумевает следующий шаг – внедрение технологий искусственного интеллекта, которое в свою очередь позволяет решать задачи любой сложности, любой информационной нагрузки достаточно быстро и оперативно.

Использование технологий искусственного интеллекта позволит военным быстрее принимать решения, определять в случае необходимости наиболее опасные, приоритетные цели и наносить по ним удары высокоточным вооружением. Причём работа искусственного интеллекта затронет все виды вооружения, которые работают на дальних рубежах.

При этом всё будет обрабатываться в едином информационном пространстве, которое ещё называют военным Интернетом, что позволит привлекать для решения задач любые виды войск, сопрягать их между собой, тем самым достигая высокой эффективности применения вооружения и военной техники с наименьшими затратами и расходами боеприпасов.

Эти системы будут выполнять вспомогательную, но при этом очень существенную роль в решении задач: логистических, снабженческих и других, которые будут возникать в процессе ведения и планирования боевых действий.

Частично эти элементы уже обработаны – национальный центр управления обороной участвовал в управлении боевыми операциями в Сирии [75].

Оружие, оснащённое искусственным интеллектом, сможет самостоятельно принимать решение о ликвидации цели. Но так как это очень серьёзное решение, поэтому всё равно многое зависит от человека-оператора. Отправляя комплекс в полностью автоматический режим, человек должен быть стопроцентно уверен, что цель правильная и уничтожен будет именно противник.

Опытные образцы оружия с элементами искусственного интеллекта есть у «Калашникова», «Техмаша», «Высокоточных комплексов» и некоторых других. В реактивных системах залпового огня концерна «Техмаш» давно используются решения с применением технологий искусственного интеллекта [76].

### Концерн «Калашников» представил модуль с искусственным интеллектом

Концерн «Калашников» представил боевой модуль, работающий под контролем искусственного интеллекта. Автоматическая станция управления оружием под контролем искусственного интеллекта может выполнять задачи без человека в любое время суток. Система гиросtabilизации позволяет вести огонь в движении. Искусственный интеллект создан на основе нейронных сетей и может совершенствоваться в процессе работы. Он способен обнаруживать и распознавать цели, определять приоритеты в последовательности поражения, отдавать команды автомату сопровождения и принимать решения об открытии огня. Станции могут быть установлены как стационарно, так и на технике, возможно объединение их в сеть для согласованных действий. Последний вариант рекомендуется для решения задач охраны, например, периметра. Оснащение такими станциями важных объектов позволит исключить такой человеческий фактор, как усталость и потеря бдительности [77].



Рисунок 31 – Комплекс «Уникум», оснащённый искусственным интеллектом, изготовленный Объединённой приборостроительной корпорацией



Рисунок 32 – Боевой робот «Нерехта», изготовленный ОАО «Завод им. Дегтярёва»

# Примеры внедрения технологий искусственного интеллекта в оборонно-промышленный комплекс

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В ТЕМНОТЕ И ЧЕРЕЗ СТЕНЫ

В апреле 2018 года стало известно о создании американской армией системы, распознающей лица в темноте и даже сквозь стены. Разработка использует технологию искусственного интеллекта.

Лаборатория армейских исследований США (U.S. Army Research Laboratory, ARL) опубликовала в репозитории arXiv статью с описанием работы алгоритма, позволяющего распознавать лица на изображениях, полученных при помощи тепловизора.

По словам учёного Бенджамина Риггана (Benjamin Riggan) из ARL, при использовании тепловизионных камер для фиксации изображения лица в темноте основная проблема заключается в том, что полученное изображение должно сопоставляться с библиотекой, состоящей из фотографий, которые сделаны при нормальной видимости.

В ARL решили эту проблему путём создания алгоритма распознавания лиц на тепловых картах при помощи машинного обучения. Благодаря свёрточной нейросети разработчики добились того, чтобы программа находила общие черты лица на изображениях, сделанных обычной камерой и с помощью тепловизора распределения электромагнитного теплового излучения.

На тепловизионном изображении лица выделяются общие черты (например, контур лица) и отдельные (нос, рот и глаза), после чего сопоставляются с чертами из выборки, на которой обучена нейросеть, и составляются в видимые черты – уже на готовой фотографии лица. С использованием обученной модели, как утверждают учёные, удалось добиться точности распознавания лиц на уровне 85%.

Алгоритм позволяет распознавать лица из маленькой базы данных, но в будущем планируется, что система сможет узнавать лица в реальном времени прямо в местах военных действий. Кроме того, разработку собираются интегрировать с тепловизором, способным видеть сквозь стены и также разрабатываемым в США.

В американской армии ожидают, что новая технология поможет находить места военных действий и идентифицировать главарей банд и других лиц, за которыми охотятся власти [35].

## УПРАВЛЕНИЕ ИСТРЕБИТЕЛЯМИ

В июле 2016 года стало известно, что искусственный интеллект для управления истребителями ALPHA одержал уверенную победу над бывшим лётчиком-асом американской армии в виртуальном воздушном бою.

Искусственный интеллект ALPHA – совместная разработка Университета Цинциннати, промышленности и Военно-воздушных сил (ВВС) США. Программа создана специально, чтобы превзойти профессиональных лётчиков-истребителей в виртуальном поединке.

В одном из виртуальных боев против ALPHA сражались два пилота на двух истребителях. Искусственный интеллект победил, одновременно управляя четырьмя самолетами. При этом для управления ALPHA использовался компьютер стоимостью всего \$35 [35].

## СИСТЕМЫ ПРИЦЕЛИВАНИЯ

В начале 2019 года командование армии США инициировало программу разработки виртуального помощника для экипажей танков и боевых машин,

которые должны будут повысить эффективность их работы в условиях боя. Система ATLAS (Advanced Targeting & Lethality Automated System, автоматизированная расширенная система прицеливания и повышения смертоносности), будет создаваться с использованием технологий машинного обучения.

Предполагается, что ATLAS снизит нагрузку на экипаж. В частности, системе предполагается доверить обнаружение целей, которые пропустили люди, приоритизировать обнаруженные цели, а также наводить на них оружие. Военные полагают, что новая система позволит повысить скорость реакции боевых машин в бою.

Согласно требованиям военных, ATLAS будет обрабатывать не только данные с собственных датчиков и устройств боевой машины, но также получать данные с такого оборудования на других танках. Благодаря этому точность обнаружения новых целей значительно увеличится. Кроме того, это позволит точно идентифицировать замаскированные цели. ATLAS не сможет самостоятельно принимать решение об открытии огня – соответствующую команду должен будет отдать командир боевой машины [35].



# КЛЮЧЕВЫЕ КОМПАНИИ В МИРЕ

В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

## Компании мира – обзор

На графике справа приведены результаты экспертного опроса по тому, какие компании являются лидерами в той или иной области технологий искусственного интеллекта. Экспертов, собранных авторами альманаха «Искусственный интеллект», попросили указать 5 компаний в данной области в порядке убывания приоритета. Далее все ответы взвесили следующим образом: если эксперт указал компанию X на 1 месте, то она получает 5 баллов, если на 5 месте – то 1 балл. Далее баллы для каждой компании суммировались и общий рейтинг показывает общее количество баллов, которые получила каждая компания. Таким образом, если в итоговом рейтинге у компании 1 балл, значит ее упомянул только 1 эксперт в конце списка [16]. В оценке участвовало 39 экспертов из РФ.

### Список компаний

Результирующий список компаний не выглядит неожиданным. Безусловным лидером рейтинга является компания Google, набравшая 271 балл, что означает, что она была в среднем упомянута каждым экспертом в каждой технологической области (99% в пересчете на каждый ответ).

За ней идут компании Microsoft и Amazon, чьи компетенции в области ИИ безусловны и общеизвестны. Facebook не оказалась в самой вершине этого списка, это видимо связано с тем, что Facebook не активен во многих областях, таких как распознавание или синтез речи, или машинный перевод, а в общем рейтинге суммировались все баллы. Интересно, что эксперты не отметили, что Facebook занимается анализом тональности текстов, хотя FAIR безусловно ведет работы в этой области. С другой стороны, например, маленькая немецкая компания DeepL, занимающая только машинным переводом, набрала достаточно много голосов экспертов. Это объясняется тем, что по мнению многих и российских и зарубежных экспертов, движок машинного перевода разработанный в DeepL является лучшим и в некоторых случаях переводит лучше, чем Google. Российская компания Яндекс была отмечена многими экспертами как одна из топ-мировых компаний. Компетенции Яндекса в области ИИ бесспорны.

Никто из экспертов не упомянул китайские компании Tencent, Alibaba и iFlytek, такой результат может быть вызван формой вопроса, в котором просили экспертов указать топ-5 компаний и большинство российских экспертов не предполагает, что Tencent и Alibaba могут оказаться в топ-5. Также, вероятно по этой же причине никто из экспертов не упомянул компанию Salesforce, хотя она сейчас является сильным центром компетенций, поглотив недавно стартап MetaMind, основанный одним из топ-исследователей мира в области искусственного интеллекта Ричардом Сочером.

Так же были проанализированы публикации компаний в СМИ и цитирование этих публикаций другими источниками. Результаты этого анализа резюмированы в форме «тренд-карт», на которых графически отражены позиции компаний [15].

По вертикальной оси – «Значимость» компании, чем выше точка на карте, тем больше есть значимых публикаций в СМИ, связанных с этой компанией (значимость публикации тем выше, чем выше ее цитируемость). По горизонтальной оси – «Динамичность» компании, чем правее точка на карте, тем быстрее за последние годы рост количества публикаций, связанных с этой компанией. Если точка в центре, то количество публикаций остается примерно постоянным. Таким образом справа сверху отображены те компании, потенциал которых значим и постоянно растет. Сверху в центре компании, которые примерно стабилизировали свой рост, но являются очень значимыми для отрасли.

В результирующий список вошло 23 компании, которые образуют основное ядро компетенций в области искусственного интеллекта в мире.



Таблица 5 – Крупнейшие компании мира в области искусственного интеллекта [15], [16]

ТОП-20 КОМПАНИЙ МИРА	
1	Google
2	Microsoft
3	Amazon
4	IBM
5	Intel
6	Baidu
7	Apple
8	Nuance
9	Facebook
10	NetBix
11	Tencent
12	Alibaba
13	NVIDIA
14	Huawei
15	Samsung
16	Uber
17	Open AI
18	Deepmind
19	AI2
20	DeepL

Рисунок 33 – Ведущие мировые компании в области искусственного интеллекта

## Google



**ОПИСАНИЕ:** крупнейшая поисковая система в мире с интегрированными онлайн-сервисами (Gmail, Google Maps, Google Hangouts и др.). Входит в холдинг Alphabet, Inc. Основной доход компании приносит таргетированная реклама. Также компания является создателем операционной системы Android – крупнейшей мобильной ОС.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:** Google AI, Google Brain, DeepMind.

**ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинный перевод, поиск и извлечение информации из текста, обработка естественного языка.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Хьюго Ларошель – директор Google Brain.

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Илья Суцкевер, Томас Миколов, Ориол Виньялс, Грегг Коррадо, Джеффри Дин.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Google Ассистент позволяет общаться с Google как с живым человеком. Технология ИИ анализирует предложения целиком, чтобы понять контекст и дать подходящий ответ на запрос пользователя.

- Google Переводчик – это бесплатный инструмент, благодаря которому любой пользователь может перевести текст с одного языка на другой. Этим сервисом ежемесячно пользуются более 500 млн людей по всему миру, а в день Переводчик обрабатывает больше 100 млрд слов. Во время телефонного разговора технология распознавания речи превращает звуки в слова, а обработка естественных языков помогает компьютеру понять смысл вашей речи. Эти технологии используются, к примеру, в режиме разговора в Google Переводчике – благодаря ему вы можете общаться на 32 языках.
- Автоматическое создание субтитров для YouTube – с помощью машинного обучения YouTube автоматически создал субтитры более чем для 1 млрд видео на 10 языках. Благодаря этому видео стали доступны для более чем 300 миллионов людей с нарушениями слуха.
- Google Cloud ML APIs – набор уже обученных моделей для машинного обучения в виде готовых к использованию облачных сервисов, которые могут быть интегрированы с продуктами. Среди них есть и сервисы для ИИ:

- Google Cloud Natural Language – сервис для глубокого анализа текстов. Позволяет делать синтаксический анализ, вычленять образы, анализировать эмоции.
- Google Cloud AutoML Natural Language – позволяет создавать специализированные модели для категоризации текстовых данных на основе ваших данных, не требуя при этом глубоких знаний в области ИИ.
- DialogFlow – это комплексный пакет разработки для создания диалоговых интерфейсов для веб-сайтов, мобильных приложений, популярных платформ обмена сообщениями. Может быть использован для создания интерфейсов (таких как чат-боты и разговорный IVR, голосовые ассистенты), которые обеспечивают естественное и насыщенное взаимодействие между пользователями и бизнесом.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

853 млрд \$ капитализация,  
136 млрд выручка,  
\$16.6 млрд R&D,  
934 публикаций,  
266 патентов.

## Netflix



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший поставщик медиа контента (фильмов, сериалов) на основе стриминговых видео-сервисов, уникален своей бизнес-моделью на основе рекомендательных ИИ-алгоритмов.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Netflix Research.

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

машинное обучение, предиктивная аналитика, рекомендательные системы.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Тони Джебара – директор по машинному обучению Netflix Research, руководитель лаборатории машинного обучения Columbia University.

### НЕКОТОРЫЕ ИИ-ПРОЕКТЫ:

- BellKor – рекомендательные системы.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

164 млрд \$ капитализация,  
16 млрд \$ выручка,  
1.2 млрд \$ R&D.

## Microsoft



**ОПИСАНИЕ:** крупнейшая международная компания в области информационных технологий и цифровой трансформации, ведущий поставщик облачных решений и интеллектуальных сервисов, ИТ-платформ для корпоративного и персонального использования.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:** Clout+AI Group, Experiences+Devices Group, AI+Research Group.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Скотт Гатри – исполнительный вице-президент, руководитель Microsoft Cloud+ AI Group. Принимал участие в создании Azure и облачных сервисов, был одним из основателей проекта .NET.

Гарри Шум – исполнительный вице-президент, руководитель Microsoft Artificial Intelligence and Research Group, член Нац. инженерной академии США, IEEE Fellow и ACM Fellow

Эрик Хорвиц – Technical Fellow и директор, Microsoft Research Labs в Редмонде, США, член Нац. инженерной

академии США, основатель Партнерства по ИИ для поддержки людей и общества.

Christopher Bishop – директор Microsoft Research Lab в Кембридже, Великобритания, профессор компьютерных наук в Университете Эдинбурга и сотрудник Дарвинского колледжа в Кембридже.

Топ исследователей ИИ: Chris Brockett, Michel Galley, Jianfeng Gao, Matthew Richardson.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Cortana – голосовой помощник, работающий на Windows Phone 8.1, Microsoft Band, Windows 10, Android, Xbox One и iOS. На основе персональных данных предугадывает потребности пользователя, строит индивидуальные рекомендации, осуществляет поиск необходимой информации в интернете.

- Luis (Language Understanding) – сервис обработки естественного языка на основе машинного обучения, встраиваемый в различные приложения, боты и устройства IoT. Может применяться как обычными, так и промышленными пользователями.
- Microsoft анализ текста – API для извлечения информации из текста, анализа тональности, определения языка текста, выделения ключевых слов и именованных сущностей.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

939 млрд \$ капитализация,  
110 млрд \$ выручка,  
14.7 млрд \$,  
2190 публикаций,  
574 патентов.

## Samsung



**ОПИСАНИЕ:** южнокорейская группа компаний, один из крупнейших чеболей, основанный в 1938 году. На мировом рынке известен как производитель высокотехнологичных компонентов, включая полноцикловое производство интегральных микросхем, телекоммуникационного оборудования, бытовой техники, аудио- и видеоустройств.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** открыли 7 центров ИИ по всему миру (Россия, Корея, США, Великобритания, Канада).

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** компьютерное зрение, интернет вещей, обработка естественного языка.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Ларри Хек – глава американского подразделения Samsung R&D, вице-президент по направлению ИИ, сооснователь Microsoft Cortana.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Tizen – платформа для ПО для интернета вещей, к которой можно подключать все устройства производства Samsung.

- Samsung Bot – ИИ-робот, выполняющий за человека обязанности по дому – уборку, приготовление пищи и др.
- Vixby – интеллектуальный ассистент с возможностями компьютерного зрения, распознавания и генерации речи и выдачи рекомендаций пользователю.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

326 млрд \$ капитализация,  
221 млрд \$ выручка,  
15.2 млрд \$.

## Amazon



**ОПИСАНИЕ:** транснациональная компания, профилирующаяся в электронной коммерции (маркетплейс, аукционы), облачных вычислениях (AWS) и искусственном интеллекте.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Amazon AI Labs, Amazon Alexa.

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

обработка естественного языка, голосовые помощники, поиск и извлечение информации из текста.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Эдо Либерти – глава Amazon AI Labs, окончил Tel Aviv University, Yale, ранее работал в Yahoo Research.

Рохит Прасад – главный научный сотрудник Amazon Alexa.

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Рухи Сарикая, Язер Аль-Онаизан, Эдлено Томас Другман, Томас Мерритт, Янг Бум Ким.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Alexa – виртуальный помощник с алгоритмами обработки естественного языка.
- Amazon Go – магазины будущего, оснащенные камерами, умными весами, роботизированной техникой, датчиками, подключенными к единой облачной системе с алгоритмами ИИ.
- Amazon DeepLens – видеочкамера для разработчиков с алгоритмами глубокого обучения.
- Neo-AI project – фреймворк для оптимизации ИИ-моделей.
- SageMaker – коллекция моделей и алгоритмов для машинного обучения.

- Kinesis – технология сбора, обработки и анализа видеопотоков и потоковых данных в режиме реального времени.
- QuickSight – сервис бизнес-аналитики на основе алгоритмов машинного обучения.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

883 млрд \$ капитализация,  
233 млрд \$ выручка,  
5.4 млрд \$ R&D,  
147 публикаций,  
59 патентов.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://aws.amazon.com/ru/mp/ai/>



Рисунок 34 – Решения в области искусственного интеллекта от компании Amazon [85]

## IBM



**ОПИСАНИЕ:** производит и продает компьютерное оборудование и программное обеспечение, а также предоставляет услуги хостинга и консалтинга в различных областях от мейнфреймов до нанотехнологий. IBM также является крупной исследовательской организацией, которая удерживает рекорд по большинству патентов США, полученных бизнесом (по состоянию на 2018 год) в течение 25 лет подряд. Создатель экспертной системы IBM Watson.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** IBM Research China, IBM Research Israel, IBM Research Ireland, IBM Research Almanden, IBM Research Austin, IBM Research Cambridge.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** Обработка естественного языка, разработка новых архитектур для ИИ, компьютерное зрение, аппаратное обеспечение для ИИ, облачные экспертные и рекомендательные системы.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Роб Хай – вице-президент и СТО IBM Watson.

Дарио Хиль – директор IBM Research.

Джефф Бернс – директор AI Hardware Center.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- IBM Watson – экспертная система на основе суперкомпьютера, способная понимать вопросы, сформулированные на естественном языке, и находить на них ответы в базе данных.
- Debater – разговорный ИИ, который может общаться на различные темы, «понимает» вопросы и самостоятельно конструирует развернутые ответы на базе поиска вариантов ответов в Интернете.
- Diversity in Faces (DiF) – датасет для тренировки алгоритмов распознавания лиц.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

125 млрд \$ капитализация,

80 млрд \$ выручка,

5.4 млрд \$ R&D,

2450 публикаций,

932 патентов.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://www.ibm.com/watson>

## Intel



**ОПИСАНИЕ:** один из крупнейших в мире производителей электронных устройств и компонентов, в частности, микропроцессоров и чипсетов.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Intel AI.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** нейроморфные чипы, фреймворки для тренировки ИИ на основе CPU, открытые датасеты для обучения моделей от сообществ разработчиков.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Навин Шеной – глава подразделения Data Center Group.

Навин Пао – руководитель Intel AI.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Reinforcement Learning Coach – открытый фреймворк, работающий на многоядерных CPU Intel, для тренировки моделей на основе алгоритмов обучения с подкреплением.
- Distiller – открытая платформа с алгоритмами сжатия нейронных сетей, повышающие скорость вывода.
- CARLA – среда, представляющая симулятор для.
- BrainIAK – ПО для автоматического анализа снимков МРТ головного мозга.

- Loihi – самообучающийся нейроморфный процессор. Для его обучения и тестирования компания организовала открытое сообщество.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

245 млрд \$ капитализация,

70.8 млрд \$ выручка,

13.5 млрд \$ R&D.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/analytics/artificial-intelligence/overview.html>

## Baidu



**ОПИСАНИЕ:** Крупнейшая поисковая система в Китае, основные доходы от таргетированной рекламы, составляет, ≈ 1,5% глобального рынка поисковиков. Также предоставляет ряд онлайн-сервисов.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Baidu Institute of Deep Learning.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** голосовые помощники, разговорный ИИ, автономный транспорт.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Эндрю Ын – до марта 2017 года – ведущий специалист лаборатории искусственного интеллекта.

Юаньцин Лин – директор Baidu Institute of Deep Learning.

Лианг Хуанг – директор Institute of Deep Learning US (IDL-US)

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Kenneth Ward Church, Yanjun Ma, Mark Liberman, Hao Tian.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- DuerOS – Разговорная ИИ-платформа, установлена более, чем на 100 миллионах устройств.
- Raven H, Aladdin – голосовые помощники.

- ERNIE 2.0 – фреймворк для понимания естественного языка, работает на английском и китайском языках, поддерживает логический вывод, определение семантического сходства, распознавание именованных сущностей, анализ тональности и сопоставление вопросов и ответов.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

59.3 млрд \$ капитализация,  
15 млрд \$ выручка,  
2 млрд \$ R&D,  
135 публикаций,  
29 патентов,  
1300 исследователей.

## Apple



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший производитель смартфонов в мире. Основной доход получает от продажи iPhone, iPad, Mac. Также компания специализируется на ПО для операционной системы MacOS и мобильной операционной системы iOS.

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

Инфраструктура для создания и обучения различных моделей, обработка естественного языка, выделение и классификация объектов на изображениях.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** John Джон Джаннандреа – старший вице-президент по машинному обучению и стратегии ИИ Apple, ранее работал в Microsoft и ИИ-подразделении Google.

Руслан Салахутдинов – директор Apple по ИИ, профессор Carnegie Mellon University. Ian Goodfellow – директор направления «машинное обучение» в Группе Специальных Проектов Apple, ранее работал в Google Brain и OpenAI.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Siri – виртуальный помощник и вопросно-ответная система с встроенной технологией обработки естественного языка.
- CoreML – фреймворк для работы с технологиями машинного обучения, позволяющий создавать под iOS приложения, в которых используются различные алгоритмы машинного обучения.

- CreateML – фреймворк для обучения моделей, позволяющий значительно снизить время обучения и размер модели, в качестве исходных данных CreateML позволяет использовать изображения, тексты и структурированные объекты.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

883 млрд \$ капитализация,  
266 млрд \$ выручка,  
11.6 млрд \$ R&D,  
110 публикаций,  
73 патента.

## Nuance



**ОПИСАНИЕ:** транснациональная корпорация – производитель программного обеспечения, управляемая из Burlington, Massachusetts, США. Разрабатывает приложения, работающие с голосовыми данными и с изображениями.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Nuance Research.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** распознавание речи, биометрия, улучшение качества речи, NLP, синтез речи.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** СТО – Джо Петро – ранее вице-президент Eclipsys Corporation.

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Маркус Бак, Герхард Шмидт, Тим Хаулик, Брайан Раундтри, Уильям Ганонг, Дэвид Кей.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- Serence – новый спин-офф компании Nuance, специализирующийся на внедрении разговорных ИИ-платформ в транспортные средства.

- Engagement of things – решение на основе разговорного ИИ и интернета вещей, объединяющее все электронные устройства пользователя в рамках единой платформы.
- Nuance Healthcare Solutions – виртуальные ассистенты, системы распознавания речи и программное обеспечение для обработки документации, применяемые в медицинских учреждениях.
- Dragon Drive – виртуальный помощник для автомобиля с функциями разговорного ИИ, биометрии, распознавания голоса и дополненной реальности.
- Siri – система распознавания голоса, используемая в голосовом помощнике Siri (Apple, Inc.), была разработана Nuance.
- Project Pathfinder – проект по машинному обучению, запущенный Nuance в начале 2019 г., направленный на усовершенствование алгоритмов, используемых в виртуальных агентах и чат-ботах. На основе логов чатов и транскриптов диалогов между агентами и пользователями

Project Pathfinder строит более эффективные разговорные модели.

- Nina – виртуальный помощник, интегрируемый в мобильные приложения на операционных системах iOS и Android, объединяющий в себе технологии распознавания речи, преобразование текста в речь, систему голосовой биометрии. На базе Nina разработчики программного обеспечения могут создавать собственные системы распознавания голоса.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

4.5 млрд \$ капитализация,  
2 млрд \$ выручка,  
305 млн \$ R&D,  
1270 публикаций,  
950 патентов.

**САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:**

<https://www.nuance.com/>

## iFlytek



**ОПИСАНИЕ:** является частично государственной китайской компанией информационных технологий, основанной в 1999 году. Компания создает программное обеспечение для распознавания голоса и более 10 голосовых интернет / мобильных продуктов. охватывает образование, коммуникацию, музыку, интеллектуальные игрушки. Государственное предприятие China Mobile является крупнейшим акционером компании. Крупнейшая публичная AI компания в Азиатско-Тихоокеанском регионе. iFLYTEK занимает более 70% китайской доли рынка речевой индустрии.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинный перевод, распознавание речи, синтез речи.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** CEO: Лю Цинфэн, Шипенг Ли – Со-президент по исследованиям.

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Чжэнь Хуа Лин, Юань Цзянь, Ли-Ронг Дай, Лонг Цинь, Рен-Хуа Ван

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- iFlytek Translator – голосовой переводчик 33 языков и различных китайских диалектов. Также переводит текст на фотографиях. Устройство позволяет точно распознавать различные акценты и получать наиболее приближенный к контексту результат. Как уверяют создатели, аппарат «понимает» до 98% слов, речевых оборотов и предложений.

- iFLYTEK iFLYOS – открытая платформа, предоставляющая технологии голосового управления различным устройствам.
- iFlytek Super Brain Project – проект, нацеленный на эмуляцию нейронов человеческого мозга для перехода от сенсорного к когнитивному интеллекту.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

10 млрд \$ капитализация,  
1.1 млрд \$ выручка.

## Facebook



**ОПИСАНИЕ:** самая большая группа социальных сетей в мире, в портфеле компании следующие платформы: Facebook, Instagram, Whatsapp. Основной доход от рекламы.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Facebook AI

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

распознавание изображений и видео, классификация и генерация текста, семантический анализ, распознавание речи, машинный перевод, диалоговые системы.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Jérôme Pesenti, VP по искусственному интеллекту в Facebook, ранее CEO в BenevolentTech, топ-менеджер в IBM.

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Ян ЛеКун – французский ученый, лауреат премии Тьюринга (2018)

### НЕКОТОРЫЕ ИИ-ПРОЕКТЫ:

- PyTorch, Torch, Caffe2 – фреймворки для машинного обучения.
- CommAI – разработка виртуальных агентов общего назначения, полезных для человека в повседневной жизни.
- ParlAI – открытая платформа для обучения чат-ботов.
- bAbI – платформа для автоматического понимания текстов, а также набор датасетов

- для тестирования алгоритмов понимания естественного языка.
- FastText – фреймворк для классификации текста, выделения ключевых слов и именованных сущностей.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018:

472 млрд \$ капитализация,  
55.8 млрд \$ выручка,  
7.8 млрд \$ R&D,  
233 публикаций,  
44 патента,  
200+ исследователей.

## Tencent



**ОПИСАНИЕ:** китайская инвестиционная холдинговая компания, основанная в 1998 году в городе Шэньчжэнь. Tencent является одной из крупнейших инвестиционных и венчурных компаний. Дочерние компании Tencent, как в самом Китае, так и в других странах мира, специализируются на различных областях высокотехнологического бизнеса, в том числе различных интернет-сервисах, разработках в области искусственного интеллекта и электронных развлечений. крупнейшая китайская интернет-компания, владеет социальной сетью и мессенджером WeChat, приложением QQ, крупнейший в мире производитель онлайн-игр.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Tencent AI Lab.

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

разговорный ИИ, машинный перевод, голосовые помощники и виртуальные ассистенты, компьютерное зрение, персонализированные рекомендательные системы.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Чжэнью Чжан – директор Tencent AI Lab, ранее работал в подразделении Tencent, занимающимся робототехникой, в 2013 году ему была присуждена награда Helmholtz Test of Time Award за достижения в области компьютерного зрения.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Открытая ИИ-платформа для здравоохранения для онлайн-консультаций, назначения и проверки лечения, подбора медицинских специалистов.
- NIO – стартап, занимающийся разработкой и выводением на рынок электроавтомобилей и автономного транспорта.
- Голосовой помощник TingTing.

- Jingle – голосовой помощник, аналог Amazon Alexa.
- Tencent NLP – открытая платформа с функциями семантического анализа, предоставляющая API для разработки NLP-систем и решения прикладных задач по обработке естественного языка.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

447 млрд \$ капитализация,  
238 млрд \$ выручка,  
2.7 млрд \$ R&D,  
124 публикации,  
13 патентов

## Alibaba



**ОПИСАНИЕ:** китайская компания, специализирующаяся на e-commerce. Основные статьи дохода – B2B торговые операции и розничная онлайн-торговля. Помимо торговли выстраивает целую экосистемы платежей, логистики и сервисов.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Alibaba DAMO Academy, помимо DAMO, компания проинвестировала в 7 исследовательских лабораторий, ведущих разработки в сфере ИИ.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинное обучение, анализ данных и предиктивная аналитика, финтех, интеллектуальная робототехника, голосовые помощники.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Янцин Цзя – директор по ИИ в Alibaba, ранее работал в Facebook над ИИ проектами (Caffee2).

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- ET City Brain - открытая ИИ-платформа для умного города. Реализована в городе Ханчжоу. Благодаря

включению дорожных камер в облачное решение ET City Brain увеличилось число ежедневных сообщений об авариях в Ханчжоу и уменьшилось время реагирования. Уровень точности идентификации инцидентов составил более 92%.

- Автономный транспорт – компания активно разрабатывает данное направление, планируя использовать беспилотные автомобили для доставки продукции. В 2018 году бюджет Alibaba на исследования составил \$720 миллионов. Тестирования беспилотных транспортных средств проводятся в городе Ханчжоу, средняя скорость движения составляет на данный момент 30–40 км/ч, грузоподъемность – до нескольких тонн.
- Tmall Genie – голосовой помощник.
- AliReader – технология анализа неструктурированного текста, интеллектуального поиска и извлечения информации из различных документов, используемая во многих продуктах Alibaba.

- AliTranx – переводчик, применяемый в Alibaba International B2B, AliExpress и платформе Lazada, ежедневно его используют более 700 млн человек.
- Judicial brain – NLP-платформа для юристов.
- Система контроля качества медицинских записей.
- AliNLP – NLP-система, используемая в различных продуктах Alibaba, более 800 млрд использований в день.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

470 млрд \$ капитализация,  
37,5 млрд \$ выручка,  
3.6 млрд \$ R&D,  
70 публикаций,  
20 патентов.

## RASA



**ОПИСАНИЕ:** открытая платформа для создания и обучения разговорного ИИ.

**ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ:** NLP, диалоговые системы, чат-боты.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** СТО – Алан Никол

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Том Боклиш, Джои Фолкнер, Ник Павловски.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- RASA Platform – инфраструктура для создания и обучения разговорного ИИ. Платформа с открытым исходным кодом для создания, улучшения и развертывания текстовых и голосовых чатов и помощников. Платформа RASA была успешно внедрена в финансовом секторе (ReifeisenBank), в здравоохранении (ERGO, Tia), логистике и телекоме.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

14.1 млн \$ привлеченный инвестиций,  
3.5 млн \$

**САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:**

<https://rasa.com/>

## NVIDIA



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший разработчик и производитель графических процессоров, видеокарт, систем-на-чипе и ускорителей для высокопроизводительных вычислений, видеоигр, профессиональных визуализаций и автомобильной промышленности.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** NVIDIA Research.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** ускорители и системы на чипе для ИИ-технологий, бортовые компьютеры для беспилотного транспорта, компьютерное зрение, умный город, интеллектуальная робототехника.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Брайан Катандзаро – глава подразделения машинного обучения, PhD (Berkeley), ранее работал в Baidu.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- NVIDIA Metropolis – проект умного города, в котором данные с 500 млн камер собираются в единой системе, где обрабатываются и используются для обеспечения безопасности граждан.
- Nvidia GPU Cloud (NGC) – облачная платформа для разработчиков решений для искусственного интеллекта.

- NVIDIA Jetson – система для автономного транспорта на базе графических ускорителей.
- Nvidia Tesla – графические ускорители для дата-центров, предназначенные для тренировки алгоритмов ИИ.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

112 млрд \$ капитализация,  
12 млрд \$ выручка,  
1.8 млрд \$ R&D

### САЙТ С ИИ:

<https://www.nvidia.com/ru-ru/gpu-cloud/>

## Huawei



**ОПИСАНИЕ:** Одна из крупнейших мировых компаний в сфере телекоммуникаций, производитель сетевого оборудования, смартфонов, планшетных компьютеров, терминалов, мобильных приложений и ПО.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Noah's Ark Lab (Гонконг).

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** компьютерное зрение, речевые технологии, оптимизация работы нейросетей, предиктивная аналитика.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Цянь Чжао – директор Noah's Ark Lab.

Ци Тянь – глава департамента компьютерного зрения Noah's Ark Lab.

Qun Liu (Кун Лю) – глава департамента речевых технологий Noah's Ark Lab.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- CANN – (компьютерная архитектура для нейросетей) процессорная операторская библиотека и высокоавтоматизированный операторский пакет инструментальных средств разработки.
- MindSpore – унифицированная инфраструктура/среда обучения и логического вывода для устройств, периферии и облака (как независимых, так и комплексных).
- HiAI – мобильная платформа для высокопроизводительных вычислений

- на базе нейронных процессоров (NPU).
- SoftCOM AI – платформа для высокопроизводительных вычислений, содержащая фреймворки для генерации и тренировки различных ИИ моделей.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

564 млрд \$ капитализация,  
107 млрд \$ выручка,  
15 млрд \$ R&D.

## OpenAI



**ОПИСАНИЕ:** некоммерческая исследовательская компания из Сан-Франциско, занимающаяся искусственным интеллектом. Цель компании – развивать открытый, дружелюбный ИИ. Одним из основателей является предприниматель Илон Маск, известный по проектам PayPal, SpaceX, Tesla Motors. Открытость призвана избежать концентрации власти, которую дает ИИ, в одних руках. В планах компании открыто сотрудничать со всеми лицами и учреждениями, публиковать все результаты своих исследований.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** Обнаружение скрытых от общественности прорывных систем искусственного интеллекта. По мере увеличения количества организаций и ресурсов, выделяемых на исследования ИИ, увеличивается вероятность, что организация в тайне сделает прорыв в области ИИ и использует систему для потенциально злонамеренных целей.

Создание агента, который сможет побеждать в онлайн-конкурсах по программированию. Программа, которая может писать другие программы, по очевидным причинам будет очень мощным инструментом.

Обеспечение кибер-безопасности.

Создание ИИ для защиты от хакеров, в том числе использующих ИИ.

Реализация комплексных многоагентных моделей – множество разных агентов, которые могут взаимодействовать друг с другом, учиться в течение длительного периода времени, создавать свой язык и достигать различных целей.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Илья Суцкевер – главный научный сотрудник.

Грег Брокман – технический директор, образование Гарвардский Университет, MIT.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- OpenAI Gym – открытая среда для тренировки и сравнения ИИ-моделей на основе алгоритмов обучения с подкреплением, в данной среде поддерживаются различные алгоритмы движения и командных игр.
- Dota bot – алгоритм игры в Dota2, на сегодня последняя версия бота OpenAI Five побеждает в 99,4% игр.
- GPT-2 model – нейронная сеть, обученная на 8 млн сайтов, с рекордным числом параметров (1,5 млрд), способная генерировать полноценные связные тексты высокого качества.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

1 млрд \$ инвестиции от YCombinator

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://spinningup.openai.com/en/latest/>

## Uber



**ОПИСАНИЕ:** американская международная публичная компания из Сан-Франциско, создавшая одноименное мобильное приложение для поиска, вызова и оплаты такси или частных водителей и доставки еды. С помощью приложения Uber заказчик резервирует машину с водителем и отслеживает её перемещение к указанной точке. В большинстве случаев водители используют свои собственные автомобили, а также машины таксопарков или партнёров. В большинстве стран 80 % оплаты переходят водителю, 20 % перечисляются Uber.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Uber AI Labs.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** оптимизация работы нейросетей, предиктивная аналитика, беспилотное управление.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Зубин Гахрамани – главный научный сотрудник Uber.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Michelangelo - платформе ML поддерживает большинство решений в Uber. Платформа

позволяет сотрудникам компании создавать, развертывать и эксплуатировать решения в области машинного обучения для удовлетворения потребностей бизнеса.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

- 104 млрд \$ капитализация,
- 11.27 млрд \$ выручка,
- 1.5 млрд \$ R&D.

## DeepMind



**ОПИСАНИЕ:** британская компания, занимающаяся искусственным интеллектом. Основана в 2010 году в Лондоне под названием DeepMind Technologies. В 2014 году была приобретена Google за \$400 млн. Компания получила известность благодаря разработке компьютерной системы AlphaGo, победившей профессионального игрока в го. DeepMind создала нейронную сеть способную научиться играть в видеоигры на уровне человека.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** создать общий ИИ (General AI) и с его помощью решить все остальные задачи человечества.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Демис Хассабис – британский исследователь искусственного интеллекта, нейробиолог, разработчик компьютерных игр, игрок мирового класса в шахматы, сооснователь и генеральный директор DeepMind.

Мустафа Сулейман – сооснователь и директор направления прикладного ИИ.

Шейн Легг – сооснователь и директор направления машинного обучения.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- AlphaGo – программа для игры в го, разработанная компанией DeepMind в 2015 году.
- AlphaGo стала первой в мире программой, которая выиграла матч без гандикапа у чемпиона мира в го на стандартной доске 19 × 19.
- AlphaZero – нейросеть играющая в любые стратегические игры, обучается с нуля играя сама с собой. Выиграла у прежних программ-чемпионов в Го, шахматах, сёги.
- DQN – архитектура на основе алгоритмов обучения с подкреплением, находится в открытом доступе.

- AlphaStar – компьютерная система, предназначенная для стратегической игры в StarCraft II, в декабре 2018 года AlphaStar одержала уверенную победу над Grzegorz Komincz (MaNa) из команды Liquid, одного из сильнейших игроков в мире, со счетом 5:0.
- WaveNet – многослойная нейронная сеть, применяющаяся для генерации аудио, используется в голосовых помощниках компании Google.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

500 млн \$ инвестиции от Google.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://www.deepmind.com/>

## Allen Institute for Artificial Intelligence



**ОПИСАНИЕ:** исследовательский институт, основанный покойным соучредителем Microsoft Полом Алленом. Институт стремится к научным прорывам, создавая системы искусственного интеллекта с возможностями рассуждения, обучения и чтения.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** системы искусственного интеллекта с возможностями рассуждения, обучения и чтения. Фундаментальные проекты в области науки и медицины.

**ЛИДЕРЫ ИИ:** Джонатан Берант, Чандра Бхагаватула, Валид Аммар, Из Белтаги, Питер Кларк.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Aristo – флагманский проект AI2. Цель состоит в том, чтобы создать искусственно интеллектуальную систему, которая может успешно читать и понимать научные тексты и в конечном итоге демонстрировать свои знания, сдавая экзамен по биологии AP.
- Семантический ученый – платформа для поиска и открытия научной литературы, уделяя особое внимание семантике и пониманию текста. Система позволяет пользователям находить ключевые обзорные статьи по теме или составлять список важных цитат или результатов в данной статье.

- AllenNLP – является открытым исходным кодом NLP научная библиотека остроена на PyTorch.
- MOSAIC – проект Mosaic направлен на определение и построение здравого смысла и рассуждений для систем искусственного интеллекта.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

110 исследователей.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://allennlp.org/>

## DeepL



**ОПИСАНИЕ:** немецкая ИИ-компания, специализирующаяся в области глубокого обучения, которая разрабатывает системы искусственного интеллекта для решения задач, связанных с языками. Отмечена многими изданиями и экспертами как лидирующая система в области машинного перевода.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинный перевод, поиск информации.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** CEO: Ярослав Кутыловски – соучредитель, ранее CTO DeepL.

Герен Фрахлинг – руководитель R&D.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- DeepL Переводчик – бесплатная система машинного перевода. К середине 2019 г. доступны версии DeepL Переводчика на английском, немецком, французском, нидерландском, испанском, русском, итальянском, польском и португальском языках.
- DeepL Pro – продукт, выпущенный в марте 2018 г., предлагает профессиональный API и расширенные возможности для онлайн-перевода. DeepL Pro

представляет собой платформу, на основе которой разработчики могут создавать новые продукты: например, приложения для синхронного перевода видео и чартов, дополнения к браузеру и почтовым программам, а также переводчики в режиме дополненной реальности.

- Linguee – глобальная система контекстуального поиска по переводам.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://www.deepl.com/ru/home>

## Salesforce



### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://www.salesforce.com/products/einstein/overview/>

**ОПИСАНИЕ:** американская компания, разработчик одноименной CRM-системы, предоставляемой заказчикам исключительно по модели SaaS. Под наименованием Force.com компания предоставляет PaaS-платформу для самостоятельной разработки приложений, а под брендом Database.com – облачную систему управления базами данных. Salesforce вышла в лидеры NLP индустрии после покупки стартапа MetaMind с сильнейшей командой Ричарда Сочера (Richard Socher), являющегося одним из топ-исследователей мира по NLP.

**ИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Salesforce research.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** поиск и извлечение информации, диалоговые системы, NLP-алгоритмы, одновременно решающие несколько различных NLP-задач.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** CEO: Марк Бениофф

**ТОП ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИИ:** Ричард Сошер, Каиминг Сюн, Ишаан Гулрадхани, Крейг Вейсман, Джеймс Брэдбери.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- The Natural Language Decathlon – соревнование NLP-алгоритмов по одновременному решению 10 различных задач в области машинного перевода,

MQAN – открытая библиотека по машинному обучению, одновременно решающая 10 различных NLP-задач. обработки естественного языка и диалоговых систем.

- Salesforce Einstein Language – фреймворк на основе алгоритмов глубокого обучения для решения NLP-задач.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

117.6 млрд \$ капитализация,  
13.3 млрд выручка,  
1.8 млрд R&D,  
146 публикаций,  
75 патентов.



# КЛЮЧЕВЫЕ КОМПАНИИ В РОССИИ

В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Список российских компаний был куда менее предсказуемым, чем мировых. Безусловным лидером рейтинга российских компаний является Яндекс, набравшая 252 балла, что означает, что она была в среднем упомянута каждым экспертом в почти каждой технологической области (0.92 балла в пересчете на каждый ответ). За ней идет компания Центр речевых технологий (ЦРТ), которая специализируется на распознавании/синтезе речи и других технологиях ИИ. В 2019 году 51% компании ЦРТ был куплен Сбербанком, так что теперь можно сказать, что пул компетенций ЦРТ входит в пул компетенций Сбербанка. Видимо поэтому некоторые эксперты даже не разделяют эти компании, указывая в ответах ЦРТ-Сбербанк. Тем не менее сам Сбербанк также указывался экспертами как центр компетенций в искусственном интеллекте, и он по праву вошел в лист топ-компаний.

Список российских компаний сочетает несколько категорий компаний. Во-первых – это поисковики и компании, которые уже много лет занимаются текстовыми технологиями – это Яндекс, АBBYY, Mail.ru, PROMT и RCO (часть группы Rambler). Во-вторых, это огромные корпорации, которые лишь в последние 3-4 года начали формировать свои компетенции в области ИИ – Сбербанк, Тинькофф, МТС, но все они уже добились впечатляющих результатов, несмотря на то, что делают в основном технологии для внутреннего пользования, но наружу все равно прорывается информация о том, что делается внутри. И наконец, в списке топ-компаний несколько компаний, еще недавно бывших стартапами, но уже повзрослевших и уверенно стоящих на ногах. Это и АСМ технологии, специализирующаяся на распознавании / синтезе речи, и две лидирующих по чат-ботам в России компании Just AI и Наносемантика, и наконец три компании, специализирующихся на анализе медиа пространства в Интернете – Brand Analytics, Медиа-логия и Крибрум. Каждая из них сильна в своем сегменте и про каждую упоминали эксперты [16].

Кроме компаний, описанных экспертами, добавили к списку компании, упомянутые в СМИ – Cognitive tech, Ростелеком, Лаборатория Касперского, Мивар, mail.ru. В результате получился следующий список компаний.

Таблица 6 – Крупнейшие компании России в области искусственного интеллекта [15], [16].

ТОП-20 КОМПАНИЙ РОССИ	
1	Яндекс
2	Mail.ru Group
3	Сбербанк
4	Cognitive technologies
5	Лаборатория Касперского
6	Ростелеком
7	АBBYY
8	Группа ЦРТ
9	Just AI
10	PROMT
11	Тинькофф
12	Наносемантика
13	Brand Analytics
14	RCO
15	АСМ Решения
16	Медialogия
17	Kribrum
18	МТС
19	Naumen
20	Мивар

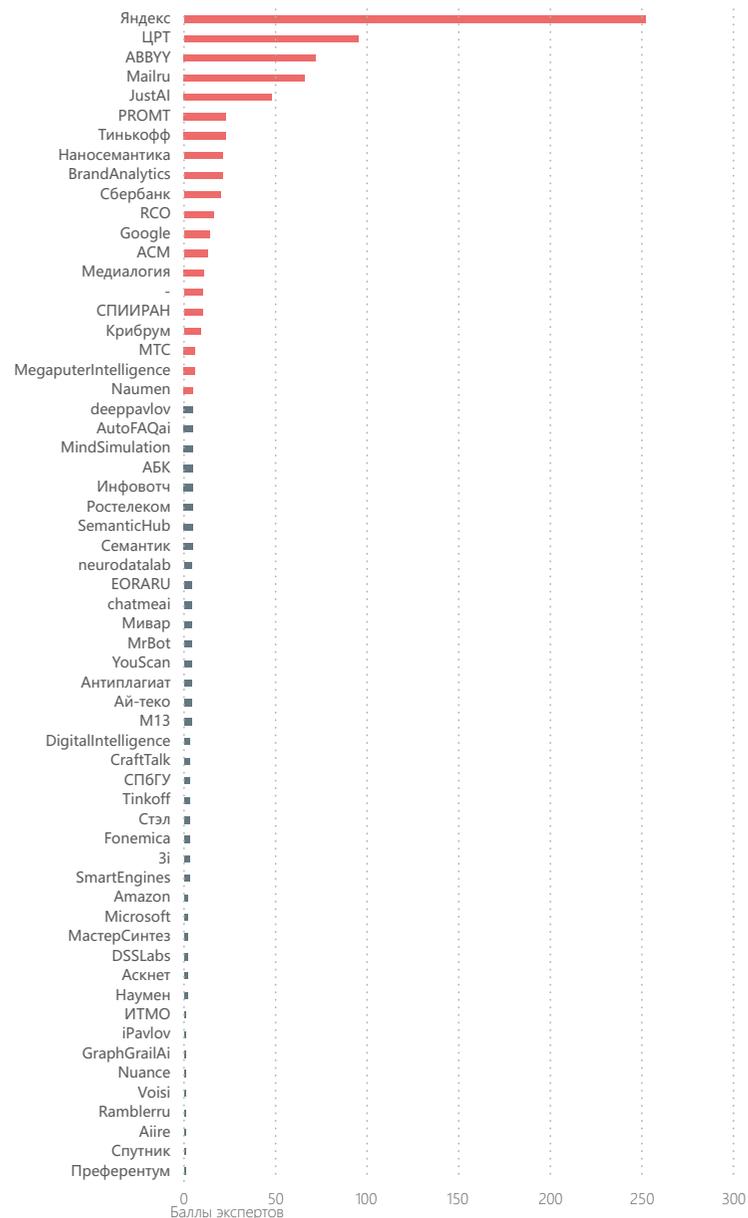


Рисунок 35 – Крупнейшие компании в России в области искусственного интеллекта

## Яндекс



**ОПИСАНИЕ:** российская транснациональная компания, зарегистрированная в Нидерландах и владеющая одноимённой системой поиска в Сети, интернет-порталами и службами в нескольких странах. Наиболее заметное положение занимает на рынках России, Турции, Белоруссии и Казахстана. Поисковая система «Яндекс» является четвёртой среди поисковых систем мира по количеству обрабатываемых поисковых запросов (свыше 6,3 млрд в месяц на начало 2014 года). По состоянию на сентябрь 2018 года, согласно рейтингу Alexa.com, сайт yandex.ru по популярности занимает 21-е место в мире и 1-е – в России.

Поисковая система Yandex.ru была официально анонсирована 23 сентября 1997 года и первое время развивалась в рамках компании CompTek International. Как отдельная компания «Яндекс» образовалась в 2000 году. В мае 2011 года Яндекс провёл первичное размещение акций, заработав на этом больше, чем какая-либо из Интернет-компаний со времён IPO-поисковика Google в 2004 году.

Приоритетное направление компании – разработка поискового механизма, но за годы работы «Яндекс» стал мультипорталом. В 2016 году «Яндекс» предоставлял более 50 служб. С целью продвижения своего голосового помощника Алиса Яндекс учредил ежемесячную премию для разработчиков «Премия Алисы» в размере от 50 до 100 тысяч рублей за создание наиболее часто используемых навыков. Среди необычных навыков, разработанных для Алисы, есть ряд игр и онлайн-викторин («Крокодил», «Да, милорд»), разговорные навыки («Поговори с Алисой», «Рассказать сказку»), возможность заказать пиццу и вызвать такси и даже навык «Зеркало души», который помогает человеку лучше разобраться в себе, а при необходимости – советует поговорить с психологом. Сейчас у Алисы свыше 1,5 тысяч навыков.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** Яндекс Переводчик, Яндекс Алиса, Яндекс SpeechKit

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинный перевод, распознавание речи, виртуальные ассистенты, поиск и извлечение информации из текста.

**ЛИДЕР В ИИ:** Михаил Биленко – руководитель управления машинного интеллекта и исследований.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Алиса – виртуальный голосовой помощник, доступный во всех устройствах с программным обеспечением Яндекс. 1 кв. 2019 г. ежемесячная аудитория Алисы составляет около 35 млн человек.
- Яндекс Переводчик – сервис автоматического перевода слов, фраз, целых текстов, а также веб-страниц. Сервис использует технологию машинного перевода, разработанную в Яндексе. На 2019 г. осуществляется поддержка более 90 языков.
- Яндекс Толока – краудсорсинговая платформа для сбора и обработки данных. В Толоке зарегистрировано более 5 млн исполнителей и 20 тыс. заказчиков, в числе которых команды Яндекса, представители бизнеса, исследователи и аналитики. Основные направления использования Толоки – это сбор и обработка данных для проектов машинного обучения, обучения поисковых алгоритмов и нейронных сетей, развития речевых технологий и компьютерного зрения. Собранные оценки используются для разработки голосовых помощников и чат-ботов, и проведения научных исследований в разных предметных областях. Толока является основным источником данных для машинного обучения в Яндексе.

- Yandex SpeechKit – Комплекс технологий распознавания и синтеза речи, предоставляемый как сервис для внешних разработчиков. С 2019 г. технология синтеза и распознавания речи Yandex
- SpeechKit доступна по модели SaaS на платформе Яндекс. Облако. Технологию уже активно используют более 300 государственных и частных компаний из отраслей телекоммуникаций, финансов, услуг, медицины. Самые популярные сценарии применения технологии – Yandex SpeechKit -это роботизация колл-центров и речевая аналитика. Роботизация колл-центров дает возможность сокращать затраты на персонал, уменьшать время ожидания ответа оператора, повышать уровень удовлетворенность клиентов результатом обращения. Применение речевой аналитики позволяет увеличивать эффективность диалогов оператора с клиентов (например, повышать процент успешных продаж), оперативно улучшать сценарии работы и повышать удовлетворенность клиентов.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

11.9 млрд \$ капитализация,  
1.8 млрд \$ выручка,  
325 млн \$ R&D,  
7 патентов,  
20 публикаций.

### САЙТ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ИИ:

<https://yandex.ru/alice>

## Mail.ru Group



**ОПИСАНИЕ:** российская технологическая компания. Среди её активов социальные сети «ВКонтакте» и «Одноклассники», портфолио онлайн-игр, куда входят такие проекты как Warface, Armored Warfare, Skyforge, Аллоды Онлайн, ArcheAge, Perfect World и Lost Ark, картографический сервис MAPS.ME, мессенджер ICQ, мобильный сервис бесплатных объявлений «Юла», каршеринг YouDrive и платформа для доставки еды Delivery Club. В мае 2017 года Forbes поставил Mail.ru Group на 97 место в рейтинге ста инновационных компаний мира.

В 2019 г. было запущено подразделение Mail.ru Group Tech Lab. Направление отвечает за технологические проекты в области искусственного интеллекта, распознавания голоса и изображений, а также разработку новых экспериментальных коммуникационных продуктов. Сферы применения: в компании Mail.ru Group технологии ИИ, машинного обучения и нейронных сетей применяются в ряде продуктов и сервисов. В их числе – технология поиска Mail.ru, сервис умных ответов в почте Mail.ru, голосовой помощник Маруся, контент и рекомендации в социальных сетях ВКонтакте и Одноклассники, рекламный таргетинг в myTarget,

компьютерное зрение Vision, машинное обучение в Mail.ru Cloud Solutions и др.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** Mail.ru Group Tech Lab

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** синтез речи, распознавание речи, голосовые ассистенты, распознавание лиц и объектов, поиск и извлечение информации из текста.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Андрей Калинин – директор по технологиям искусственного интеллекта.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- «Прометей» Mail.ru Group запустил ИИ «Прометей» в социальной сети «ВКонтакте». Прометей выбирает самый релевантный контент для аудитории. Группам с годным контентом выдает метка(огонек).
- «Маруся» – голосовой помощник, разрабатываемый экспертами Mail.ru
- Group Tech Lab. В июне 2019 г. компания представила своего голосового помощника

- «Маруся». Также планирует выпустить собственную колонку с «Марусей» и интегрировать технологию в другие продукты Mail.ru Group и сторонние сервисы.
- Mail.ru Sounds – Технология распознавания звуков и речи на базе машинного обучения от Mail.Ru Group. Обнаруживает и анализирует любые звуки или их сочетание в аудиопотоке.
- Mail.ru Cloud Solutions – сервис для быстрой разработки приложений на основе машинного обучения, технология помогает разработчикам и исследователям быстро создавать приложения, конфигурирования и поддержки собственной инфраструктуры. Среды развёртываются в виде образов с установленными и настроенными сервисами обучения нейронных сетей и драйверами.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

4.9 млрд \$ капитализация,  
75 млрд руб. выручка.

## Cognitive technologies



**ОПИСАНИЕ:** Один из ведущих в мире разработчиков искусственного интеллекта для беспилотных транспортных средств. Компания была создана на базе ИСА РАН в 1992 г. Основу коллектива разработчиков составили ведущие советские ученые, имевшие опыт создания проектов мирового уровня, таких как программа «КАИССА» (первый чемпион мира по шахматам среди компьютеров). В 2016 г. Cognitive Technologies вышла на мировой рынок систем управления беспилотным транспортом и имеет контракты с автопроизводителями и компаниями Tier-1 в таких странах, как Германия, Китай,

Южная Корея и др. Имеет награду британской аналитической компании Softech INTL за лучшее ИИ-решение для беспилотников в мире за 2017 г.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** системы машинного зрения, разработка искусственных нейронных сетей, системы обработки изображений, Технологии ИИ для закупочных систем и систем документооборота.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- C-Pilot– интеллектуальная платформа для управления беспилотным транспортным

средством. Конкурентным преимуществом решений компании является возможность безопасной работы автопилота в любых погодных условиях. Компания также является разработчиком автономных систем управления для точного земледелия. В 2018 г. выпустила первый в мире промышленный 4D-радар для беспилотной техники, а также объявила о проектах по созданию беспилотного трамвая и экспортных решений для умных городов.

## Сбербанк



**ОПИСАНИЕ:** российский финансовый конгломерат, крупнейший транснациональный и универсальный банк России, Центральной и Восточной Европы. Контролируется Центральным банком Российской Федерации, которому принадлежит 50 % уставного капитала плюс одна голосующая акция. Предоставляет широкий спектр банковских услуг. В рамках стратегии трансформации Сбербанка в технологическую компанию начинает расти доля небанковских услуг, таких как маркетплейсы, телеком, страхование, медицина и пр.

Банк активно занимается построением экосистемы, в т.ч. включающей компании лидеры в разработке ИИ технологий – ЦРТ (технологии NLP и Speech Analytics), Vision Labs (технологии компьютерного зрения и биометрии).

ИИ и NLP\Speech Analytics подразделения: С 2017 г. в Сбербанке функционирует Управление развития компетенций по исследованию данных, Лаборатория по искусственному интеллекту и внутреннее DS\AI сообщество. Над созданием единых платформ для технологий NLP и Speech Analytics работают Agile-команды.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** ЦРТ, Vision Labs, лаборатория по ИИ.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** чат-боты, поиск и извлечение информации из текста, распознавание речи.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Круглов Константин Игоревич – главный исполнительный директор-директор департамента, возглавляет разработку и развитие единых платформ для технологий NLP и Speech Analytics.

Филиппов Денис Сергеевич – Управляющий директор-начальник управления NLP

платформы и речевых технологий.

Ведяхин Александр Александрович – Первый заместитель Председателя Правления Сбербанка. Осуществляет руководство и координацию деятельности: Лаборатории по искусственному интеллекту, Управления развития компетенций по исследованию данных и Управления контроля и координации деятельности.

Еременко Максим Алексеевич – старший управляющий директор Управления развития компетенций по исследованию данных, CDS Банка. Курирует разработку и реализацию инициатив в области искусственного интеллекта и анализа данных, создает среду для коммуникации и обмена опытом в области искусственного интеллекта и анализа данных.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- В банке реализуется порядка 300 инициатив с применением технологий ИИ, примерно половина будет реализована до конца 2019 г. ИИ используется в разных сферах деятельности: комплаенс, риск-менеджмент, HR, образование,

персонализация клиентского опыта, финансы, кибербезопасность и др.

- На основе единых технологических платформ для NLP и Speech Analytics, позволяющих ускорить разработку и внедрение новых продуктов, реализуются инициативы по созданию чат-ботов, автоматического голосового меню, автоматизированной подготовке юридических документов, обработки жалоб и обращений и др.
- Ежегодно Сбербанк организует крупнейшие мероприятия, целью которых является популяризация науки о данных и искусственного интеллекта на общенациональном уровне, а также поиск лучших специалистов и решений в данной сфере. Среди таких событий – ежегодная конференция и соревнование по анализу данных Sberbank Data Science Journey, просветительский проект «Академия искусственного интеллекта» для школьников и учителей и другие регулярные соревнования по разработке решений на основе технологий искусственного интеллекта и анализа данных.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

4190 млрд руб. капитализация,  
804.2 млрд руб. чистая прибыль.

## Лаборатория Касперского



**ОПИСАНИЕ:** международная компания, специализирующаяся на разработке систем защиты от компьютерных вирусов, спама, хакерских атак и прочих киберугроз. Компания ведёт свою деятельность более чем в 200 странах и территориях мира.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** многоуровневая защита нового поколения,

применяющая методы машинного обучения на всех стадиях процесса обнаружения угроз.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Технология Astraea – собирает всю статистику и метаданные о подозрительных действиях и угрозах со всего мира в реальном времени,

- и на основе анализа этих данных принимает решения об обнаружении вредоносных объектов. Эти вердикты незамедлительно становятся доступны всем пользователям Kaspersky Security Network.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

726 млн \$ выручка.

## Ростелеком



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший в России провайдер цифровых услуг и решений. Компания занимает лидирующее положение на российском рынке услуг широкополосного доступа в Интернет и платного телевидения.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** Айкумен ИБС - является центром компетенций по аналитике данных и технологиям искусственного интеллекта в Группе «Ростелеком» и является разработчиком собственной поисково-аналитической платформы IQPlatform.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** использование искусственного интеллекта в области сбора, обработки и анализа информации, полученной из различных источников, в целях повышения уровня автоматизации и эффективности работы компании.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Андрей Яровой – главный архитектор и руководитель подразделения разработки имеет более чем 20-тилетний опыт в области создания нейронных сетей и поисковых машин, обработки и анализа текстовой информации.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- IQ State – автоматизированная система мониторинга и анализа политической,

экономической и социальной ситуации на региональном и глобальном уровнях, контроль информационного фона вокруг объектов интереса заказчиков и выявления информационных атак.

- IQ Scout – автоматизированная система промышленной, научно-технологической и конкурентной разведки, мониторинга деятельности мировых исследовательских центров и выявления ведущих отраслевых экспертов.
- IQ Antifraud – автоматизированная система мониторинга и анализа конкурсной информации с целью формирования комплексной оценки спроса / предложения в различных разрезах и выявления и предупреждения нарушений, мошенничества и коррупции в сфере государственных закупок и контрактов.
- IQ Alert – автоматизированная система мониторинга и комплексного анализа данных внутренних информационных систем и внешних источников информации для обнаружения и предотвращения технологических нарушений на производственных и генерирующих предприятиях и прогнозирования ключевых параметров их работы.

- IQ Alarm – автоматизированная система мониторинга и комплексного анализа информационного поля для выявления и предупреждения угроз безопасности и определения репутационного фона вокруг них.
- IQ Antiter – автоматизированная система формирования электронного паспорта антитеррористической защищенности объектов, мониторинга уровня физической защищенности периметра объектов и безопасности внутри объекта.
- IQ Social – сервис управления информационным пространством (СМИ, соцсети, форумы, блоги) в «одном окне» с функцией Social CRM. Сервис предназначен для сбора, управления и анализа обращений физических лиц в социальных медиа и за их пределами, что позволяет систематизировать работу служб клиентской поддержки и взаимодействия с гражданами в социальных медиа.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

1200 млрд руб. капитализация,  
320 млрд выручка.

## ABBYY



**ОПИСАНИЕ:** мировой разработчик решений в области интеллектуальной обработки информации. ABBYY создает решения для корпоративных заказчиков с применением технологий компьютерного зрения и обработки естественного языка, а также предлагает компаниям интеллектуальные платформы для анализа бизнес-процессов. ABBYY основан в 1989 г. предприниматель Давид Ян. В 1993 компания представила первую версию программы для распознавания текстов ABBYY FineReader, с которой впоследствии вышла на мировой рынок. Компания разработала десятки программных решений, предназначенных для извлечения, ввода и анализа данных из различных документов, включая неструктурированные, такие как договоры, контракты, технические и другие документы. Сегодня международные офисы группы компаний ABBYY открыты в 12

странах мира. Решениями компании пользуются десятки тысяч организаций из 200 стран мира..

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** обработка естественного языка, компьютерное зрение, интеллектуальный поиск, извлечение и анализ информации из текстов.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Владимир Селегей, Татьяна Даниэлян

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- ABBYY Compreno – технология анализа и понимания текстов на естественном языке, выполняет полный семантико-синтаксический анализ текста, создает его универсальное представление, извлекает сущности, события и связи между ними.

- ABBYY FlexiCapture – универсальная платформа для интеллектуальной обработки информации.
- ABBYY Intelligent Search – корпоративный поиск по всем источникам данных.
- ABBYY FineReader – универсальное решение для работы с бумажными и PDF документами.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

25% выручки компания инвестирует в R&D,  
113 патентов,  
58 публикаций,  
500 разработчиков в ИИ.

## Just AI



**ОПИСАНИЕ:** Разработчик технологий разговорного искусственного интеллекта, которые применяются при создании голосовых ассистентов, интеллектуальных чатботов и умных обзвонков для автоматизации процессов контакт-центров, омниканального взаимодействия с пользователями и других сложных бизнес-задач. Just AI специализируется на технологиях искусственного интеллекта, машинного обучения и понимания естественного языка с 2011 г. Основной доход – программные продукты для создания голосовых помощников, чатботов с NLU и умных обзвонков. Среди клиентов компании – ЮниКредит банк, Совкомбанк, МТС, HeadHunter, Папа Джонс, приложение «Кошелёк» и другие крупные бренды. Just AI является партнером Google и Яндекс в области создания контента для голосовых ассистентов.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** распознавание и обработка речи, понимание естественного языка, машинное обучение и нейросетевые алгоритмы.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- Just AI Conversational Platform – платформа enterprise-уровня для разработки разговорных чатботов и ассистентов, понимающих естественный язык. Платформа сочетает богатый синтаксис для написания чатботов с помощью языка Just AI DSL и алгоритмы machine learning для оперативного дообучения систем. Чатботы, созданные в платформе, решают комплексные задачи бизнеса: поддержка клиентов, найм и обучение сотрудников, оформление заказов и продажа товаров.

- Aimylogic – конструктор навыков и интеллектуальных ботов для независимых разработчиков.
- Aimybox – готовые наборы навыков и лицензионный контент для умных устройств.
- Детский робот Емеля – устройство на русском языке, понимающее естественную речь.
- «Мир Лавкрафта» – Одно из необычных применений технологий компании – создание игр для голосовых ассистентов. В апреле 2019 г. Just AI выпустила «Мир Лавкрафта» – интерактивную драму-квест для Google Ассистента, разработанную на базе платформы Just AI Conversational Platform.

## Группа ЦРТ



**ОПИСАНИЕ:** компания разработчик инновационных систем в сфере распознавания лиц, голосовой биометрии, распознавания и синтеза речи, многоканальной записи, обработки и анализа, аудио- и видеоинформации. Первыми заказчиками систем голосовой идентификации ЦРТ, которые позволяют определить личность человека даже по фрагментам его речи, были Мексика и Эквадор в 2011 г. Сейчас решения и технологии компании используются более чем в 70 странах. Один из самых экзотических заказов ЦРТ выполняли для американских тюрем. Там каждому заключенному положен один звонок в неделю, и эти звонки использовались в качестве валюты на местном черном рынке. Голосовая биометрия ЦРТ была применена для борьбы с нелегальными звонками.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ИИ:** «ЦРТ-инновации» – научно-исследовательская компания передовой разработчик голосовых и бимодальных биометрических систем. Резидент Фонда «Сколково».

Основные направления исследований биометрия по голосу и лицу, распознавание речи, анализ больших данных.

**ЛИДЕР В ИИ:** Дмитрий Дырмовский – основатель компании. Вице-президент Национальной ассоциации контактных центров. Входит в состав Экспертного совета по российскому ПО Минкомсвязи России.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- «Визирь. Арена» – программно-аппаратный комплекс видеоконтроля и биометрической идентификации для спортивных объектов, проводит распознавание лиц болельщиков и их сравнение с картотекой «черного списка».
- VoiceKey.PLATFORM – платформа мультимодальной биометрической аутентификации и идентификации пользователей в каналах дистанционного обслуживания, позволяет реализовать различные сценарии использования биометрических технологий.

- Smart Logger II – система автоматического контроля качества и речевой аналитики обеспечивает комплексную оценку 100% обращений клиентов и KPI контактного центра.
- VoiceNavigator и ChatNavigator – системы голосового самообслуживания на основе искусственного интеллекта, автоматизируют предоставление справочной информации клиентам и обеспечивают интеллектуальную маршрутизацию обращений.
- VoiceGrid – система криминалистического учета и биометрического поиска, позволяет осуществлять биометрический поиск по фотографическому изображению лица и голосу.

### ПАРАМЕТРЫ КОМПАНИИ:

1.4 млрд руб. выручка 2017 г.,  
≈ 10 млрд руб. оценка компании.

## Наносемантика



**ОПИСАНИЕ:** компания с 2005 г. разрабатывает интеллектуальных чат-ботов, которые поддерживают диалог с человеком на естественном языке на заданные темы в текстовых и голосовых каналах. Разработка полностью ведется на собственных технологиях – язык разметки диалогов, диалоговый процессор, базы знаний и словарей.

**ЛИДЕР В ИИ:** Анна Власова, руководитель отдела лингвистики в «Наносемантике». Работала в компаниях «Медиалингва», Rambler, «Ашманов и Партнеры», Kaspersky Lab.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** обработка естественного языка, диалоговые системы, распознавание речи, синтез речи.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Чат-боты для бизнеса - виртуальные собеседники способны имитировать естественную речь, поддерживать диалог с живыми людьми и выступать в виде диалогового интерфейса с информационными системами в текстовых или голосовых каналах.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

29.6 млн руб. выручка.

## PROMT



**ОПИСАНИЕ:** в 1991 г. бывшие сотрудники лаборатории инженерной лингвистики Ленинградского института им. Герцена (ныне – РГПУ им. Герцена) объединились и начали создавать IT-продукты по автоматическому (машинному) переводу. Они основали компанию, которая получила название PROMT (аббревиатура PROject of MachineTranslation). Первый офис компании открылся в Петербурге, позднее появились подразделения в Москве, Сан-Франциско (США) и Гамбурге (Германия). В 1998г. компания запустила первый сервис бесплатного онлайн-перевода в рунете Translate.Ru. Сегодня PROMT разрабатывает решения по переводу для частных и корпоративных пользователей и решения для анализа неструктурированных текстовых данных. Клиенты PROMT – крупные российские и международные компании: Lukoil, Норильский Никель, Лаборатория Касперского, Amadeus, Spanish Dict

и другие. Основной доход: разработка программных продуктов в сфере автоматического перевода для корпоративных и частных пользователей.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинный перевод на основе нейронных сетей, интеллектуальный анализ неструктурированных данных.

**ИССЛЕДОВАТЕЛИ В ИИ:** Александр Молчанов, Федор Быков.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- PROMT Translation Server Developer Edition – автоматический перевод текстов, документов и веб-страниц целиком с помощью API.
- PROMT Analyzer SDK – компонент для информационно-аналитических систем.

Позволяет автоматически анализировать Big Data на разных языках, выделять факты, упоминания персон, организаций, событий и другие сущности, определять тональность высказываний и документов.

- PROMT Cloud API – облачный интерфейс, который позволяет использовать технологию онлайн-перевода PROMT в других программах или на сайтах.
- PROMT Mobile SDK – Многофункциональный элемент для встраивания в мобильные приложения, позволяющий использовать технологию перевода PROMT полностью офлайн.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

- 89 млн руб. выручка.

## Brand Analytics



**ИНФОРМАЦИЯ:** имеет архив более 100 млрд русскоязычных сообщений и анализирует сейчас до 3 млрд сообщений в месяц, в том числе публикации во ВКонтакте, Одноклассниках, Instagram, Facebook, Twitter, Youtube, на форумах, сайтах-отзовиках, в блогах, мессенджерах и т.д. Brand Analytics позволяет разработать коммуникационную стратегию, улучшить продукты и услуги, повысить эффективность маркетинга и PR, быть в курсе действий конкурентов, снизить репутационные риски и улучшить качество обслуживания.

**ЛИДЕР В ИИ:** Алексей Соловьев, руководитель лингвистической лаборатории.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** поиск и извлечение информации из текста.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- BRAND ANALYTICS – лидирующая система анализа социальных меди по рейтингу Adindex 2018, победитель конкурса аналитических систем 2017 г., организованного «Аналитическим центром при Правительстве РФ».
- BA EXPRESS – система мониторинга соцмедиа и СМИ для компаний с небольшим объемом упоминаний и персонального использования. В таких случаях важна работа с каждым упоминанием, а не глубокий анализ статистических данных.
- BRAND VISOR – дашборд для быстрого контроля инфополя компании топ-менеджментом. Отслеживает сообщения о компании и её первых

лицах в СМИ и социальных медиа, выделяет значимые публикации и визуализирует данные в виде трендов и зон риска.

- EVENT WALL – соцмедиа-дашборд для мероприятий. Делает мероприятие интерактивным, собирает впечатления участников мероприятия и ваш собственный контент в соцсетях на одном динамическом экране.
- EUREKA ENGINE – высокоскоростная система лингвистического анализа текстов модульного типа, позволяющая извлекать новые знания и факты из неструктурированных данных огромных объемов в режиме реального времени.

## Тинькофф



**ОПИСАНИЕ:** финансовая онлайн-экосистема, выстроенная вокруг потребностей клиента: экосистема дает клиентам возможность анализировать и планировать личные траты, инвестировать сбережения, получать бонусы в рамках программ лояльности, бронировать путешествия, покупать билеты в кино, бронировать столики в ресторанах и многое другое. Во всех коммуникациях Тинькофф активно использует технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, более 30% обращений клиентов в чатах обрабатывается без участия сотрудников банка. В последнее время компания начала предлагать наружу технологии и сервисы, которые были сделаны первоначально для внутреннего пользования. Например, система распознавания и синтеза речи, сделанная первоначально для робота «Олег», теперь представляется как внешний сервис для сторонних компаний.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** обработка естественного языка, диалоговые системы, распознавание и синтез речи, голосовая биометрия, скоринговые модели, робоэдвайзинг, антифрод, компьютерное зрение.

**ЛИДЕР В ИИ:** Константин Маркелов, вице-президент, директор по бизнес-технологиям Тинькофф.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Голосовой помощник Олег – первый в мире голосовой помощник в сфере финансов и лайфстайл-услуг, созданный в России. Также Олег отвечает на вопросы клиентской поддержки, обрабатывая более 30% обращений, еще в 30% случаев отвечает на часть вопросов, в половине случаев ответы персонализированы. Используются, как нейросетевые подходы, так и классические методы.
- Tinkoff VoiceKit – сервис речевых технологий Тинькофф, включающий глубокие нейросетевые модели для синтеза и распознавания речи, использовались для создания голосового помощника Олега, а с июля 2019 года доступны всем желающим по SaaS модели.

- Кредитный скоринг – основа кредитного бизнеса Тинькофф, сочетает в себе классические робастные скоринговые модели, так и новое экспериментальное направление на основе обучения с подкреплением.
- Робоэдвайзинг – новое направление с использованием искусственного интеллекта в Тинькофф Инвестициях, призванное упростить процесс wealth management и оценку рисков тех или иных инвестиционных решений.
- Голосовая биометрия – система для быстрой идентификации клиентов по голосовому отпечатку в колл-центре, сокращает время идентификации клиента в несколько раз.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

3.6 млрд \$ капитализация,  
112.6 млрд руб. выручка.

## Мивар



**ИНФОРМАЦИЯ:** инноватор в области интеллектуальных информационных технологий и систем искусственного интеллекта. Поставщик миварной технологической платформы и средств разработки. Компания была основана в 2012 году разработчиками теории миварного моделирования и создателями логического искусственного интеллекта нового поколения.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** Экспертные системы нового поколения (логически решающие системы, LRS), семантические технологии понимания естественного языка, интеллектуальное распознавание образов, АСУ и системы управления автономными интеллектуальными роботами.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- КЭСМИ – конструктор экспертных систем миварный. Инструмент для создания моделей знаний, с неограниченным количеством связей, параметров и отношений, обладающий логическим выводом. КЭСМИ может эффективно использоваться, как для создания программных роботов (RPA) или виртуальных специалистов, так и в целях построения сложных экспертных систем (ЭС), систем управления знаниями (СУЗ) или логически решающих систем (LRS, Logical Reasoning Systems).

- ТЭЛМИ – Текстовый Эмулятор Личности Миварный, уникальная семантическая платформа, построенная на миварных принципах. Эффективно решает задачу смыслового анализа текста и понимания естественного русского языка.
- РОБОРАЗУМ – программная платформа интеллектуализации для робототехники.

## RCO



**ИНФОРМАЦИЯ:** Компания специализируется в области компьютерной лингвистики и обработки неструктурированной информации. Компания является поставщиком готовых программных продуктов, а также выполняет заказные разработки в части кастомизации своих решений и их интеграции с программным обеспечением других вендоров. Является частью Rambler&Co. Компания RCO начала свою деятельность в 1996 году с создания информационной системы «Парк» и интернет/интра нет версии справочно-правовой системы «Гарант», а также разработки систем полнотекстового контекстного поиска в базах данных Oracle и MS SQL. С 2000 года коллектив RCO начал разработку продуктов и технологий поиска и анализа неструктурированной текстовой информации, а также компьютерной лингвистики, использованных в таких программных продуктах как ClaraBridge (компания «ClaraView», «VDI-EPAM»), X-Files, Аналитический курьер (компания «Ай-Теко», «Белый ветер»), КРИТ,

Медialogия (компания «Медialogия»), Дозор-Джет (компания «Инфосистемы Джет»), «Консультант Плюс» (компания «Консультант Плюс Программные технологии»). В 2015 году Rambler & Co стала владельцем 51% компании RCO. Сделка оценивается в 75 млн руб.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Ермаков А.Е., Киселев С.Л.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** поиск и извлечение информации из текста.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- RCO Fact Extractor SDK – инструмент компьютерного анализа текстовой информации.
- Пакет предназначен для разработчиков информационно-аналитических и поисковых систем.
- RCO Text Categorization Engine – Библиотека для разработчика информационно поисковых систем, позволяющая на основании лексических

профилей определять принадлежность текста к заданному множеству категорий, получать количество вхождений и позиции выбранного термина в тексте.

- RCO Досье – Информационно– аналитическая система «Система ведения досье» (ИАС СВД) – программа, предназначенная для автоматизированного сбора информации из различных источников, содержащих сведения о юридических лицах, в структурированную базу данных фактографической информации.
- RCO Zoom – специализированная поисковая система, сочетающая функционал традиционных поисковых систем и анализа информации.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

89 млн руб. выручка.

## АСМ Решения



**ИНФОРМАЦИЯ:** ИТ-компания, основана в 2015 году, разработчик инновационных технологий в сферах: автоматической обработки и анализа речевых данных; распознавания речи (более 35 языков); голосовой биометрии; синтеза речи; классификации данных на основе методов машинного обучения. За последние 3 года «АСМ Решения» расширила опыт внедрения и использования речевых технологий в совместных проектах с компаниями: Почта России, ЦИАН, SKYENG, Речевая Аналитика, Передовые Системы, Алексэн, Фонемика и другие.

**ЛИДЕР В ИИ:** Марина Настасенко

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** распознавание речи, NLP, голосовые помощники, голосовая биометрия.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- Онлайн классификация и пост классификация обращений – автоматическое определение причин обращений и выявление горячих тем, тегирование вызовов.

- Чат-бот – голосовой интерфейс и классификация обращений для чат-помощника.
- Голосовая аналитика – инструменты анализа ситуации в голосовом канале контакт-центра.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

67 млн руб. выручка.

## Медиалогия



**ИНФОРМАЦИЯ:** Разработчик автоматической системы мониторинга и анализа СМИ и соцмедиа в режиме реального времени. Компания «Медиалогия» появилась как эксперимент сотрудников ИТ-холдинга IBS. Для своей консалтинговой практики им потребовалась система поиска и анализа информации. Инструмент оказался настолько удачным, что вскоре его начали использовать не только внутри ИТ-холдинга, но и для сторонних клиентов. Так, в 2003 г. появилась независимая компания «Медиалогия». Ежедневно компания обрабатывает 100 млн сообщений из 52 тыс. источников.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Василий Кирюхин, Олег Хадарцев.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** поиск и извлечение информации, автоматическое определение тональности, семантические анализ.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Мониторинг и анализ СМИ для PR – «Медиалогия» предоставляет онлайн доступ к базе СМИ с возможностью производить самостоятельный мониторинг СМИ и экспресс-анализ полученных сообщений
- «Медиалогия» для SMM – автоматическая система мониторинга, анализа и реагирования в соцмедиа.

- СМ Инцидент – отработка негатива в соцмедиа, реагирование на значимые упоминания, контроль скорости и качества коммуникаций.
- Анализ цитируемости для медиа – «Медиалогия» автоматически анализирует цитируемость каждого сообщения и оценивает источник по Индексу Цитируемости (ИЦ).

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

735 млн руб. выручка.

## Kribrum



**ИСТОЧНИК:** компания, основанная в 2010 году, анализирует новостной поток Интернета и посты в социальных сетях. Крибрум выкачивает и анализирует 14 миллионов твитов в день в русскоязычном сегменте Twitter, 300 тысяч сообщений в ЖЖ, весь «ВКонтакте» (17 миллионов записей в день), частично Facebook (6 миллионов записей в день), 120 тысяч независимых блогов и форумов, 19 тысяч СМИ (300 тысяч статей и заметок в день) и полтора миллиона ежедневных записей в сервисе Instagram. Время обработки информационного потока – несколько часов.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** поиск и извлечение информации, автоматическое определение тональности, семантические анализ.

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Алексей Вознюк, Александр Ермаков.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Система мониторинга и анализа социальных медиа Крибрум – собирает упоминания объекта (компания, персона, продукт компании) из русскоязычных ресурсов Интернета: социальных сетей, онлайн-СМИ, блогов, тематических и региональных форумов и других ресурсов. После этого система автоматически

определяет эмоциональную окраску высказываний и распределяет публикации по тегам и категориям.

- Один из проектов компании – регулярное исследование «рейтинг травли медиаперсон», составленный на основе мониторинга онлайн-ресурсов. В данном рейтинге анализируются негативные упоминания различных публичных персон в социальных сетях.

### ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:

82 млн руб. выручка.

## МТС



**ИНФОРМАЦИЯ:** крупнейший российский телекоммуникационный оператор и провайдер цифровых услуг. Компания предоставляет в том числе финансовые услуги, сервисы электронной коммерции, облачные услуги, телемедицинский сервис, продукты для киберспорта и ИТ-решения в других областях. В 2017 г. МТС создала отдельное подразделение для внедрения решений на базе ИИ – Центр AI. Компания недавно начала работу с технологиями ИИ, но уже сформировала мощное подразделение, отмечаемое многими участниками рынка, несмотря на то что пока большинство технологий используется для внутреннего применения. Фокус исследований в сфере речевых технологий направлен на создание виртуальных помощников и чат-ботов, осуществляющих клиентскую

поддержку и оптимизирующую деятельность подразделений внутри компании.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** Центра AI МТС

**ЛИДЕРЫ В ИИ:** Аркадий Сандлер, руководитель Центра AI МТС, Никита Семенов

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** диалоговые системы и чат-боты

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- чат-бот – в 2018 г. МТС запустила умного бота клиентской поддержки в личных кабинетах пользователей на сайте компании, сейчас бот консультирует клиентов также в приложении

«Мой МТС». На сегодняшний день восемь из десяти клиентских запросов обрабатываются без привлечения специалистов поддержки. В июне 2019 г. МТС представила решение для внешнего рынка – разработку чат-бота, адаптирующуюся под необходимый конкретной компании пул задач.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

476 млрд руб. капитализация  
480 млрд руб. выручка.

## Naumen



**ИНФОРМАЦИЯ:** российский вендор ПО и облачных сервисов, технологический партнер в цифровой трансформации для компаний и органов власти. NAUMEN предлагает решения в области управления цифровой инфраструктурой, клиентскими коммуникациями и сервисом. В портфеле компании – широкий спектр продуктов и решений для управления инновациями и R&D, управления закупками, поддержки принятия решений и трансфера знаний, реализации сквозных бизнес-процессов на основе AI-технологий, прогнозной аналитики и обработки больших данных. Виртуальные сотрудники и ассистенты, разработанные компанией, ежедневно выполняют миллионы задач. Компания обладает экспертизой в сфере анализа произвольных данных: расчет эксплуатационных параметров и прогнозирования поломок информационно-технологического и производственного оборудования, построения предиктивных и статистических моделей.

**ЛИДЕР В ИИ:** Кириченко Игорь Викторович, CEO, член совета директоров.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:** машинное обучение, обработка естественного языка, предиктивная аналитика.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:**

- Naumen KnowledgeCat – интеллектуальная система, объединяющая в себе функции умного поиска в больших массивах информации, управления знаниями и формирования карт компетенций. Предлагает точные и развернутые ответы на сложные вопросы, связанные с производственными процессами, оказанием услуг и прикладными исследованиями.
- Naumen Erudite – позволяет создавать роботов, которые общаются с человеком на естественном

языке. С помощью специальных интерфейсов заказчик может самостоятельно обучать и тестировать робота, а также оценивать качество его работы.

- Naumen Service Management Intelligent Automation (SMIA) – позволяет комплексно интеллектуализировать сервисную деятельность предприятий, автоматизировано решать проблемы и давать рекомендации специалистам сервисных служб и конечным пользователям, снижая стоимость поддержки систем и устраняя неэффективность процессов при ручной обработке данных.

**ПОКАЗАТЕЛИ КОМПАНИИ 2018 Г.:**

651 млн руб. выручка.



# Кто в России занимается технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения

Таблица 7 – Услуги компаний в сфере искусственного интеллекта и машинного обучения [29].

Компания	Услуги	Компания	Услуги
<b>Аплана ГК</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка собственных ИИ-решений</li> <li>Интеграция собственных и партнерских ИИ-решений</li> </ul>	<b>Ланит</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Линейка собственных программных продуктов для автоматизации коммуникаций и онлайн-рекламы с помощью технологий машинного и глубинного обучения. Консалтинг в сфере технологий обработки больших данных, машинного обучения, нейронных сетей, предиктивной аналитики и автоматизации маркетинга. Реализация проектов для телеком, ритейл, e-commerce, финансовых отраслей и рекламной индустрии (AdTech и RTB). (CleverData, входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Анализ и визуализация данных. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Прогнозирование продаж. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Сегментирование клиентской базы для проведения более эффективных маркетинговых кампаний. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Оценка и прогнозирование лояльности и выполнения целевого действия клиентами. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Создание цифрового профиля клиента. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Заказная разработка по двум основным направлениям (Системы компьютерного зрения, входит в состав ГК «Ланит»): машинное обучение в сфере компьютерного зрения, машинное обучение в сфере анализа больших объемов данных</li> </ul>
<b>Диджитал Дизайн</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Научно-исследовательские работы по изучению возможностей применения алгоритмов машинного обучения для автоматизации бизнес-процессов</li> <li>Разработка и внедрение модулей машинного обучения в информационные системы заказчиков</li> <li>Заказная разработка с нуля решений с применением интеллектуальных алгоритмов</li> <li>Интеграция платформ анализа баз данных, внедрение существующих решений</li> </ul>		
<b>Инфосистемы Джет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Консалтинг и разработка стратегий в области AI/ML.</li> <li>Внедрение методологий работы с конвейером экономически эффективных и окупающихся AI/ML-проектов.</li> <li>Заказная разработка AI/ML-решений.</li> </ul>		
<b>Крок</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мониторинг ИТ-инфраструктуры на базе машинного обучения</li> <li>Аналитика поведения пользователей с использованием машинного обучения</li> <li>Интеллектуальная видеоаналитика в ритейле</li> <li>Интеллектуальная видеоаналитика для контроля посетителей и прохода сотрудников</li> <li>Интеллектуальная видеоаналитика для маркетинга</li> <li>Корпоративные интеллектуальные помощники (чат-боты + RPA)</li> <li>Предиктивная и прогнозная аналитика</li> <li>Оптимизационные модели для производства и логистики</li> <li>Исследование данных и постановка задачи</li> <li>Natural language processing</li> <li>Компьютерное зрение, распознавание движений и паттернов поведения</li> <li>Глубокое машинное обучение</li> </ul>		
		<b>Мивар</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Экспертные системы нового поколения (логически решающие системы, LRS)</li> <li>Семантические технологии понимания естественного языка</li> <li>Интеллектуальное распознавание образов</li> <li>АСУ и системы управления автономными интеллектуальными роботами</li> </ul>
		<b>Цифра</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выполнение НИОКР и пилотирования проектов в области применения технологий машинного обучения для решения задач клиента – от прогнозирования до генерации рекомендаций и оптимального управления в промышленности</li> <li>Построение корпоративных хранилищ и озер данных (Data Lake)</li> <li>Консалтинг по цифровой трансформации бизнеса и монетизации данных производственных компаний</li> </ul>

Компания	Услуги
<b>Abbyy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка ПО. Технологии искусственного интеллекта Abbyy позволяют бизнесу и государственным организациям извлекать данные из любых видов документов (структурированных и неструктурированных), вводить информацию в корпоративные системы, анализировать данные, осуществлять поиск по всем внутренним источникам компании и т.д.</li> </ul>
<b>Directum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка собственных решений на основе искусственного интеллекта</li> <li>Внедрение и консалтинг с точки зрения автоматизации рутинных операций с помощью ИИ, цифровизации контента и бизнес-процессов</li> <li>Интеграция собственных интеллектуальных решений в ИТ-инфраструктуру заказчика</li> </ul>
<b>IVA Cognitive (ГК ХайТэк)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка систем видеоаналитики, распознавания лиц, образов, звуков.</li> </ul>
<b>Naumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Замена сотрудников на автономные ИИ-алгоритмы</li> <li>Авто-классификация тематик обращений с последующей интеллектуальной маршрутизацией (Naumen SMIA, Naumen Intelligent Assistant)</li> <li>Диалоговый робот (голос и текст) центров клиентской поддержки и диспетчерской в ОЦО (Naumen Erudite)</li> <li>Виртуальный чат-консультант на сайте и в мобильном приложении (Naumen Erudite)</li> <li>Робот-коллектор дебиторской задолженности для B2C (Naumen Erudite)</li> <li>Роботы-специалисты, например, по приему заказов такси, анкетированию клиентов, приему показателей счетчиков ЖКХ, предоставлению любых консультаций и информированию (Naumen Erudite)</li> <li>Оснащение сотрудников инструментами дополненного интеллекта для повышения производительности труда и качества работ</li> <li>Законотворчество и корпоративное нормотворчество (Naumen LegalTech)</li> <li>Управление экспертной деятельностью с поддержкой принятия решений с обработкой больших текстовых данных (Naumen Smart Expertise)</li> <li>Управление кадровым потенциалом (профили компетенций, формирование проектных групп, адаптация и трансферт знаний). (Naumen Knowledge Cat)</li> </ul>

Компания	Услуги
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Предиктивная аналитика сбоев и ремонтов производственного оборудования и ИТ-инфраструктуры (Naumen DAP)</li> <li>Предсказательная аналитика качества выходной продукции и оптимизация расхода сырья (Naumen DAP)</li> <li>Аналитические инструменты для выявления повторяемых событий, массовых проблем, наполнения баз знаний (Naumen SMIA)</li> <li>Совместная работа (текстовый редактор, сравнение версий, согласование, коммуникации). (Naumen LegalTech)</li> <li>Предиктивное планирование расписаний линейного персонала (Naumen WFM)</li> <li>Построение семантических поисковых сред для больших текстовых и цифровых данных</li> <li>Использование накопленных корпоративных знаний (семантический поиск, персональные рекомендации, кросс-язычность). (Naumen Knowledge Cat)</li> <li>Извлечение «смысла» из документов (содержательный анализ, установление связей, выделение сущностей, хранилища данных). (Naumen LegalTech)</li> <li>Веб-портал персонализированного самообслуживания с умной строкой поиска (Naumen SMIA)</li> </ul>
<b>SAP CIS (САП СНГ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Поставка программного обеспечения</li> <li>Исследования по эффективности использования машинного обучения.</li> <li>Услуги по внедрению проектов с использованием машинного обучения в бизнес-процессах компаний</li> </ul>
<b>Smart Engines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Распознавание текстовой информации в видеопотоке и на изображениях</li> <li>Мобильные и серверные решения в области обработки изображений и распознавания документов</li> <li>Подготовка электронных образов документов для компактного хранения</li> <li>Классификация структурированных и неструктурированных документов</li> <li>Машинное обучение</li> <li>Алгоритмическая оптимизация</li> </ul>
<b>VisionLabs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка и внедрение системы распознавания лиц</li> </ul>

## Собственные решения компаний в области искусственного интеллекта

Таблица 8 – Собственные решения компаний в области искусственного интеллекта [29].

Компания	Собственные решения в сфере ИИ и МО	Компания	Собственные решения в сфере ИИ и МО
<b>Аплана ГК</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preferentum - платформа анализа неструктурированной информации с использованием технологий искусственного интеллекта и машинного обучения</li> <li>Robin - платформа для роботизации бизнес-процессов и создания интеллектуальных чат-ботов (RPA)</li> </ul>	<b>Крок</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мониторинг ИТ-инфраструктуры на базе машинного обучения (User and Entity Behavior Analytics, UEBA)</li> <li>Аналитика поведения пользователей с использованием машинного обучения</li> </ul>
<b>Диджитал Дизайн</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обработка геофизических данных, полученных в результате каротажа</li> <li>Система оптимального размещения площадных и линейных объектов</li> <li>Анализ текстов и интеллектуальная обработка документов в системе электронного документооборота СДУ «Приоритет»: автозаполнение атрибутов документов на основе анализа текста, автоформирование маршрута согласования документов, автовыбор исполнителя, выявление ссылок на другие документы в тексте, интеллектуальный поиск и др.</li> <li>Поиск аномалий в договорах</li> <li>Интеллектуальный анализ юридического досье контрагента</li> </ul>	<b>Ланит</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1DMP Data Marketing Platform – решение для автоматизации коммуникаций и онлайн-рекламы с помощью технологий машинного обучения и больших данных. (CleverData, входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Интеграция ML-сервисов в CRM-системы клиентов. («Норбит», входит в состав ГК «Ланит»)</li> </ul>
<b>Инфосистемы Джет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jet Galatea – платформа для работы с потоками данных и моделями машинного обучения для анализа событий в реальном времени</li> <li>Jet Detective – универсальное решение по противодействию мошенничеству на базе технологий машинного обучения и искусственного интеллекта</li> <li>Jet Capacity – решение для прогнозирования требований к ИТ-мощностям в зависимости от бизнес-показателей</li> <li>Jet Smart Building – Industrial IoT-решение с AI составляющей для управления инженерными системами розничных магазинов и точек продаж</li> <li>Jet Signal – решение с AI составляющей для управления инцидентами информационной безопасности: упрощает работу ИБ-службы, упорядочивает процессы и экономит время</li> <li>Jet Pluton – система обнаружения сетевых атак и выявления угроз на основе сигнатурных методов и технологий AI / ML</li> </ul>	<b>Мивар</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wi!Mi (КЭСМИ) – Конструктор Экспертных Систем Миварный</li> <li>Tel!Mi (ТЭЛМИ) – Текстовый Эмулятор Личности Миварный</li> <li>ROBO!RAZUM (РОБО!РАЗУМ) – программная платформа интеллектуализации для робототехники</li> </ul>
		<b>Цифра</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zyfra Eye – Продукт для распознавание панелей приборов производственного оборудования с помощью CV и Deep Learning</li> <li>Zyfra CV – Решение для распознавания и подсчет промышленных объектов и персонала с помощью CV и Deep Learning</li> <li>Zyfra vSensor – Решение для косвенного определения качественных показателей продуктов химического производства</li> <li>AI Heat Treatment – Решение для оптимизации процесса термообработки труб</li> <li>AI Smelting – Решение для сквозной оптимизации процесса выплавки стали в электросталеплавильном цеху</li> <li>Роботизированная погрузочно-транспортная система «Интеллектуальный карьер»</li> </ul>

Компания	Собственные решения в сфере ИИ и МО
<b>Abbyy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ABBY FlexiCapture – универсальная платформа для интеллектуальной обработки информации с технологиями машинного обучения</li> <li>ABBY Intelligent Search – интеллектуальное решение для быстрого поиска данных и документов в любых корпоративных источниках</li> <li>ABBY InfoExtractor – решение, которое с высокой точностью извлекает важную для бизнеса информацию из массивов данных</li> <li>ABBY Smart Classifier – инструмент для классификации документов, который позволяет организациям автоматически распределять поток входящих документов, моментально находить или архивировать информацию в корпоративных системах</li> </ul>
<b>Directum</b>	<p>DIRECTUM Ario – набор интеллектуальных инструментов, использующих алгоритмы машинного обучения для избавления от рутинных операций в ЕСМ-системе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обработки потока документов и их классификации,</li> <li>- извлечения значимых данных,</li> <li>- автоматической регистрации и маршрутизации,</li> <li>- поиска информации и др.</li> </ul>
<b>IVA Cognitive (ГК ХайТэк)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Видеоаналитика</li> <li>Распознавание лиц</li> <li>Распознавание образов</li> <li>Распознавание звуков</li> </ul>
<b>Naumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naumen Knowledge Cat - система управления знаниями, компетенциями и информационными потоками. Клиенты: крупные и средние компании (в частности, HR-службы)</li> <li>Naumen LegalTech - система интеллектуальной обработки юридически значимых документов. Клиенты: гос.органы, крупные и средние компании (юридические службы, нормотворчество, корпоративное управление)</li> <li>Naumen Service Management Intelligent Automation (SMIA) - набор инструментов для автоматизации управления ИТ и сервисными службами на основе технологий больших данных и машинного обучения, позволяет автоматизировано решать проблемы и давать рекомендации специалистам сервисных служб и конечным пользователям, снижая стоимость поддержки систем и устраняя неэффективность процессов при ручной обработке данных</li> </ul>

Компания	Собственные решения в сфере ИИ и МО
<b>Naumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naumen Semantic Responder - универсальные диалоговые интерфейсы для корпоративных информационных систем</li> <li>Naumen Erudite – AI-платформа для создания голосовых и текстовых роботов для дистанционного массового обслуживания</li> <li>Naumen Contact Center – коммуникационная платформа для автоматизации массового дистанционного обслуживания</li> <li>Naumen Workforce Management – обеспечивает непрерывность и преемственность процесса управления трудовыми ресурсами от прогнозирования нагрузки до формирования отчетности по использованию рабочего времени</li> <li>Центр компетенций по интеллектуальной автоматизации</li> <li>Совместный с НИТУ «МИСиС» Центр исследований в сфере Data Science</li> </ul>
<b>SAP CIS (САП СНГ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Инструменты для бизнеса аналитиков: SAP Analytics Cloud с функциями умного прогноза и автоматического поиска инсайтов; SAP Predictive Analytics для быстрого построения моделей прогнозирования, классификации, анализа взаимосвязей и др.</li> <li>Инструменты Data Ops для реализации интеллектуализации бизнес-процессов: линейка продуктов SAP Leonardo, SAP HANA, SAP Data Hub</li> <li>Элементы AI и ML, встроенные в цифровое ядро SAP: SAP S/4HANA, SAP C/4HANA, SAP SuccessFactors, SAP Ariba</li> </ul>
<b>Smart Engines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smart IDReader - система искусственного интеллекта для распознавания документов</li> </ul>
<b>VisionLabs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Платформа Luna для анализа фото- и видеоданных с изображением лиц людей для последующего сравнения с базами данных</li> </ul>

# Российские компании и государственные органы, в которых применяются технологии искусственного интеллекта

Таблица 9 – Российские компании и государственные органы, в которых применяются технологии искусственного интеллекта [29].

Компания-разработчик	Потребитель, описание продукта
<b>Аплана ГК</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>МВД РФ – разработка и внедрение системы правового мониторинга (АИС «Мониторинг») и системы правовой экспертизы (АИС «Мониторинг-М») на базе платформы Preferentum</li> <li>Актион-МЦФЭР - создание облачного онлайн-сервиса интеллектуальной обработки и анализа договоров на базе платформы Preferentum</li> <li>Первая грузовая компания – разработка программного робота «Анализ задержек подвижного состава» на базе платформы Robin</li> <li>Почта России - программный робот «Автосверка» для анализа финансовых данных на базе платформы Robin</li> </ul>
<b>Диджитал Дизайн</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Правительство Мурманской области применит машинное обучение в документооборот</li> <li>Правительство Ивановской области исследует возможности применения алгоритмов машинного обучения в СЭД</li> <li>Оцифровка каротажных диаграмм</li> <li>Машинное обучение поможет существенно сократить бюджет на обустройство нефтегазового промысла</li> </ul>
<b>Инфосистемы Джет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Система предсказания поведения покупателей для «Рив Гош»</li> <li>Система контроля транспорта для «Контрол Лизинг»</li> <li>Система товарных рекомендаций для сети аптек «Век Живи»</li> </ul>
<b>Крок</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умное видеонаблюдение в Сахалинской области</li> <li>Управляемый сервис «Крок» на базе технологии компьютерного зрения (Metro Cash and Carry)</li> <li>Чат-бот «Крок»</li> </ul>
<b>Ланит</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оптимизация коммуникаций с клиентами интернет-магазинов товаров с помощью технологий машинного обучения. (CleverData, входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Рекомендательная система для сервиса бронирования билетов с использованием нейронных сетей для определения интересов потребителей и направления. (CleverData, входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Разработка аналитических моделей на основе данных о потребителях для определения вероятности отклика и оттока. (CleverData, входит в состав ГК «Ланит»)</li> <li>Разработка алгоритмов ADAS (Система помощи водителю)</li> <li>Амурский тигр – решение по сличению и идентификации тигров по рисунку шкуры</li> <li>Выделение сердца и его клапанов по снимкам УЗИ</li> </ul>
<b>Мивар</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Внедрение интеллектуального чат-бота в Альфа-Банке</li> </ul>

Компания-разработчик	Потребитель, описание продукта
<b>Цифра</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оптимизация электропотребления при работе сети чиллеров «Филип Моррис Ижора»</li> <li>Разработка аналитической системы с использованием машинного обучения для цеха производства хлорметанов</li> <li>«Газпром нефть» и компания «Цифра» заключили соглашение о сотрудничестве при реализации проекта «Цифровой завод»</li> </ul>
<b>Abbyy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Банк ВТБ автоматизировал открытие счета для юридических лиц с помощью технологий искусственного интеллекта Abbyy</li> <li>Банк «Точка» автоматизировал обработку обращений в клиентскую поддержку с помощью ИИ</li> <li>МОЭК объединила бухгалтерский учет и финансовый контроль на универсальной платформе с элементами ИИ</li> <li>НПО «Энергомаш» внедряет поиск на базе ИИ Abbyy, который объединит в общую систему миллионы документов из 9 корпоративных источников данных</li> </ul>
<b>Directum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Автоматическая классификация и распознавание документов с помощью DIRECTUM Ario в «ОДК-Авиадвигатель»</li> <li>Интеллектуальная обработка входящих писем в «ОДК»</li> </ul>
<b>Naumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Голосовые роботы по приему показаний счетчиков для ИнтерРАО</li> <li>Голосовой-робот классификатор и роботизированный сервис «Где моя посылка?» для Почты России</li> <li>Проект в области машинного обучения для НТЦ «Газпромнефть»</li> </ul>
<b>SAP CIS (САП СНГ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Программа лояльности «Моя Виктория»</li> <li>Проект по прогнозированию прогара фурм на НЛМК</li> <li>Разбор банковской выписки для НЛМК</li> <li>Наиболее крупные проекты SAP в области AI не публичны</li> </ul>
<b>Smart Engines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>«Почта Банк» автоматизировал распознавание паспортных данных</li> <li>Тинькофф Банк (распознавание паспорта РФ, водительских удостоверений, банковских карт и других документов в мобильном банке, корпоративных мобильных приложениях и интернет-сервисах)</li> <li>Альфа-Банк (распознавание паспорта РФ в корпоративных мобильных приложениях)</li> </ul>
<b>VisionLabs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка Единой биометрической системы</li> <li>Разработка и внедрение системы распознавания лиц и контроля доступа в отделениях Сбербанка</li> <li>Разработка и внедрение системы распознавания лиц в сети кафе Папа Джонс и Медиакфе для оплаты заказа с помощью селфи</li> </ul>



# КЛЮЧЕВЫЕ МИРОВЫЕ УНИВЕРСИТЕТЫ

В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

## Carnegie Mellon University (США)



**ОПИСАНИЕ:** частный университет и исследовательский центр, расположенный в Питтсбурге, (штат Пенсильвания, США). Изучение ИИ является одной из наиболее междисциплинарных областей в Carnegie Mellon University с участием преподавателей и студентов на факультетах компьютерных наук, статистики, электротехники и вычислительной техники, а также Тепперской школы бизнеса.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** междисциплинарные исследования в области ИИ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Абхинав Гупта – Доцент института робототехники CMU, исследователь Facebook AI Research, лауреат многочисленных премий.

- Прадип Раधिकумар – доцент, лидер группы статистического машинного обучения, лауреат стипендии Sloan, премии CAREER национального научного фонда и стипендии Siebel.
- Грэм Нойбиг – профессор института языковых технологий CMU, основатель NEULAB, разработчик DyNet neural network toolkit.
- Мартеал Хеберт – директор института робототехники CMU, член редколлегий IEEE Transactions on Robotics and Automation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, and the International Journal of Computer Vision.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- Полутораметровая робот-змея – разработанная в лаборатории Биороботов университета Карнеги-Меллон в 2017 г., была применена для поиска пострадавших под завалами Мехико после землетрясения.
- Libratus – робот, автоматически принимающий решения, благодаря алгоритмам, основанным на теории игр. В 2017 г. выиграл суммарно \$1.8 млн у лучших мировых игроков в покер. Позже робот был использован для решения задач вооруженных сил США.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 970 публикаций в области ИИ,  
2 077 исследователей.

## Cornell University



Cornell University

**ОПИСАНИЕ:** один из крупнейших и известнейших университетов США, входит в Лигу плюща, находится в Итаке, штат Нью-Йорк. В университете ведутся исследования по ИИ с 1990-х г.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** по всем направлениям ИИ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Серж Белонги – профессор факультета компьютерных наук, глава группы компьютерного зрения, имеет свыше 44000 цитирований на google scholar. В 2004 г. вошел в список инноваторов до 35 лет, в 2007 г. получил почетную премию Марра за доклад по компьютерному зрению, в 2015 г. стал лауреатом Премии Гельмгольца ICCV.

- Клэр Карди – член ассоциации компьютерной лингвистики, лауреат премии национального научного фонда CAREER, член совета AAAI, член редколлегии Machine Learning journal и Computational Linguistics.
- Йоав Артзи – группа обработки естественного языка, лауреат премий NSF CAREER award, EMNLP 2015, ACL 2017 и NAACL 2018.
- Джон Кляйнберг – именной университетский профессор (Tisch University Professor), лауреат многочисленных научных премий, член Национальных Академии наук (2011) и Инженерной академии (2008) США. Член Американской академии искусств и наук (2007), и Ассоциации вычислительной техники (2013).

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- Stork «аист» – алгоритм ИИ, разработанный в 2019 г., используется для отбора наиболее жизнеспособных эмбрионов при ЭКО.
- Conservation Metrics – в 2018 г. совместно со стартапом создали алгоритм, способный определять опасность, грозящую популяции африканских лесных слонов, и давать возможность оперативно ее ликвидировать.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 970 публикации в области ИИ,  
2 077 исследователей.

## Tsinghua University



**ОПИСАНИЕ:** один из ведущих университетов КНР, был основан в 1911 г. Входит в состав девяти элитных вузов Китая «Лига С9», расположен в Пекине. Лидирует среди мировых университетов в сфере ИИ. Ведет совместные разработки с Baidu Research Institute.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** все направления ИИ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Джун Чжу – профессор, со-основатель TSAI Group. Ранее – научный сотрудник Стэнфордского Университета, Университета Карнеги-Меллон и Института окружающей среды Вудса. Научные интересы: байесовские методы, глубинное обучение, обучение с подкреплением.
- Вену Чжу – профессор, заместитель директора Национального исследовательского центра

информационных наук и технологий и заместитель директора Центра больших данных Цинхуа. Ранее работал в Microsoft Research Asia, Intel Research China, Bell Labs. Научный сотрудник AAAS, IEEE, SPIE и член Европейской академии.

- Дживен Лу, Вэй Чжан, Ши-Минь Ху, Бин Лю.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- 21 января 2019 г. опубликовал открытую платформу для обработки знаний с целью продвижения фундаментальных исследований в области ИИ. Платформа включает в себя граф языковых знаний HowNet на китайском и английском языках, веб-энциклопедический граф знаний XLORE, основанный на Википедии, и его китайского коллегу Байду Байке, а также научно-техническую информационную сервисную

платформу Aminer, охватывающую более 200 млн научных статей.

- Megvii – платформа для обнаружения, распознавания и анализа лиц для веб-сайтов, мобильных приложений и интеллектуальных телевизоров. В 2011 г. 3 студента Yin Qi Tang Wenbin и Yang Mu основали ИИ-стартап. В 2019 г. стартап был оценен в \$4 млрд.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

7653 публикации в области ИИ,  
5539 исследователей.

## Zhejiang University



**ОПИСАНИЕ:** один из старейших и престижнейших китайских государственных университетов. Сейчас в университете 14 государственных лабораторий национального уровня, 5 государственных инженерных исследовательских центров, около 40 тыс. студентов и около 9 тыс. человек профессорско-преподавательского состава и вспомогательного персонала.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** компьютерное зрение, естественное взаимодействие человека с компьютером, глубокое обучение, когнитивные науки и моделирование визуализированного мышления.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Лин Ланфен – профессор, Заместитель директора Института искусственного интеллекта.
- Вэй Вэйдун – профессор. Направление исследований: компьютерные прикладные технологии, компьютерное зрение, естественное взаимодействие человека с компьютером, глубокое обучение.
- Пан Юньхэ – профессор, Направление исследований: ИИ, компьютерная графика, промышленный дизайн, умный город.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2017 г. совместно с Alibaba Group создали новую исследовательскую лабораторию ИИ. Лаборатория сосредоточилась на исследованиях в пяти основных областях, связанных с большими данными и облачными вычислениями, а именно: сетевые вычисления, ИИ, информационная безопасность, без барьерного восприятия, интеллектуальное производство и робототехника.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

4 850 публикации в области ИИ,  
4 247 исследователей.

## Peking University



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший университет Китая, один из старейших вузов страны, расположен на северо-западе Пекина. Его структура включает в себя 30 колледжей и 12 факультетов. В планах университета на ближайшее десятилетие – занять одно из ведущих мест среди лучших университетов планеты. Университет получил в 2018 г. 660 млн юаней от Baidu на развитие ИИ.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** все направления ИИ, с фокусом на задачи обработки естественного языка.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Руи Ян – доцент Института компьютерных наук и технологий (ICST) Пекинского университета. Основное направление научных интересов – обработка естественного языка.
- Сюй Сунь – доцент Института компьютерной лингвистики факультета компьютерных наук Пекинского университета.
- Яньсонг Фэн – доцент Института компьютерных наук и технологий (ICST) Пекинского университета.
- Дунъянь Чжао – доцент факультета компьютерных наук Университета Цинхуа.

- Сяоцзюнь Ван – декан факультета компьютерных наук Университета Цинхуа.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2017 г. разработали алгоритм, который позволил проанализировать возможности современных систем искусственного интеллекта (ИИ). Самый высокий результат показал Google, чей IQ оказался немного ниже уровня шестилетнего ребенка.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

3 388 публикации в области ИИ,  
2 787 исследователей.

## Beihang University



**ОПИСАНИЕ:** Пекинский университет авиации и космонавтики, один из сильнейших технических университетов в Китае и имеет большое влияние на авиационную и космическую промышленность страны. В настоящий момент университет состоит из 17 школ и 6 факультетов. В университете преподают более 3300 специалистов, из которых 10 – члены Китайской Академии Наук, более 1 400 профессоров, 290 профессоров аспирантуры. Всего в университете проходят обучение более 26 000 студентов.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** компьютерное зрение, взаимодействие человека с компьютером и виртуальная / дополненная реальность (VR / AR).

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Юнхонг Ван – директор Института интеллектуальной обработки информации; директор лаборатории интеллектуального распознавания и обработки изображений.
- Ди Хуан – доцент лаборатории интеллектуального распознавания и обработки изображений.
- Ли Бо – профессор и научный руководитель Школы компьютерных наук и инженерии Университета.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2017 г. Baidu Inc. и Университет Бейхан организовали первый в Китае курс обучения искусственному интеллекту в институте преподавателей программного обеспечения. Модули, изучаемые по программе, включают глубокое обучение, визуальное восприятие, робототехнику, когнитивные науки, беспилотные системы и многое другое.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

5 710 публикаций в области ИИ,  
4 887 исследователей.

## MIT



**ОПИСАНИЕ:** Массачусетский технологический институт – университет и исследовательский центр, расположенный в Кембридже. В данный момент лаборатория компьютерных наук и искусственного интеллекта MIT (CSAIL) ведутся исследования по 64 проектам.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** все направления ИИ, с фокусом на решение прикладных задач при помощи алгоритмов машинного обучения.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Чжан Фань – исследователь лаборатории MIT-IBM Watson AI Lab, инженер IBM Watson Core Platform Service, участник проекта по созданию программного обеспечения для Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

(LIGO), благодаря которому в 2018 г. были зарегистрированы гравитационные волны.

- Антонио Торралба – директор лаборатории MIT-IBM Watson AI Lab, директор MIT
- Quest for Intelligence – подразделения, занимающегося исследованиями в сфере сильного ИИ.
- Уильям Т. Фриман, Регина Барзилай, Томми С. Jaakkola.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В апреле 2019 г. командой студентов “RoCycle” была создана роботизированная рука для сортировки отходов, которая может

автоматически определять при помощи тактильных сенсоров, является ли мусор бумагой, металлом или пластиком.

- В 2018 г. создали систему AI Physicist, которая способна генерировать теории о физических законах в вымышленных вселенных. Это позволит ИИ экстраполировать свои знания и прогнозировать будущее.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 984 публикации в области ИИ,  
2 574 исследователей.

## University of California – Berkeley



**ОПИСАНИЕ:** государственный исследовательский университет США.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** исследования в областях компьютерного зрения, машинного обучения, обработки естественного языка, планирования и робототехники.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Сергей Левин – доцент кафедры электротехники и компьютерных наук.
- Питер Аббил – Профессор, Директор лаборатории обучения роботов.
- Тревор Даррелл – Профессор, со-директор лаборатории исследований ИИ.
- Майкл И. Джордан, Анка Драган

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- Команда профессора Сергея Левина разработала новую комбинацию двух задач машинного обучения, в результате чего компьютер постоянно обновляет свою способность обобщать одну изученную задачу в другую.
- В январе 2019 г. представили новый алгоритм, способный научить роботов-«амбидекстеров» ловко захватывать и переносить предметы, отличающиеся по форме, размеру и текстуре. Алгоритм планируется применять в роботах, оснащенных различными типами захватных устройств, с целью облегчения автоматической сортировки предметов разной формы и размера.

- Студентами Беркли был создан алгоритм ИИ Dadabots, основанный на рекуррентной нейросети, способный сочинять оригинальные композиции в стиле death metal. Данный алгоритм создал 10 различных музыкальных альбомов, а также ведет регулярно обновляющийся канал на youtube.
- Сотрудники Беркли в середине 2018 г. создали алгоритм, позволяющий считывать танцевальные движения с видеороликов, а затем переносить на фигуры в других видео.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 016 публикации в области ИИ,  
1 701 исследователей.

## Nanyang University



**ОПИСАНИЕ:** главный технологический университет Сингапура. НТУ состоит из 4 колледжей, в которые входят 12 школ. Институт ведет разработки по ИИ совместно с Alibaba и AMD.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** ИИ в здравоохранении, анализ данных, кибербезопасность, компьютерное зрение, NLP.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Хуан Гуан-бин – главный научный сотрудник совместных лабораторий BMW, Delta, Rolls Royce и ST Engineering и Наньянского технологического университета, младший редактор журналов Neurocomputing, Cognitive Computation, Neural Networks, и IEEE Transactions on Cybernetics, член

совета по управлению исследовательскими данными Elsevier, один из трех директоров экспертного комитета экологического альянса индустрии больших данных Китая, член международного комитета экспертов по робототехнике Китая. В 2016 г. был номинантом на премию Президента Сингапура в области науки, был удостоен премии Thomson Reuters «Высоко цитируемый исследователь 2014 г.».

- Сиу Чунг Хуэй – профессор Школы компьютерных наук и инженерии Наньянского технологического университета, суммарно опубликовал свыше 100 статей. Основное направление научных интересов – компьютерное зрение.
- Чен Чен Лой, Эрик Камбрия, Цзяньфей Цай.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2018 г. провели эксперимент, в ходе которого роботизированные клешни, управляемые при помощи алгоритмов ИИ, за 11 минут собрали стул IKEA.
- В 2019 г. вместе с Университетом Гриффита разработали фотонный квантовый процессор, в котором потенциальные результаты принятия решений отображены местоположением фотонов.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

4 019 публикации в области ИИ  
300 исследователей.

## Shanghai Jiao Tong University



**ОПИСАНИЕ:** государственный исследовательский университет с 16 129 студентами и 30 217 аспирантами. Факультеты университета включает в себя 3061 преподавателя.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** компьютерное зрение, распознавание речи, обработка естественного языка, нейроинтерфейсы и обработка данных ЭЭГ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Лю Фэн – исследователь школы физики и астрономии
- Баолианг Лу – Профессор кафедры компьютерных наук и инженерии. Область научных интересов:

интеллектуальные вычисления, нейронные сети, машинное обучение, компьютерно-мозговой интерфейс, эффективные вычисления.

- Хунтао Лу – Профессор кафедры компьютерных наук и инженерии. Сфера научных интересов: машинное обучение, распознавание образов, компьютерное зрение, сокрытие информации, сложные сети.
- Кай Ю – Профессор кафедры компьютерных наук и инженерии. Сфера научных интересов: распознавание речи, синтез речи, применение взаимодействия человека с машиной.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2017 г. крупнейшая китайская компания в области искусственного интеллекта SenseTime и Шанхайский университет Цзяо Тонг создали совместную лабораторию глубокого обучения и компьютерного зрения.
- В 2018 г. Шанхайский университет Цзяо Тонг и NVIDIA подписали меморандум о сотрудничестве в области ИИ.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

5 490 публикации в области ИИ,  
4 579 исследователей.

## Georgia Institute of Technology



**ОПИСАНИЕ:** Технологический институт Джорджии – крупный образовательный и научно-исследовательский центр США. Имеет филиалы в Саванне, Меце, Атлоне, Шанхае и Сингапуре. В ИИ-департаменте института активно ведутся разработки в сфере сильного ИИ.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** машинное обучение, естественная обработка языка, системы распознавания паттернов, игровой ИИ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Ле Сонг – доцент, директор института машинного обучения.
- ХонЮань Чжа – доцент, лауреат премий CAREER Award, 2016 Best Paper Award, ACM Conference on Recommendation System, 2016 Best Student Paper Award, Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS),

Best Paper Award, IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS).

- Байрон Бутс – Доцент школы интерактивных вычислений, также работает в лаборатории робототехники в Сиэтле и NVIDIA Research, сопредседатель технического комитета IEEE по робототехнике.
- Деви Парич – профессор школы интерактивных вычислений, исследователь Facebook AI Research (FAIR), лауреат премии Lockheed Martin Inspirational Young Faculty Award.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- В 2016 г. ИИ-система Джил Ватсон в течение семестра работала на форуме онлайн-курса

«Методы ИИ», консультирую учащихся, которые не смогли отличить ИИ от преподавателя.

- В 2015 г. система искусственного интеллекта «Шахерезада», научилась писать сценарии к компьютерным играм из жанра «текстовых приключений» и интерактивных художественных произведений.
- В 2016 г. разработали роботов с ИИ, способных обманывать и лгать. Исследовательская группа под руководством профессора Рональда Аркина надеется, что их роботов смогут использовать военные в будущем.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 544 публикации в области ИИ,  
2 086 исследователей.

## Stanford University



**ОПИСАНИЕ:** частный исследовательский университет в США, один из самых авторитетных и рейтинговых в США и в мире. Стэнфордского университета (SAIL) является центром компетенций по ИИ, аккумулирующим научные знания по всем смежным с ИИ областям.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** представлены все направления ИИ.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Фэй-Фэй Ли – профессор компьютерных наук. В настоящее время является содиректором Института искусственного интеллекта при Стэнфордском университете. В 2013-2018 была директором SAIL.

- В 2017 г. основала AI4ALL, некоммерческую организацию, ведущую разработки в сфере интеграции ИИ-технологий.
- Андрей Карпати, Санджив Сатиш, Михаил Бернштейн, Сильвио Саваресе.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- ECG Arrhythmia – глубокая нейронная сеть, которая может диагностировать аритмии во временных рядах ЭКГ произвольной длины. Архитектура сети имеет 34 уровня.
- MRNet – модель глубокого обучения для выявления общих аномалий и специфических диагнозов (разрывы передней крестообразной

связки и мениска) на МРТ-исследованиях коленного сустава.

- CheXNeXt – алгоритм глубокого обучения для одновременного выявления
- 14 клинически важных заболеваний на рентгенограммах грудной клетки.
- AI Index – ежегодный аналитический отчет по состоянию ИИ в мире.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 532 публикации в области ИИ,  
2 475 исследователей.

## National University of Singapore



**ОПИСАНИЕ:** крупнейший университет в стране как по количеству студентов, так и программ обучения. НУС предлагает 27 программ бакалавриата и 115 программ магистратуры и доктората на 17 факультетах. При поддержке правительства Сингапура в Университете ведутся разработки по ИИ. В 2017 году компания Dyson открыла в НУС ИИ-лабораторию.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** робототехника, компьютерное зрение, NLP.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

- Ян Шуйчэн – декан факультета электротехники и компьютерных вычислений, глава института ИИ Сингапурского национального университета, главный научный сотрудник компании Qihoo/360, ISI Highly-cited Researcher 2014, 2015, 2016 г.
- Джим Хи Ли – профессор факультета компьютерных наук Сингапурского национального университета. Возглавляет лабораторию Лаборатория компьютерного зрения и восприятия роботов. Основное направление научных интересов – компьютерное зрение.
- Тат-Сенг Чуа, Бенг Чин Оои, Н.Г. ХвитТоу, Дэвид Хсу.

### НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- CURATE.AI – платформа для борьбы с онкологией с целью улучшить медикаментозную терапию пациентам с метастатическим раком.
- RetinaCloud – облачной платформы, которая позволяет проводить как оценку состояния сосудов сетчатки, так и анализ диабетической ретинопатии.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

2 882 публикации в области ИИ,  
1 909 исследователей.





# КЛЮЧЕВЫЕ РОССИЙСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ

В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**В России существуют несколько ВУЗов, научных и коммерческих организаций, которые являются лидерами по числу проектов и финансированию в разных сферах:**

#### В СФЕРЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ

- МГУ (17 проектов)
- Университет ИТМО (19 проектов)

#### СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

- Университет ИТМО (27 проектов)
- Московский Экономический Институт (12 проектов)

#### РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕО

- Институт систем обработки изображений РАН (17 проектов)
- Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (13 проектов)

#### РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА И РЕЧИ

- НИИ «Прикладная семиотика» (9 проектов)
- Центр речевых технологий (9 проектов)

**В России существует большой потенциал в сфере подготовки квалифицированных специалистов для проектов с ИИ.**

Согласно исследованию SAP, в 286 вузах имеются соответствующие магистерские программы, около 50 тыс. студентов обучаются по 65 специальностям, связанным с анализом данных, машинным обучением, распознаванием речи и изображений, компьютерной лингвистикой и др. За последние пять лет подготовку по этим программам прошли более 200 тыс. человек.

#### Образовательные программы, связанные с ИИ:



268

вузов



65

специальностей  
(магистратура)



1 628

кафедр



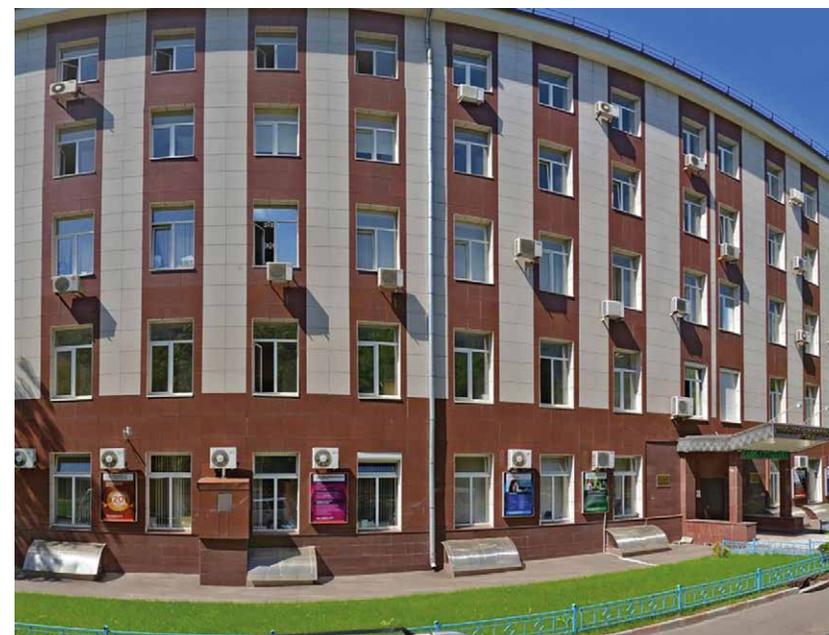
49 171

студентов обучаются  
в настоящее время



200 746

человек –  
общий поток за 5 лет



## Российская академия наук



**ОПИСАНИЕ:** Российская академия наук включает в себя более 650 научных институтов, ведущих научные исследования. Фундаментальный характер исследований РАН в информатике, математике, психологии и лингвистике позволил заложить основы фундаментальных и междисциплинарных методов искусственного интеллекта. Значимый вклад внесли Ю.Д. Апресян, В.Н. Вапник, И.М. Гельфанд, Г.А. Золотова, Ю.И. Журавлёв, О.И. Ларичев, И.А. Мельчук, Г.С. Осипов, Э.В. Попов, Д.А. Поспелов, В.Л. Стефанюк, В.К. Финн, В.Ф. Хорошевский, М.Л. Цетлин, А.Я. Червоненкис и др. Коммерциализация и внедрение прикладных разработок ведется в партнёрствах с такими компаниями, как Microsoft, Яндекс, МТС, Samsung, Huawei.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** ИАПУ ДВО РАН, ИВМ РАН, ИВТ СО РАН, ИДСТУ СО РАН, ИМ СО РАН, ИПС РАН, ИПУ РАН, ИСП РАН, СПИИРАН, ФИЦ ИУ РАН.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** представлены все направления ИИ.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** К.В. Воронцов, И.А. Орлов, Г.С. Осипов, А.Л. Ронжин, К.В. Рудаков, Д.Ю. Турдаков, А.М. Федотов

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Программно-аппаратный комплекс поиска и анализа больших массивов текстов TextAppliance (ФИЦ ИУ РАН). Интеллектуальная аналитическая система автоматизированного выделения приоритетов научных исследований и экспериментальных разработок (ФИЦ ИУ РАН).
- Интеллектуальные сервисы для проектирования энергоэффективных сооружений (ИСП РАН).

- Система анализа социальных медиа Talisman (ИСП РАН).
- Система технического зрения для автоматической классификации движущихся объектов (ИПУ РАН).
- Система автоматического распознавания русской речи (СПИИРАН).
- Компьютерные инструментальные средства разработки систем планирования и управления в транспортной логистике реального времени (СПИИРАН).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

724 публикации в области ИИ,  
1194 исследователей в ИИ.

## НИУ Высшая Школа Экономики (НИУ ВШЭ)



**ОПИСАНИЕ:** основана в 1992 г., носит статус НИУ с 2009 г. Основной кампус находится в Москве, ещё три – в Нижнем Новгороде, Санкт-Петербурге и Перми.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Обработка естественного языка, машинное обучение, архитектуры нейронных сетей, анализ данных.

### НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПО ИИ:

Дмитрий Ветров, Антон Конушин, Сергей Николенко, Андрей Устюжанин, Сергей Кузнецов.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- iFORA- система интеллектуального анализа больших данных, разработанная Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ), позволяет строить научно-технические тренды или визуализации многомерных массивов неструктурированных данных, например, как карта компетенций ВШЭ.
- В 2019 г. ученые ВШЭ и Яндекса разработали метод, который ускорит моделирование процессов на большой адрон коллайдере.

- В 2017 г. сотрудники Лаборатории космических исследований в области технологий, систем и процессов ВШЭ применили нейросеть для распознавания запахов. Это позволило получить патент на малогабаритное устройство «электронный нос» для распознавания образа запаха широкого класса химических веществ.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

40 300 студентов,  
≈ 7 000 преподавателей и исследователей,  
261 публикации в области ИИ,  
297 исследователей.

## Университет ИТМО



**ОПИСАНИЕ:** Университет ИТМО – государственный ВУЗ Санкт-Петербурга, один из национальных исследовательских университетов России. Ведущий ВУЗ страны в области информационных и фотонных технологий. ИТМО включает 19 факультетов, 7 научно-исследовательских института и 110 кафедр.

**ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИИ:** Национальный центр когнитивных разработок.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** интеллектуальные технологии Р4-медицины; интеллектуальная биометрия нового поколения, креативные технологии виртуальных миров, масштабируемые технологии разговорного интеллекта, интеллектуальные технологии транспорта будущего, интеллектуальные технологии цифрового производства, квантовые когнитивные технологии, интеллектуальные телекоммуникационные технологии, интеллектуальные технологии добычи и переработки энергоресурсов, когнитивные обучающие технологии нового поколения.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Максим Хлопотов, Владимир Парфенов, Алексей Потапов, Александр Бухановский

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Symptom-checker – это система поддержки принятия решений, реализуемая специалистами из ИТМО совместно с МТС. Она помогает врачу или пациенту оценить состояние больного, давая «второе мнение», позволяя принять определенное решение.
- Команда студентов кафедры компьютерных технологий ИТМО в 2017 г. разработала алгоритм, который поможет вычислять мошенников среди клиентов компаний по автострахованию.
- Программа создана на основе машинного обучения и может с некоторой точностью определять, была ли та или иная автоавария

подстроена или же страховую выплату просит добропорядочный клиент.

- В 2017 г. компания Tra Robotics и команда Университета ИТМО разработали алгоритм бездатчикового силомоментного регулирования для манипуляционного робота. Проект посвящен программному управлению роботов и бессенсорному управлению (soft sensing, sensorless control).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

16 000 студентов,  
>1000 преподавателей и исследователей,  
753 публикации в области ИИ,  
716 исследователей.

## Томский государственный университет



**ОПИСАНИЕ:** первый российский университет на территории Русской Азии, один из трёх десятков национальных исследовательских университетов. Участник Проекта 5-100.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Обработка естественного языка, машинное обучение, архитектуры нейронных сетей, анализ данных.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Даниэль Самате, Томас Пройсер.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Создание отечественного высокотехнологичного программно-инструментального комплекса для реализации систем управления технологическими процессами на базе свободного программного обеспечения.
- Интеллектуальные информационные системы для анализа многомерной информации.

- Совместно с партнером – IT-компанией Rubius приступают к реализации масштабного digital-проекта – «Виртуальный университет 4.0».

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

15 257 студентов,  
1500 преподавателей и исследователей,  
182 публикации в области ИИ,  
215 исследователей.

## Московский Государственный Университет (МГУ)



**ОПИСАНИЕ:** Один из старейших и крупнейших классических университетов России. Включает в себя 15 научно-исследовательских институтов, 43 факультета, более 300 кафедр и 6 филиалов.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Обработка естественного языка, машинное обучение, кибербезопасность, квантовые компьютеры.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Владимир Воеводин, Игорь Соколов, Игорь Машечкин.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- В 2017 г. сотрудники физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова предложили способ использовать искусственный интеллект для поиска новых химических соединений с заданными свойствами. Разработанный подход существенно расширяет возможности и устраняет недостатки традиционно используемой для этой цели процедуры виртуального скрининга.
- В 2017 г. трое студентов из МГУ выиграли международное состязание по созданию искусственного интеллекта. Хакатон по беспилотным автомобилям прошёл в Москве,

в МИСиС, он длился 2 дня без перерывов. В соревновании приняли участие 27 команд из России, США, Великобритании, КНР и Испании. Первые три места заняли команды МГУ: на 1-м и 3-м местах, МФТИ – на 2-м.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

38 150 студентов,  
10 784 преподавателей и исследователей,  
701 публикации в области ИИ,  
733 исследователей.

## Томский политехнический университет



**ОПИСАНИЕ:** Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ). Учрежден в 1896 г. Императором Николаем II как Томский практический технологический институт, с 1991 г. – Томский политехнический университет. В 2009 г. присвоена категория «Национальный исследовательский университет».

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Машинное обучение, анализ больших данных, распознавание изображений.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Спицын В.Г., Друки А.А., Иванова Ю.А., Гергет О.М., Скирневский И.П., Аксенов С.В., Лунова Е.Е., Баночкин П.И., Савельев А.О., Губин Е.И., Оздиев А.Х.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Прогнозирование времени выполнения вычислительных задач (в рамках проекта ATLAS, CERN). Интеллектуальная система компьютерного зрения для беспилотных летательных аппаратов.
- Рентгеновская диагностика рака на основе мультиконтрастного подхода.
- Оценка поведенческих аномалий пользователей в соцсетях.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

12 600 студентов,  
1 730 преподавателей и исследователей,  
328 публикации в области ИИ,  
482 исследователей.

## Сколковский институт науки и технологий – Сколтех



**ОПИСАНИЕ:** негосударственный институт, созданный в 2011 г. при участии Массачусетского Технологического Института (англ. Massachusetts Institute of Technology – MIT). Территориально расположен в инновационном центре Сколково. Отличительными особенностями Сколтеха являются интеграция образовательной и исследовательской деятельности, фокус на прикладные исследования и инновации, а также научная кооперация с ведущими зарубежными университетами. Обучение ведется по программам магистратуры и аспирантуры (PhD), рабочий язык – английский.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** машинное обучение и ИИ, математическое моделирование для задач

с большими объемами данных, статистическая теория обучения, высокопроизводительные вычисления и большие данные, интернет вещей.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Анджей Чихотцкий, Евгений Бурнаев, Иван Оселедец, Виктор Лемпицкий, Максим Федоров, AnhNuy Phan, Дмитрий Яроцкий, Гонзало Феррер, Алексей Фролов.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Алгоритмы ИИ применяются сотрудниками Сколтеха для создания цифровых моделей месторождений и адаптируют их для применения на месторождениях «Газпром нефти».

- В 2019 г. ученые Сколтеха создали суперкомпьютер «Жорес». В новом суперкомпьютере для передачи информации между узлами используются оптоволоконные каналы и полупроводниковые лазеры, основанные на полупроводниковых гетероструктурах. За их открытие в 2000 г. Нобелевскую премию получил академик Жорес Алферов. В его честь и назван суперкомпьютер.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

977 студентов,  
129 профессоров,  
110 публикации в области ИИ,  
105 исследователей.

## Московский Физико-Технический Институт (МФТИ)



**ОПИСАНИЕ:** Один из ведущих российских университетов, готовящий специалистов в области теоретической и прикладной физики, математики, информатики, химии, биологии и смежных дисциплин. Основной кампус находится в городе Долгопрудном Московской области, отдельные корпуса и факультеты находятся в Жуковском и в Москве.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Обработка естественного языка, машинное обучение, архитектуры нейронных сетей.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Михаил Бурцев, Алексей Назаров, Сергей Шумский, Андрей Райгородский.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Проект iPavlov по созданию разговорного ИИ разрабатывается лабораторией Михаила

Бурцева при поддержке ПАО Сбербанк. Проект решает проблему содержательного общения человека с машиной, чтобы создать передовые инструменты для бизнеса.

- MAIYA (Medical Artificial Intelligence. Your Assistant) – создание национальной всероссийской информационно-аналитической платформы для сбора и хранения мультимодальных медицинских данных и их анализа с помощью ИИ. С помощью этой системы можно будет анализировать кардиограммы, флюорограммы, маммограммы, проводить диагностику глазного дна и др.
- В лаборатории Петра Федичева разработали алгоритм, предсказывающий риск смертности. В работе исследователи опирались на медицинские данные 10 000 человек,

собранные в 2003–2006 г. в ходе национального исследования NHANES в США. С помощью алгоритмов глубокого обучения нейронную сеть научили выявлять неблагоприятные тенденции: связывать определенные паттерны, повторяющиеся последовательности движений с данными медицинских историй и показателями анализов.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

6 095 студентов,  
2 654 преподавателей и исследователей,  
324 публикации в области ИИ,  
377 исследователей.

## Университет Иннополис



**ОПИСАНИЕ:** Российский университет, специализирующийся на образовании и научных исследованиях в области информационных технологий и робототехники.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Алгоритмы машинного обучения, глубинное обучение, обработка изображений и компьютерное зрение, контекстно-ориентированный анализ, автоматизированное моделирование, онтологии, автоматическое обоснование.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** машинное зрение, беспилотное управление, кибербезопасность.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Цюй Цян, Садек Нобари, Браун Джозеф Александер, Хан Адил Мехмуд.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

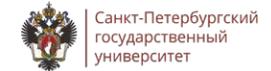
- Специалисты лаборатории анализа данных и биоинформатики разработали, смоделировали и протестировали операционную систему управления движением для части округа Монтгомери штата Мэриленд, США, которая организует вычислительные, коммуникационные и автомобильные технологии.

- В рамках проекта «Цифровая модель РТ» созданы опытные образцы облачной геоинформационной платформы, фотограмметрических и тематических сервисов.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

602 студента,  
82 преподавателей и исследователей,  
108 публикации в области ИИ,  
84 исследователей.

## Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)



**ОПИСАНИЕ:** Санкт-Петербургский государственный университет – научно-образовательный центр мирового значения, один из крупнейших центров отечественной науки и культуры, первый университет России, основан в 1724 г.

**ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Разработка систем понимания естественного языка и распознавания устной речи, распознавание образов, интеллектуальный анализ данных, нейронные сети, байесовские сети, нечеткая логика, машинное обучение, информационная безопасность.

**НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ИИ:** Абрамов М.В., Ананьевский М.С., Богданов А.Б., Гаврилова Т.А., Граничин, О.Н., Дегтярев А.Б., Крылатов А.Ю., Матвеев А.С., Мартыненко Г.Я., Ногин, В.Д., Панцерев К.А., Петросян О.Л., Резаев А.В., Трегубова Н.Д., Тулупьев, А.Л., Тулупьева Т.В., Фрадков А.Л., Халин, В.Г., Черниговская Т.В.

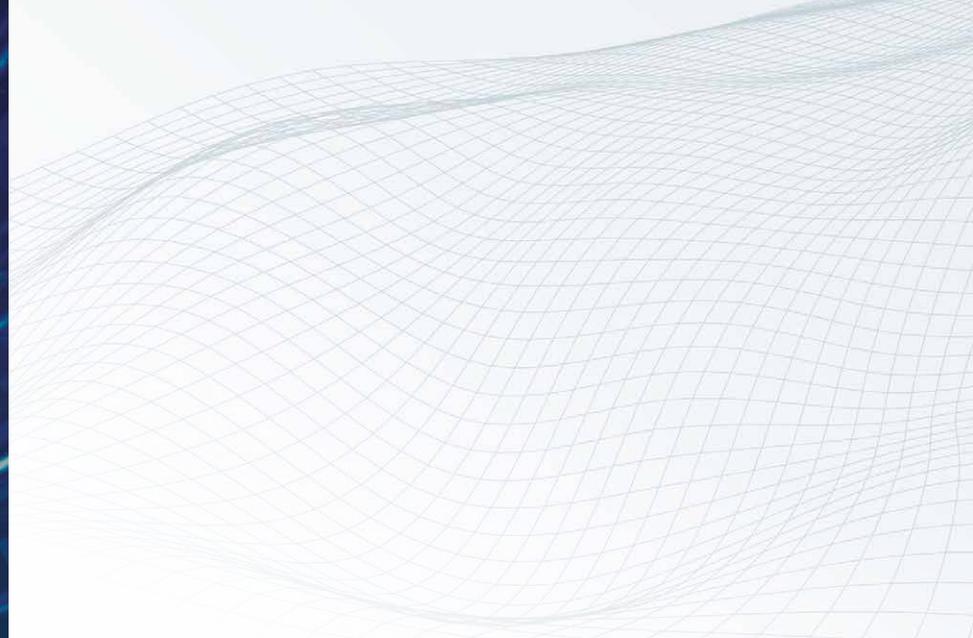
### НЕКОТОРЫЕ ПРОЕКТЫ ИИ:

- Автоматизированная система обработки текстов «Линда».
- Математические методы исследования конкурентоспособности российских вузов на основе интеллектуального анализа данных.
- Методология и Технология формирования Онтологий на основе интеграции с гетерогенными источниками данных (МЕТЕОР).
- Методы искусственного интеллекта в обеспечении информационно-психологической безопасности и анализе степени защищенности от социоинженерных атак.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИВЕРСИТЕТЕ:

30 000 студентов,  
5 195 преподавателей и исследователей,  
381 публикации в области ИИ,  
544 исследователей.

- Создание общества, ориентированного на людей.
- Сотрудничество с международными организациями и обмен опытом.
- Постоянное обновление руководящих принципов по мере необходимости.
- Повсеместное использование технологий искусственного интеллекта во всех сферах жизни.



# РЫНОК ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В настоящее время термин «искусственный интеллект» используют для обозначения компьютерных систем, способных обрабатывать с помощью сенсоров поступающие из окружающей среды данные согласно обученному алгоритму и выдавать решение, думать, учиться и действовать в зависимости от оценки окружения и заданных целей – и эта технология постепенно находит применение в повседневных бизнес-процессах, заточенных под конкретные задачи.

Более трети представителей из 5,4 тыс. бизнес- и ИТ-руководителей из 31 страны мира готовы активно инвестировать в основные направления технологий искусственного интеллекта. Применение таких технологий может повысить рентабельность в среднем на 38% к 2035 году и привести к экономическому росту на \$14 трлн в 16 сферах бизнеса. На сегодняшний день системы с искусственным интеллектом внедрены у 4% компаний, 21% запустили или планируют в ближайшее время запустить пилотный проект, 25% имеют средние- и долгосрочные планы. В мировом масштабе внедрение технологии искусственного интеллекта позволят компаниям заработать к 2022 году около \$3,9 трлн.

Развитие компании может идти по двум сценариям: полная трансформация бизнеса на основе технологий искусственного или создание отдельных продуктов и сервисов. Оба сценария реализуют только 17% компаний, а занимаются хотя бы одним из направлений примерно 27% [19].

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта сопровождается существенным ростом как государственных, так и частных инвестиций в их развитие, а также в разработку прикладных технологических решений на основе искусственного интеллекта. По оценкам международных экспертов, инвестиции в технологии искусственного интеллекта выросли с 2014 года по 2017 год в три раза и составили около 40 млрд долларов США. В 2018 году мировой рынок технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта, составил 21,5 млрд долларов США

и, по прогнозам экспертов, к 2024 году достигнет почти 140 млрд долларов США [1].

В настоящее время в мире происходит ускоренное внедрение технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта, в различные отрасли экономики и сферы общественных отношений. По оценкам экспертов, ожидается, что благодаря внедрению таких решений рост мировой экономики в 2024 году составит не менее 1 трлн Долларов США [1].

### Указанные тенденции обусловлены следующими факторами:

- Общий («сквозной») характер применения прикладных технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта.
- Высокая степень влияния технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта, на результативность деятельности организаций и человека, в том числе связанной с принятием управленческих решений.
- Высокая доступность инструментов (в том числе программ для ЭВМ с открытым кодом) для разработки на основе искусственного интеллекта технологических решений.
- Потребность в обработке больших объёмов данных, создаваемых как человеком, так и техническими устройствами, для повышения эффективности экономической и иной деятельности [1].

В горизонте до 2035 года в 16 отраслях технологии искусственного интеллекта способны нарастить темпы экономического роста в среднем на 1,7%. При этом наибольший рост добавленной стоимости демонстрируют информационные технологии и телеком (4,8%), обрабатывающая промышленность (4,4%) и финансовые услуги (4,3%). В сфере строительства, образования, гостеприимства и отельного бизнеса

такие решения повысит рентабельность деятельности больше всего [19].

В 2030 году глобальный ВВП вырастет на 14 %, или на 15,7 триллиона долларов США, в связи с активным использованием искусственного интеллекта [78].

Более половины прироста будет обусловлено повышением производительности труда в период 2016-2030 гг. Остальная прибыль будет получена за счёт увеличения потребительского спроса вследствие совершенствования товаров посредством искусственного интеллекта. Наибольшую экономическую выгоду из технологий искусственного интеллекта смогут извлечь Китай (прирост ВВП в 2030 году составит 26 %) и страны Северной Америки (прирост ВВП в 2030 году составит 14,5 %), или 10,7 трлн долларов США – почти 70 % прироста мирового ВВП [32].

К 2021 г. искусственный интеллект позволит бизнесу получить дополнительную выручку в размере \$1,1 трлн. Это станет возможным благодаря внедрению алгоритмов искусственного интеллекта в системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) [79].

# Мировой рынок искусственного интеллекта

## 2018 год

Объём мирового рынка программных платформ искусственного интеллекта в 2018 году достиг \$2,6 млрд, увеличившись на 26,6% относительно 2017-го. Такие данные были обнародованы в июне 2019 года.

Крупнейшим производителем программного обеспечения для искусственного интеллекта аналитики называют компанию IBM, которая в 2018 году заработала на таких продуктах \$240,6 млн, что на 26,6% превосходит значение годичной давности. Рыночная доля IBM достигла 9,3%.

На втором месте расположилась SAS, чей бизнес растёт ещё быстрее, чем у лидера. В 2018 году доходы компании на рассматриваемом рынке повысились на 104,6% и составили \$89 млн.

Ранее в 2019 году были опубликованы результаты исследования, которое показало, что число компаний, использующих искусственный интеллект в рабочих процессах, за четыре года стало на 270% больше. 37% компаний задействуют системы искусственного интеллекта в той или иной форме. В 2015 году этот показатель измерялся 10%, в 2018-м – 25%.

Эксперты сходятся во мнении, что искусственный интеллект становится неотъемлемой частью будущих корпоративных стратегий независимо от рынка. Например, 52% телекоммуникационных компаний, представители которых приняли участие в исследовании, уже используют чат-ботов для улучшения качества обслуживания клиентов.

В то же время лишь 25% организаций, которые уже внедрили системы искусственного интеллекта, разработали корпоративные стратегии по использованию этой технологии. Половина респондентов считают искусственный интеллект приоритетным направлением,

а две трети опрошенных сообщили, что поддерживают культуру, при которой искусственный интеллект находится на первом месте.

Расходы на программные платформы на основе искусственного интеллекта в мире будут расти на 36,7% ежегодно и достигнут \$9,5 млрд к 2022 году.

В 2018 году продажи программного обеспечения и оборудования, предназначенные для создания и функционирования систем искусственного интеллекта, на китайском рынке достигли 33,9 млрд юаней (\$4,93 млрд по курсу на 16 июля 2019-го), что на 52,8% больше, чем годом ранее. Такие данные в июле 2019 года обнародовала неправительственная организация Китайское интернет-общество (Internet Society of China).

Объём мирового рынка чипов, предназначенных для решения задач в области глубокого обучения, в 2018 году достиг 164,9 млн штук.

Прогнозируется, что глобальные поставки микросхем, предназначенных для реализации глубокого обучения, к 2025 году превысят 2,9 млрд штук, а в деньгах объём рынка достигнет \$72,6 млрд.

Что касается крупнейших производителей чипов для глубокого обучения, то лидерами являются Nvidia и Intel.

По оценкам экспертов, объём мирового рынка программного обеспечения, реализующего технологии искусственного интеллекта, по итогам 2018 года достиг \$8,1 млрд и в дальнейшем будет только расти. Ожидается, что к 2025 году продажи будут измеряться \$105,8 млрд.

Программное обеспечение с элементами искусственного интеллекта становится всё более востребованным и распространённым благодаря растущим объёмам данных, увеличению вычислительной мощности

компьютеров и повышению производительности алгоритмов.

Технологии искусственного интеллекта на конец 2018 года использовались в 258 областях.

## В десятку наиболее популярных областей использования программного обеспечения с элементами искусственного интеллекта с точки зрения приносимой выручки входят:

- видеонаблюдение;
- системы мониторинга и управления ИТ-сетями и операциями;
- клиентское обслуживание;
- маркетинг, распознавание голоса и речи;
- обнаружение и распознавание объектов техникой/автомобилями и уклонение от столкновения с ними;
- изучение и анализ патентов;
- запрос фото и видеоизображений;
- анализ медицинских снимков;
- обработка данных пациентов;
- прогностическое техобслуживание.

Объём глобального рынка когнитивных систем и решений в области искусственного интеллекта по итогам 2018 года составил около \$24 млрд, а в 2022-м показатель будет измеряться \$77,6 млрд. Среднегодовые темпы роста этого рынка исследователи оценивают в 37,3% [80].

Около 40% затрат на когнитивные и технологии искусственного интеллекта приходится на программное обеспечение, в том числе на когнитивные платформы. Этот сегмент будет самым быстрорастущим: каждый год его объём будет увеличиваться в среднем на 43,1% [80].

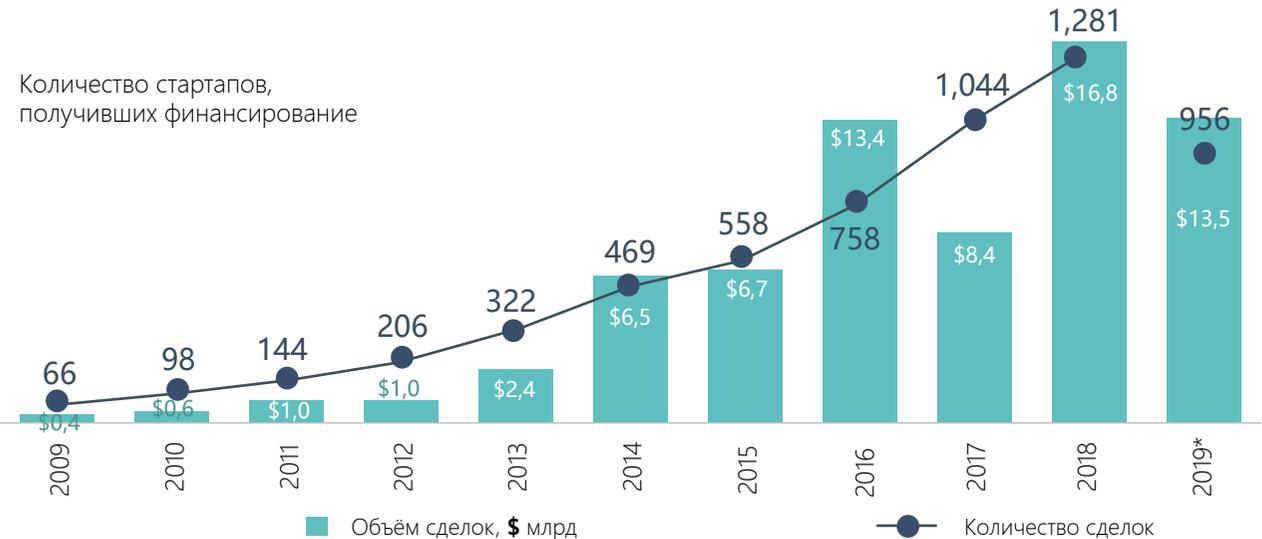


Рисунок 39 – Активность сделок со стартапами в области технологий искусственного интеллекта по годам [81]

По состоянию на сентябрь 2019 г.

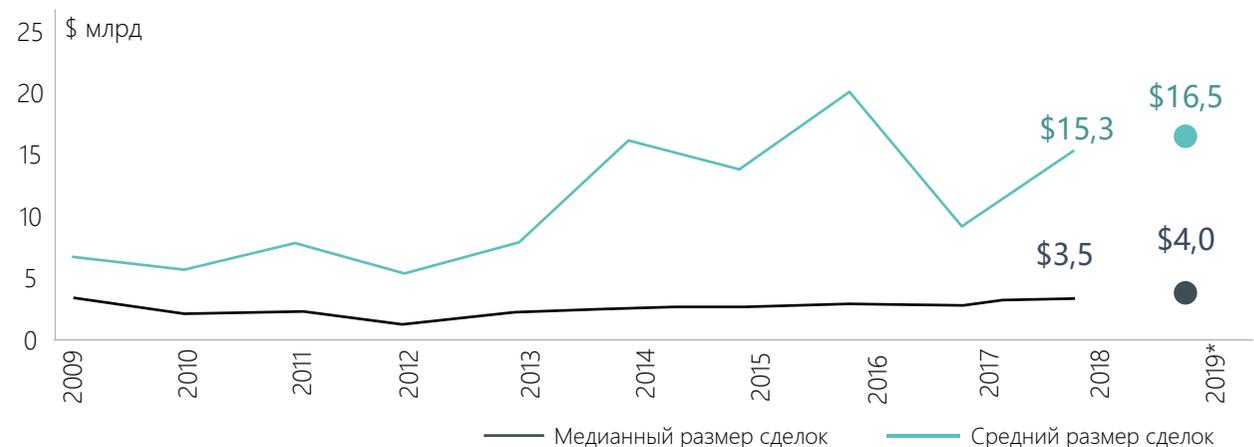


Рисунок 40 – Средний размер сделок со стартапами в области технологий искусственного интеллекта продолжает колебаться [81]

По состоянию на сентябрь 2019 г.

## 2018 год

### Инвестиции в стартапы в области искусственного интеллекта в США.

По состоянию на сентябрь 2019 года 965 стартапов в области искусственного интеллекта получили финансирование в размере \$13,5 млрд за первые девять месяцев 2019 года [81]. Среди них компания OpenSpace привлекла \$14 млн, компания Eko привлекла \$20 млн, AppZen привлекла \$50 млн инвестиций [82].

Лидером по сумме инвестиций в развитие технологий искусственного интеллекта и количеству заключённых сделок остаётся США, за которыми следуют Китай и Великобритания. Однако, если принимать во внимание среднюю стоимость сделки, то безусловным лидером является Китай, средний размер сделок которого в последние 2 года составлял более чем \$100 млн против \$15 млн и \$5,4 млн у США и Великобритании соответственно.

### 40% европейских стартапов в области искусственного интеллекта не имеют к нему отношения [83].

40% европейских стартапов, занимающихся разработками в области искусственного интеллекта, на самом деле не используют его. К такому выводу пришли аналитики компании в ходе опубликованного в марте 2019 года опроса 2 800 стартапов в 13 странах ЕС.

Некоторые начинающие разработчики технологий используют модное словосочетание «искусственный интеллект» для привлечения внимания к себе и своим продуктам, чтобы получить больше финансирования. Согласно оценкам, компании, заявляющие работу над решениями с использованием технологий искусственного интеллекта, привлекают в среднем на 15-50% больше инвестиций.



Рисунок 41 – Количество стартапов Европы в области технологий искусственного интеллекта в зависимости от страны

Количество заявок на патенты в области искусственного интеллекта выросло, так как компании стремятся сделать свой бизнес более привлекательным для инвестиций.

Наиболее популярными среди стартапов, действительно занимающихся технологиями искусственного интеллекта, странами являются следующие. Британии – 479 к марту 2019 года, Франция – 217 стартапов, Германия – 196 стартапов, Испания – 166 стартапов и Нидерланды – 103 стартапа. Что касается отраслей применения, то больше всего стартапов занимается разработками, связанными с медициной и поддержанием здоровья.

### Рынок искусственного интеллекта будет расти на 31% ежегодно

К 2022 году суммарный объём рынка технологий искусственного интеллекта увеличится до \$52,5 млрд, или в 4 раза по сравнению с уровнем 2017 года (\$13,4 млрд). Ежегодный темп роста (CAGR) в прогнозируемый период

## Российский рынок искусственного интеллекта

### 2017 ГОД

**На исследования в сфере искусственного интеллекта в России потрачено 23 млрд руб. за 10 лет [27].**

За десять лет на исследования и разработки в области искусственного интеллекта было выделено около 23 млрд рублей. Объемы государственного финансирования уступают другим странам – например, в США ежегодно из госбюджета выделяется около \$200 млн (12 816 340 000 руб. по курсу центрального банка России на 30.11.2019) на исследования в области искусственного интеллекта. Стоит также отметить, что уровень финансирования в России является невысоким с учётом количества проектов и общего числа задействованных научных сотрудников – от 6 до 10 тысяч человек.

Лидерами по объёму государственного финансирования являются проекты для госсектора, транспортной отрасли, обороны и безопасности. Это свидетельствует, что в России прежде всего поддерживают проекты, где ожидаются результаты с быстрым применением на практике. Например, анализ данных и различные системы распознавания помогают оптимизировать логистические и транспортные проблемы.

Текущие геополитические задачи также определяют острую потребность в интеллектуальных системах для модернизации оборонно-промышленного комплекса. Тематическими лидерами по вложениям со стороны государства являются проекты по анализу данных, системы поддержки принятия решений и распознавания изображений и видео.

### 2018 ГОД

Объём российского рынка решений для искусственного интеллекта в 2018 году достиг 2 млрд рублей, сообщили в Минкомсвязи в середине октября 2019-го.

### ПРОГНОЗЫ

По прогнозам ведомства, к 2024 году расходы на такие решения увеличатся в 80 раз и будут измеряться примерно 160 млрд рублей. А продажи нейротехнологий за это время поднимутся с 0,1 до 8,2 млрд рублей за тот же отрезок времени.

Из документа также следует, что доля искусственного интеллекта в российском ВВП будет составлять 0,8% в 2024 году и 3,6% в 2030-м при существенном стимулировании. Мировой показатель достигнет 2,6%. Он включает в себя размер отрасли решений в сфере искусственного интеллекта, прирост производительности в различных секторах экономики и другие факторы [26].

Создание в России индустрии технологий искусственного интеллекта в первую очередь позволит развить конкурентоспособную на мировом уровне высокотехнологическую отрасль. Кроме того, это ускорит развитие цифровой экономики, будет стимулировать развитие ИТ-инфраструктуры по работе с большими объёмами данных, а также повысит долю отечественного программного обеспечения и решений на внутреннем рынке [26].

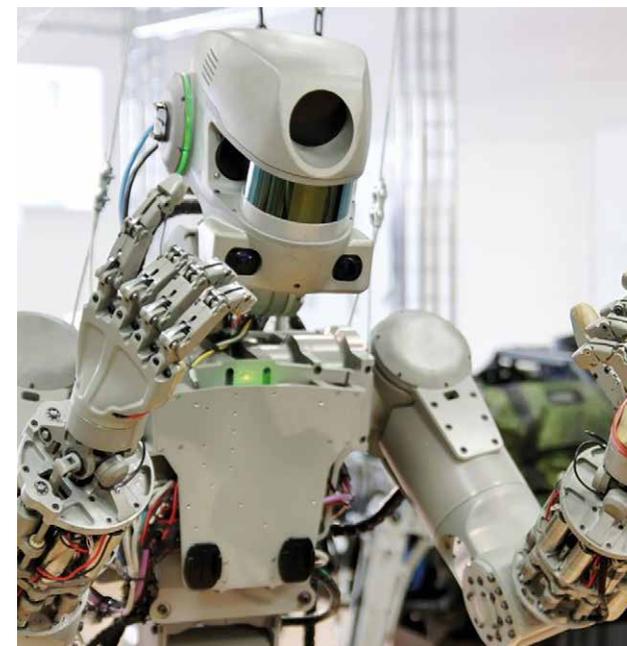


Таблица 13 – Распределение инвестиций по технологиям искусственного интеллекта до 2024 года, в млрд руб. [26].

	Доля затрат	Поддержка малых предприятий	Адресная поддержка	Поддержка промышленных разработок	Поддержка цифрового преобразования отраслей	Поддержка региональных проектов внедрения сквозных цифровых технологий	Поддержка российских компаний-лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по технологиям искусственного интеллекта (бюджет)	Итого по технологиям искусственного интеллекта (внебюджетные средства)
Компьютерное зрение <sup>6</sup>	21,6%	2,2	1,5	1,2	2,0	2,0	1,2	2,2	12,3	
Внебюджетные средства <sup>7</sup>		11,0	7,4	6,1	9,8	9,8	6,1	22,1		72,4
Обработка естественного языка	16,2%	1,7	1,1	0,9	1,5	1,5	0,9	1,7	9,2	
Внебюджетные средства		8,3	5,5	4,6	7,4	7,4	4,6	16,6		54,3
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений <sup>8</sup>	35,1%	3,6	2,4	2,0	3,2	3,2	2,0	3,6	19,9	
Внебюджетные средства		17,9	12,0	10,0	16,0	16,0	10,0	35,9		117,7
Распознавание и синтез речи	16,2	1,7	1,1	0,9	1,5	1,5	0,9	1,7	9,2	
Внебюджетные средства		8,3	5,5	4,6	7,4	7,4	4,6	16,6		54,3
Перспективные методы и технологии искусственного интеллекта	10,8%	1,1	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,1	6,1	
Внебюджетные средства		5,5	3,7	3,1	4,9	4,9	3,1	11,0		36,2
Оценка требуемых ресурсов по инструментам поддержки (бюджет)		10,3	6,8	5,6	9,2	9,2	5,6	10,3		
<b>Итого</b>									<b>56,8</b>	<b>334,9</b>

6. Включая элементы Робототехники и сенсорики. 7. Внебюджетное финансирование включает все затраты на развитие сквозных цифровых технологий всех участников рынка, а не только привлекаемое софинансирование в рамках конкретного проекта. 8. Включая элементы Робототехники и сенсорики, Больших данных и Промышленного интернета

## БИЗНЕС-ЛИДЕРЫ В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

30% российских компаний активно внедряют искусственный интеллект. Это самый высокий показатель среди всех стран-участниц опроса: в среднем по миру он равен 22,3%, – показало исследование [84].

### ВНЕДРЕНИЕ

Россия заняла первое место в мире по активному внедрению

**30%** российских руководителей активно внедряют искусственный интеллект



В среднем по миру этот показатель равен 22,3%

### ЭТИКА

**65%** российских директоров считают, что принятие ответственности за этическое применение ИИ – безусловное требование для лидера



В мире такой точки зрения придерживаются 53,9% директоров

### ПОЗИТИВНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ИИ

Российские директора заняли второе место по уровню позитивного отношения к ИИ

**73%** директоров считают, что технология поможет им в их управленческой деятельности

### ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

**90%** из них выразили желание получить поддержку профессионалов



В среднем по миру этот показатель равен 67,3%

**30%** готовы инвестировать время для адаптации к новым условиям работы



В среднем по миру этот показатель равен 20,3%

### БИЗНЕС-ПРИОРИТЕТЫ

Готовы уделять время использованию ИИ:

**32%** для постановки правильных целей

**26%** для разработки идей



Рисунок 42 – Российские руководители используют возможности искусственного интеллекта для бизнеса активнее, чем их иностранные коллеги

## Размер мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта

Согласно дорожной карте развития «сквозной» цифровой технологии «нейротехнологии и искусственный интеллект» потенциальный объём мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта и нейротехнологий в разрезе технологий приведён в таблице ниже. В 2018 году мировой рынок решений в сфере искусственного интеллекта составил 21,5 млрд долларов, к 2024 году он увеличится до 137,2 млрд долларов. В 2018 году мировой рынок решений в сфере нейротехнологий составил 1,3 млрд долларов, к 2024 году он увеличится до 7 млрд долларов [26].

Таблица 14 – Размер мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта в разрезе технологий, млрд \$ [26].

Наименование технологии ИИ	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
<b>Объём рынка решений в сфере ИИ</b>	21,5	29,2	39,8	54,3	73,9	100,7	137,2
Компьютерное зрение	3,5	5,2	7,7	11,5	17,1	25,3	37,6
Обработка естественного языка	10,3	11,9	13,8	16,1	19,3	24,1	30,2
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	6,6	10,8	16,7	24,9	35,4	48,6	65,9
Распознавание и синтез речи	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,5

Однако оценить объём рынка и выручки от использования искусственного интеллекта не представляется возможным. Ряд крупных аналитических агентств дают противоречивую информацию об объёме рынка искусственного интеллекта [86], [87].

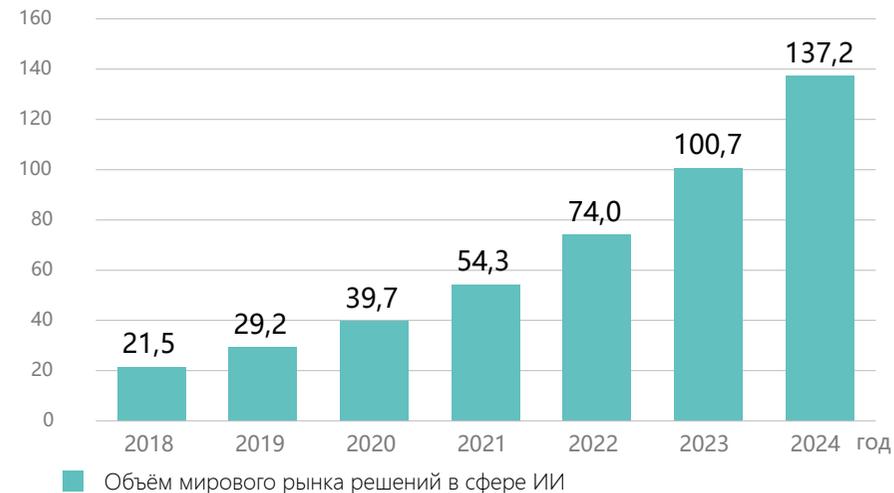


Рисунок 43 – Объём мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта, \$ млрд США



Рисунок – 44 Объём мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта в разрезе технологий, \$ млрд США

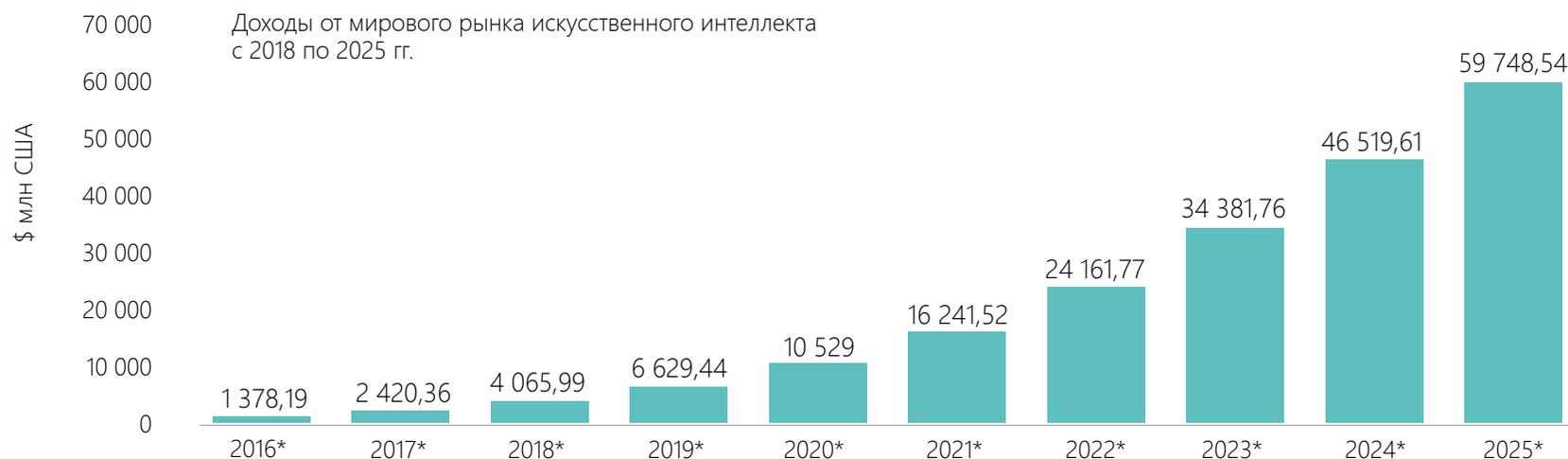


Рисунок 45 – Прогноз роста мирового рынка искусственного интеллекта [86]



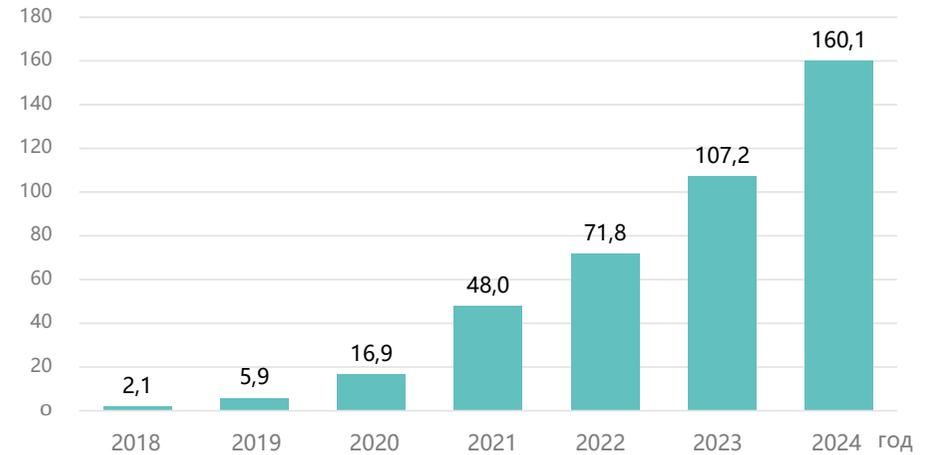
Рисунок 46 – Прогноз роста мирового рынка программного обеспечения на основе искусственного интеллекта [87]

## Размер российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта

Потенциальный объем российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта и нейротехнологий приведен в таблице. Российский рынок рассчитан на основании доли от мирового рынка. Фактическая доля России в мировом рынке искусственного интеллекта составила в 2018 году 0,2%. Потенциально, доля России может увеличиться до 1,7% к 2024 году. В 2018 году российский рынок решений в сфере искусственного интеллекта составил 2,1 млрд рублей, к 2024 году он увеличится до 160,1 млрд рублей. В 2018 году российский рынок решений в сфере нейротехнологий составил 0,1 млрд рублей, к 2024 году он увеличится до 8,2 млрд рублей [26].

Таблица 15 – Размер российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта в разрезе технологий, млрд рублей [26].

Наименование технологии ИИ	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
<b>Объем рынка решений в сфере ИИ</b>	2,1	6,0	16,9	48,0	71,7	107,2	160,1
Компьютерное зрение	1,0	2,7	7,5	20,4	29,3	42,1	60,5
Обработка естественного языка	0,4	1,0	3,0	8,7	13,1	19,8	29,9
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	0,2	0,8	2,5	8,0	13,3	21,6	34,8
Распознавание и синтез речи	0,5	1,4	3,9	10,9	16,1	23,7	34,9



■ Объем рынка решений в сфере искусственного интеллекта

Рис. 47. Объем российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта, млрд руб.

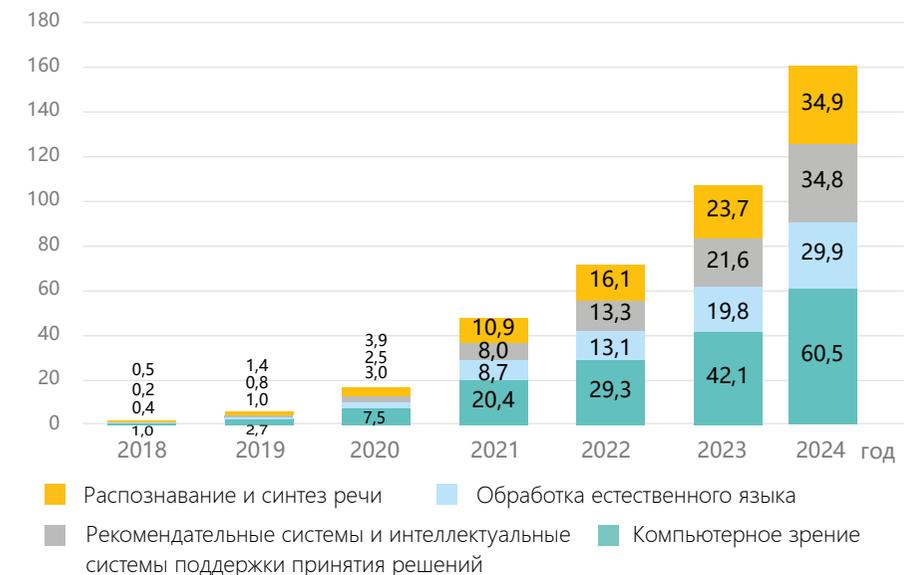


Рис. 48. Объем российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта в разрезе технологий, млрд руб.

## Влияние искусственного интеллекта на рынок труда

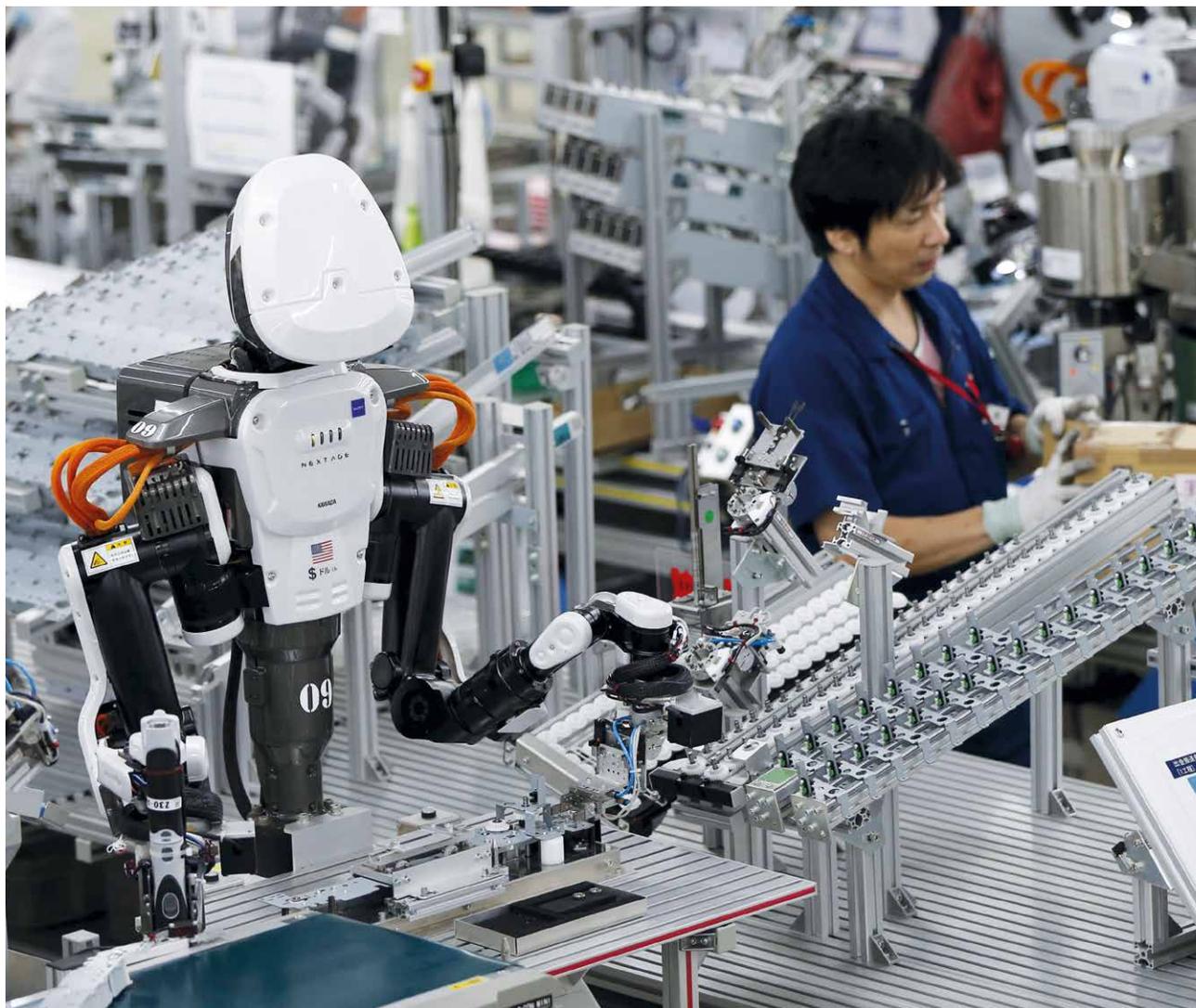
Степень влияния искусственного интеллекта на ситуацию с кадрами будет зависеть от отрасли. В некоторых из них чистое число рабочих мест будет снижаться несколько лет, а в других – например, в здравоохранении и образовании – это количество не будет сокращаться, если верить аналитикам.

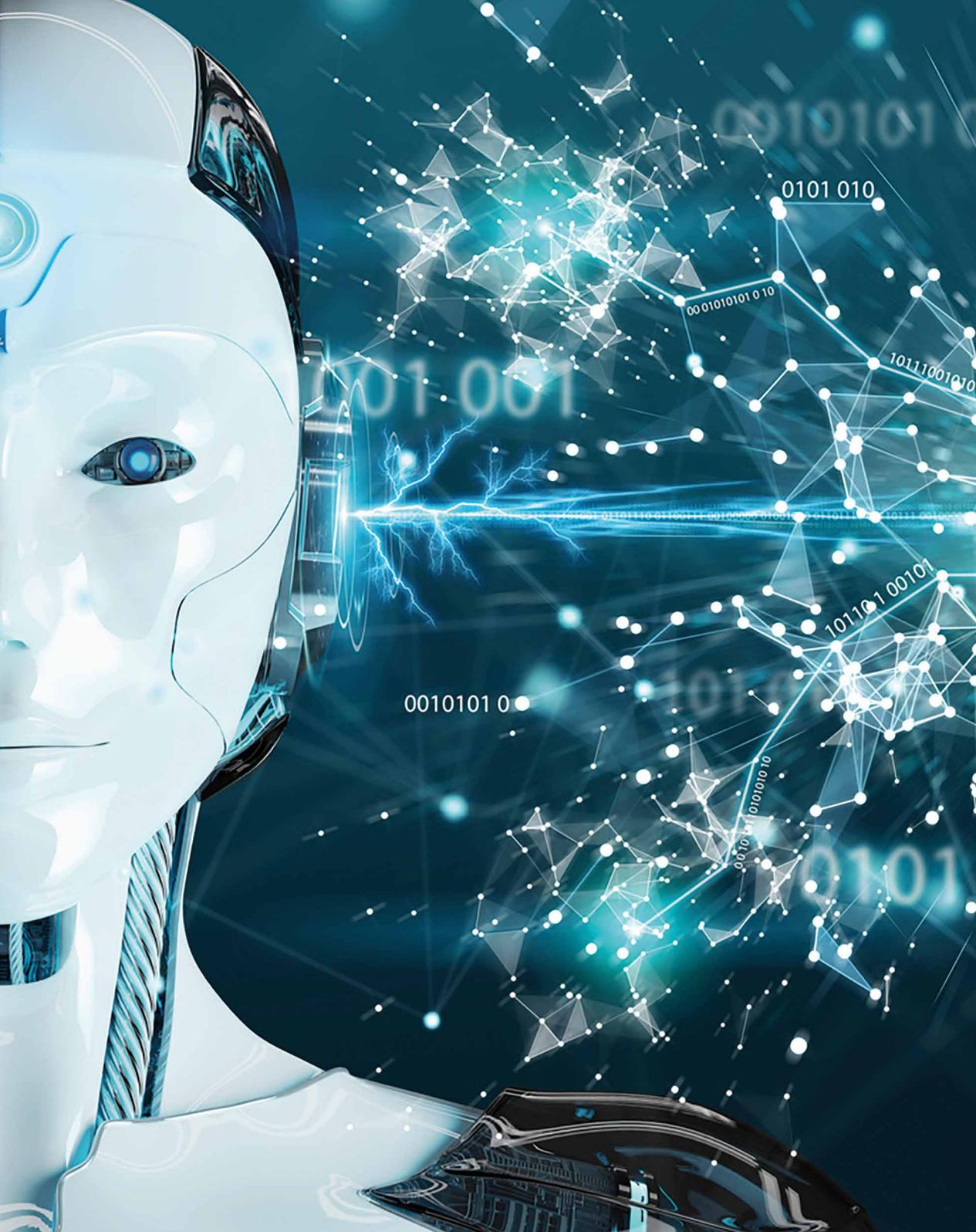
Основное предположение экспертов заключается в том, что искусственный интеллект скорее не заменит людей, а будет дополнять их профессиональную деятельность, делая её быстрее, эффективнее и продуктивнее.

«Умным» машинам постепенно становится под силу исполнение самых разнообразных видов труда – как физического, так и интеллектуального. Когнитивные возможности программного обеспечения расширяются на многие области интеллектуальной деятельности, например, на финансовую аналитику, медицинскую диагностику и анализ данных любого вида.

По оценкам экспертов, почти половина рабочих мест может быть заменена компьютерами или роботами. Впрочем, о полной автоматизации можно говорить лишь в отношении менее 5% специальностей, а в остальных случаях возможна лишь частичная замена человека.

Сильнее всего искусственный интеллект угрожает людям, занятым сбором и обработкой данных [36].





# НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ

В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

# Стратегия России в области технологий искусственного интеллекта



В целях обеспечения ускоренного развития искусственного интеллекта, проведения научных исследований в области искусственного интеллекта, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей, совершенствования системы подготовки кадров в России утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года согласно указу Президента Российской Федерации В.В. Путина от 10.10.2019 № 490 [1].

Национальной стратегией развития искусственного интеллекта определяются цели и основные задачи развития искусственного интеллекта в России, а также меры, направленные на его использование в целях обеспечения национальных интересов и реализации стратегических национальных приоритетов, в том числе в области научно-технического развития.

Национальной стратегией развития искусственного интеллекта является основой для разработки (корректировки) государственных программ, федеральных и региональных проектов, плановых и программно-целевых документов государственных корпораций, государственных компаний, акционерных обществ с государственным участием, стратегических документов иных организаций в части, касающейся развития искусственного интеллекта.

## Положения Национальной стратегией развития искусственного интеллекта учитываются при реализации следующих документов:

- стратегия развития информационного общества в России на 2017-2030 годы;
- национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и иные национальные проекты (программы), федеральные и региональные проекты, в рамках реализации которых возможно использование технологий искусственного интеллекта;
- планы мероприятий («дорожные карты») Национальной технологической инициативы;

- государственные программы, программно-целевые документы, эффективность реализации которых может быть повышена за счёт использования технологий искусственного интеллекта;
- проекты, обеспечивающие достижение целей и показателей деятельности федеральных органов исполнительной власти (ведомственные проекты).

Россия обладает существенным потенциалом для того, чтобы стать одним из международных лидеров в развитии и использовании технологий искусственного интеллекта. Этому способствует высокий уровень базового физико-математического образования, сильная естественно-научная школа, наличие компетенций в области моделирования и программирования.

Россия входит в десятку стран-лидеров по количеству научных публикаций по физике, математике, химии.

Дополнительными благоприятными факторами развития технологий искусственного интеллекта в России являются современная базовая информационно-коммуникационная инфраструктура (высокий уровень доступа к сети «Интернет», развитие радиотелефонной связи третьего и четвёртого поколений) и доступность мобильной передачи данных.

Реализация Национальной стратегией развития искусственного интеллекта с учётом сложившейся обстановки на глобальном рынке искусственного интеллекта, когда немногочисленные ведущие игроки предпринимают активные действия для обеспечения своего доминирования на нём и получения долгосрочных конкурентных преимуществ,

и среднесрочных прогнозов его развития является необходимым условием вхождения России в группу мировых лидеров в области развития и внедрения технологий искусственного интеллекта и, как следствие, технологической независимости и конкурентоспособности страны.

## Основные принципы развития и использования технологий искусственного интеллекта:

- защита прав и свобод человека;
- безопасность использования искусственного интеллекта;
- прозрачность технологий искусственного интеллекта;
- технологический суверенитет в области искусственного интеллекта;
- целостность инновационного цикла, т.е. обеспечение тесного взаимодействия научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта с реальным сектором экономики;
- разумная бережливость, т.е. осуществление и адаптация в приоритетном порядке мер, направленных на реализацию государственной политики в научно-технической и других областях;
- поддержка конкуренции.

### **Использование технологий искусственного интеллекта носит общий («сквозной») характер**

и способствует созданию условий для улучшения эффективности и формирования принципиально новых направлений деятельности, в том числе за счёт:

- повышения эффективности процессов планирования, прогнозирования и принятия управленческих решений;
- автоматизации рутинных (повторяющихся) производственных операций;
- использования автономного интеллектуального оборудования и робототехнических комплексов, интеллектуальных систем управления логистикой.
- повышения безопасности сотрудников при выполнении бизнес-процессов;
- повышения лояльности и удовлетворённости потребителей;
- оптимизации процессов подбора и обучения кадров, составления оптимального графика работы сотрудников.

**Использование технологий искусственного интеллекта в социальной сфере** способствует созданию условий для улучшения жизни населения за счёт:

- повышения качества услуг в сфере здравоохранения;
- повышения качества услуг в сфере образования;
- повышения качества предоставления государственных и муниципальных услуг;
- снижения затрат на их предоставление.

### **Целями развития искусственного интеллекта в России являются:**

- обеспечение роста благосостояния и качества жизни её населения;
- обеспечение национальной безопасности и правопорядка.

- достижение устойчивой конкурентоспособности российской экономики;
- достижение лидирующих позиций в мире в области искусственного интеллекта.

### **Основными задачами развития искусственного интеллекта являются:**

- поддержка научных исследований в целях обеспечения опережающего развития искусственного интеллекта;
- разработка и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта;
- повышение доступности и качества данных, необходимых для развития технологий искусственного интеллекта;
- повышение доступности аппаратного обеспечения, необходимого для решения задач в области искусственного интеллекта;
- повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий;
- создание комплексной системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта.

### **Основные механизмы развития искусственного интеллекта**

- обеспечение роста предложения конкурентоспособных в мире российских продуктов, созданных с использованием искусственного интеллекта;
- обеспечение роста спроса со стороны российских граждан, организаций и государственных органов на продукты и услуги, созданные с использованием искусственного интеллекта;

показателем, характеризующим рост спроса на технологии искусственного интеллекта, является увеличение количества организаций, в том числе и социальной сферы, и государственных органов, использующих искусственный интеллект для повышения эффективности своей деятельности.

### **Основные направления государственной поддержки в области технологий искусственного интеллекта:**

- поддержка научных исследований в целях обеспечения опережающего развития искусственного интеллекта;
- разработка и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта;
- повышение доступности и качества данных, необходимых для развития технологий искусственного интеллекта;
- повышение доступности аппаратного обеспечения, необходимого для решения задач в области искусственного интеллекта;
- повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами;
- повышение уровня информированности населения о возможных сферах использования технологий искусственного интеллекта;
- создание комплексной системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта.

## Стратегия США в области технологий искусственного интеллекта



Технологическое лидерство США подкреплено лидерством экономическим, что позволяет финансировать исследования в области технологий искусственного интеллекта в объёме, превышающем остальные страны [15].

- Определение направлений для приоритетного финансирования в целях получения долгосрочных преимуществ.
- Долгосрочное инвестирование в исследования искусственного интеллекта.
- Разработка открытых датасетов и окружений для тренировки и тестирования систем искусственного интеллекта.
- Разработка эффективных методов взаимодействия человека и искусственного интеллекта.
- Самоорганизация отрасли и финансирование тем-аутсайдеров.

## Стратегия Европейского союза в области технологий искусственного интеллекта



Общеввропейская стратегия является рамкой для национальных стратегий стран, входящих в ЕС, обеспечивая регуляторные механизмы в отрасли искусственного интеллекта [15].

- Сделать так, чтобы искусственный интеллект был полезен и безопасен для европейских граждан и экономики Европы.
- Понимание этических, правовых и социальных аспектов использования технологий искусственного интеллекта.
- Создание новых профессий и автоматизация рутинных процессов.
- Обеспечение кибербезопасности и безопасности данных.
- Тотальное регулирование исследования и применений.

## Стратегия Германии в области технологий искусственного интеллекта



Германия тщательно собирает информацию и технологии для того, чтобы вернуть себе статус мирового технологического лидера [15].

- Обеспечение повсеместного использования германских технологий искусственного интеллекта, который должен стать лучшим в мире.
- Обеспечение высокого уровня безопасности.
- Создание условий для развития талантов.
- Использование потенциала технологий искусственного интеллекта для повышения эффективности и устойчивости.
- Комплексное применение технологий искусственного интеллекта в науке, бизнесе и государственном секторе.

## Стратегия Великобритании в области технологий искусственного интеллекта



Великобритания выявляет и развивает те направления в области искусственного интеллекта, которые позволяют получить быстрый возврат инвестиций [15].

- Обновление инфраструктуры, чтобы стать лучшим местом для создания и развития бизнеса в области искусственного интеллекта.
- Открытие доступа высококвалифицированным талантам.
- Сделать лучшую цифровую инфраструктуру для технологий искусственного интеллекта в мире.
- Продвижение бренда искусственного интеллекта «Made in Great Britain» по всему миру.
- Экономическое стимулирование частных инвестиций в технологии искусственного интеллекта.

## Стратегия Франции в области технологий искусственного интеллекта



Франция является единственной европейской страной, которая открыто заявила о применении технологий искусственного интеллекта в военной сфере [15].

- Обеспечение развития технологий искусственного интеллекта в соответствии с лучшими стандартами этики.
- Повышение потенциала научно-исследовательской деятельности.
- Внедрение технологий искусственного интеллекта в различные профессии.
- Открытие чёрных ящиков искусственного интеллекта (повышение интерпретируемости).
- Привлечение лучших умов и увеличение количества студентов.

## Стратегия Китая в области технологий искусственного интеллекта



Китай стремится стать мировым лидером в современных подрывных технологиях [15].

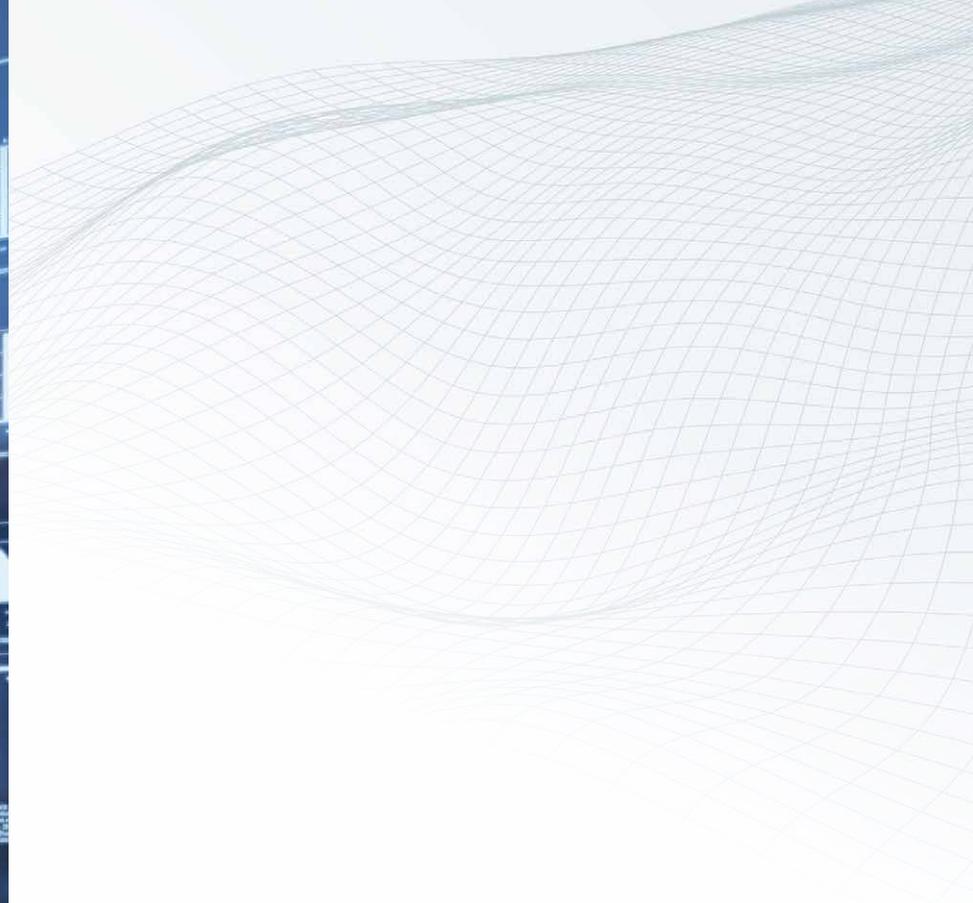
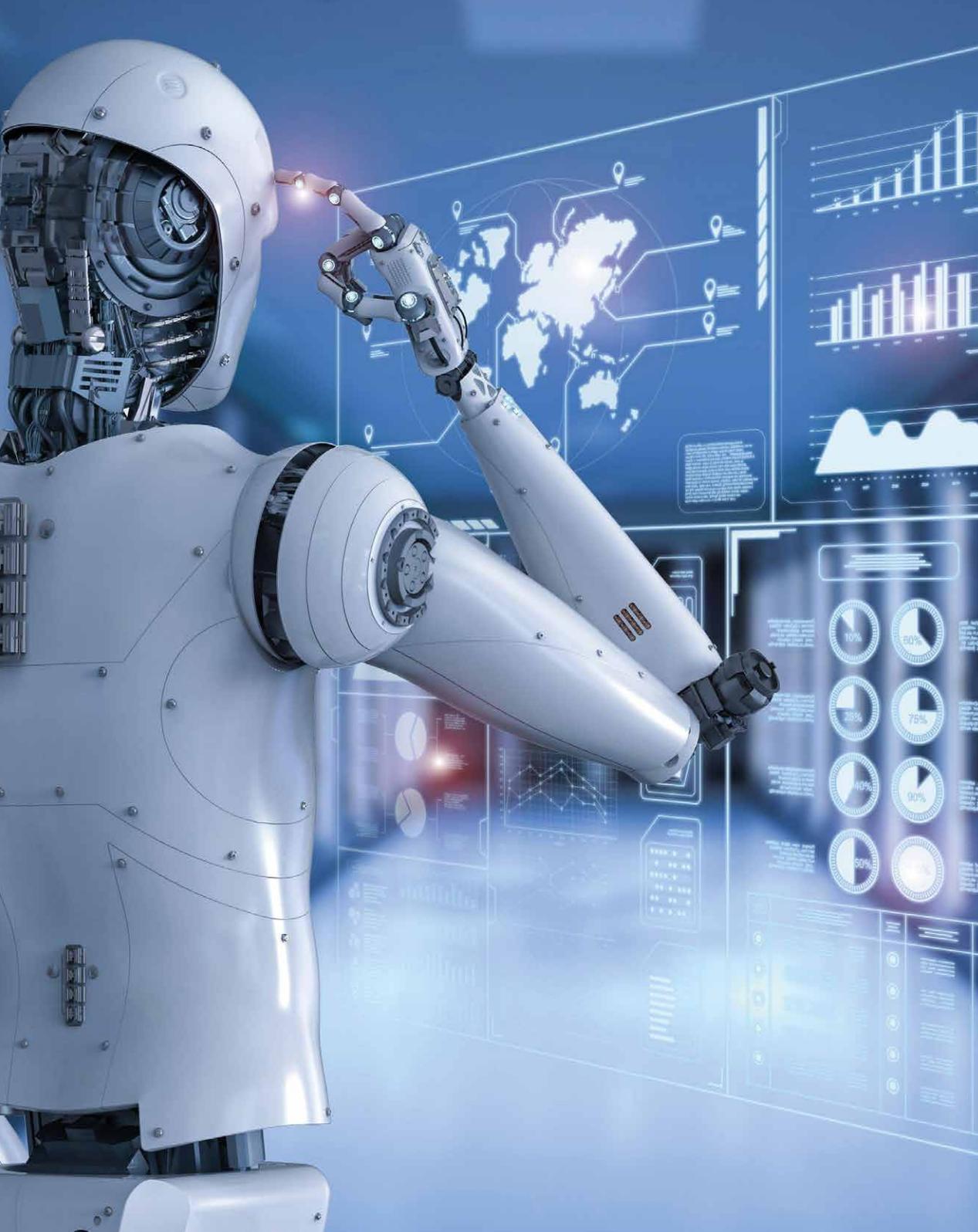
- Открытие новых возможностей для развития Китая и эффективной защиты его национальной безопасности.
- Выравнивание технологического развития Китая с развитыми странами к 2020 году.
- Стремление к созданию искусственного интеллекта нового поколения.
- Выращивание и поиск талантов в области искусственного интеллекта.
- Жёсткое следование государственной политике.

## Стратегия Южной Кореи в области технологий искусственного интеллекта



Стратегия Южной Кореи направлена на то, чтобы войти в клуб технологических лидеров [15].

- Превращение в тяжеловеса в области технологий искусственного интеллекта и становление достойным конкурентом США и Китаю.
- Увеличение объёмов исследований.
- Развитие талантов.
- Создание крупномасштабных проектов в сфере искусственного интеллекта.
- Увеличение числа специалистов и проводимых научных исследований.



# ПРИЛОЖЕНИЕ №1

# Теоретические основы технологий искусственного интеллекта

## ТЕСТ ТЬЮРИНГА И ИНТУИТИВНЫЙ ПОДХОД

Эмпирический тест был предложен Аланом Тьюрингом в статье «Вычислительные машины и разум» (англ. Computing Machinery and Intelligence), опубликованной в 1950 году в философском журнале «Mind». Целью данного теста является определение возможности искусственного мышления, близкого к человеческому.

Стандартная интерпретация этого теста звучит следующим образом: «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы – ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор». Все участники теста не видят друг друга.

Самый общий подход предполагает, что ИИ будет способен проявлять поведение, не отличающееся от человеческого, причём в нормальных ситуациях. Эта идея является обобщением подхода теста Тьюринга, который утверждает, что машина станет разумной тогда, когда будет способна поддерживать разговор с обычным человеком, и тот не сможет понять, что говорит с машиной (разговор идёт по переписке).

## СИМВОЛЬНЫЙ ПОДХОД

Исторически символичный подход был первым в эпоху цифровых машин, так как именно после создания Лисп, первого языка символьных вычислений, у его автора возникла уверенность в возможности практически приступить к реализации этими средствами интеллекта. Символьный подход позволяет оперировать слабоформализованными представлениями и их смыслами.

Основная особенность символьных вычислений – создание новых правил в процессе выполнения программы. Тогда как возможности неинтеллектуальных систем завершаются как раз перед способностью хотя бы обозначать вновь возникающие трудности. Тем более эти трудности не решаются и наконец компьютер не совершенствует такие способности самостоятельно. Недостатком символьного подхода является то, что такие открытые возможности воспринимаются не подготовленными людьми как отсутствие инструментов. Эту, скорее культурную проблему, отчасти решает логическое программирование.

## ЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Логический подход к созданию систем искусственного интеллекта основан на моделировании рассуждений. Теоретической основой служит логика.

Логический подход может быть проиллюстрирован применением для этих целей языка и системы логического программирования Пролог. Программы, записанные на языке Пролог, представляют собой наборы фактов и правил логического вывода без жёсткого задания алгоритма как последовательности действий, приводящих к необходимому результату.

## АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Агентно-ориентированный основан на использовании интеллектуальных (рациональных) агентов. Согласно этому подходу, интеллект – это вычислительная часть (грубо говоря, планирование) способности достигать поставленных перед интеллектуальной машиной целей. Сама такая машина будет интеллектуальным агентом, воспринимающим окружающий его мир с помощью датчиков, и способной воздействовать на объекты

в окружающей среде с помощью исполнительных механизмов. Данный подход позволяет тщательнее изучить алгоритмы поиска пути и принятия решений.

## ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД

Гибридный подход предполагает, что только синергетическая комбинация нейронных и символьных моделей достигает полного спектра когнитивных и вычислительных возможностей. Например, экспертные правила умозаключений могут генерироваться нейронными сетями, а порождающие правила получают с помощью статистического обучения. Сторонники данного подхода считают, что гибридные информационные системы будут значительно более сильными, чем сумма различных концепций по отдельности.

## АЛГОРИТМЫ

Интеллектуальные системы, которые стали неотъемлемой частью современной реальности, – это не «настоящий» ИИ. Современные системы распознавания образов, речи, естественного языка и прогнозирования основаны на распознавании паттернов в больших массивах данных. Многочисленные системы ИИ от самых мощных, таких как DeepBlue или Watson, до простейших алгоритмов кредитного скоринга и фильтрации спама или мошеннических финансовых операций способны эффективно решать только набор однотипных задач и не обладают гибкостью и многообразием функций интеллекта даже двухлетнего ребенка. Основа всех современных интеллектуальных систем – обучение на больших объёмах данных, которое не похоже на обучение человека чему-то новому, основанное на понимании.

Для эффективного применения результатов машинного обучения на практике от модели требуется интерпретируемость результатов.

**Актуальным остается вопрос подготовки качественных наборов данных для обучения моделей машинного обучения. Перспективными являются:**

- исследование применения в различных областях обучения с подкреплением (Reinforcement learning);
- алгоритмы с частичным привлечением учителя (Semi-supervised learning), поскольку большая часть накопленных данных не размечена для алгоритмов машинного обучения;
- алгоритмы обучения без учителя;
- выявление причинно-следственных связей в больших массивах данных.

## ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Первым доминирующим направлением в области ИИ было направление, обозначаемое термином «эвристическое программирование», реализующее поиск на основе эвристик и тесно связанное с лабиринтной гипотезой мышления в психологии и исследованиями формализации процесса доказательства теорем в математике.

В рамках этого направления была сформирована первая парадигма ИИ: мышление как решение задач путём поиска в пространстве вариантов.

**Трудности такого подхода:**

- для сравнительно простых задач пространство решения чрезвычайно велико и исследование всего пространства невозможно.
- для получения работающих программ необходимо использование неких правил или приёмов, которые позволяют повысить

эффективность программ, осуществляющих решение сложных задач.

Центральным понятием в эвристическом программировании является понятие дерева вариантов или пространства состояний. Корень дерева представляет собой исходное состояние, из которого выходят ветви, соответствующие тому, как это состояние может быть изменено. Листьям дерева, не имеющим потомков, соответствуют состояния, для которых выполняется критерий окончания. В дереве целей корню соответствует цель, а дочерним узлам – подцели, достижение которых необходимо или достаточно для достижения цели. Решение некоторой задачи сводится к нахождению удовлетворяющего условиям задачи листа и построению пути от корня дерева до этого листа.

Деревья игры и целей могут быть эксплицитными и имплицитными. Эксплицитное дерево задается в явном виде путём указания всех его узлов и дуг, в то время как имплицитное дерево задается путём указания исходной позиции и правил формирования дерева (правил игры или допустимых операций по изменению текущего состояния).

Процедура, которая превращает имплицитное дерево в эксплицитное, называется порождающей процедурой. Эта процедура далеко не всегда позволяет сформировать эксплицитное дерево из-за того, что оно может получиться чрезвычайно больших размеров. К примеру, размер дерева для шашек 1040, для шахмат 10<sup>120</sup>, а для го – 10<sup>400</sup>.

Поскольку всё дерево порождено быть не может, становится принципиальным, в каком порядке происходит порождение узлов (или в каком порядке осуществляется обход узлов имплицитного дерева). В зависимости от этого порядка порождающие процедуры можно разделить на несколько типов: поиск в глубину и поиск в ширину.

При поиске в глубину на каждом шаге посещается один из ещё не рассмотренных потомков текущего узла (обычно самый левый). Если не посещенных потомков

нет, то производится возврат к родительскому узлу, а текущий узел помечается, как изученный.

При поиске в ширину сначала посещаются все узлы, находящиеся на одной глубине с текущим узлом, и лишь затем осуществляется переход к их потомкам, находящимся на следующем уровне глубины.

## ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Эволюционные вычисления – это совокупность подходов к решению проблемы поиска (оптимизации), в основе которых лежат идеи, почерпнутые из эволюции в живой природе.

Как оказывается, существует множество механизмов эволюции, список которых всё ещё продолжает пополняться благодаря новым открытиям. Эти механизмы выступают в роли своего рода эвристик эволюционного поиска, обеспечивая его чрезвычайную эффективность. Таким образом, не базовые идеи эволюции, а конкретные её механизмы (не выводющиеся из этих идей) и представляли интерес для специалистов в области ИИ.

**Эти механизмы являются основой нескольких направлений исследований в рамках эволюционных вычислений:**

- генетические алгоритмы (ГА);
- эволюционные стратегии;
- эволюционное (генетическое) программирование.

Эти направления тесно связаны и во многом похожи, хотя возникли практически независимо. Концепция генетических алгоритмов была предложена Холландом в начале 1960-х годов (хотя широко известной она стала только с середины 1970-х годов). Идею эволюционных стратегий предложил Реченберг (а чуть позже Шефель) в середине 1970-х годов. Концепция эволюционного программирования была предложена Фогелем, Оуэнсом и Уолшем в середине 1960-х годов.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Генетические алгоритмы предназначены для нахождения экстремумов функций от произвольных объектов. Особенность генетических алгоритмов заключается в том, что они работают с битовыми строками, не опираясь на структуру исходных объектов, что позволяет применять ГА без модификации для любых объектов. Алгоритмическая реализация этих механизмов называется генетическими операторами, к которым относится оператор скрещивания, оператор мутации и оператор редукции (селекции или отбора).

### Последовательность шагов в генетическом алгоритме выглядит следующим образом:

1. Сгенерировать начальную популяцию (случайную совокупность объектов).
2. Выбрать родительские пары.
3. Для каждой родительской пары с использованием оператора скрещивания породить потомство.
4. В хромосомы порожденного потомства внести случайные искажения оператором мутации.
5. Произвести отбор особей из популяции по значению их фитнес-функции, применив оператор редукции.
6. Повторять шаги 2-4, пока не выполнится критерий остановки.

## ЭВОЛЮЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Отличие эволюционных стратегий от генетических алгоритмов заключается в том, что в них не используются битовые представления. Вместо этого все генетические операторы реализуются в исходном пространстве объектов с учётом их структуры. Это ведёт к потере универсальности, но повышению гибкости.

Эволюционные стратегии допускают гораздо более гибкую настройку генетических операторов и позволяют

учитывать особенности конкретных объектов, что позволяет повысить их эффективность по сравнению с генетическими алгоритмами.

Ещё одно направление в области эволюционных вычислений – это эволюционное или генетическое программирование, которое отличается тем, что в нём рассматриваются вопросы поиска программ, наилучшим образом удовлетворяющих некоторому критерию.

Идея рецессивных и доминантных генов также не нашла ещё применения в эволюционных вычислениях. Существование большого количества генов, не кодирующих фенотипические признаки, а управляющих экспрессией других генов, лишь недавно заинтересовало специалистов в области искусственного интеллекта.

Эволюция представляет собой крайне эффективный направленный поиск, не являющийся ни полным перебором, ни чисто случайным поиском, хотя и функционирующий лишь в единственном пространстве поиска, тогда как интеллект способен выполнять поиск для совершенно разных задач.

Механизмы эволюции оказались весьма полезными при разработке систем искусственного интеллекта, эволюция в дополнение к естественному интеллекту сама по себе является достойным предметом изучения в рамках исследований в области искусственного интеллекта. Исследованию законов эволюции в рамках искусственного интеллекта посвящено направление, называемое «искусственная жизнь».



## ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ

Направление исследований, получившее название «искусственная жизнь» или artificial life, AL, сформировалось под таким названием в конце 1980-х годов, однако большое число работ, которые можно к нему отнести, были выполнены гораздо раньше.

В рамках этого направления создаются своего рода искусственные существа, которые помещаются в некий специально сконструированный «мир». В этом мире искусственные существа «живут» и «эволюционируют». Как правило, это небольшой виртуальный (цифровой) мир с достаточно простыми законами.

Основной целью исследований в направлении «искусственная жизнь» является раскрытие, формализация и моделирование принципов организации биологической жизни и процесса её развития в ходе эволюции. При этом в рамках данного направления часто ставится вопрос об исследовании не только жизни в той форме, в которой она есть в конкретных земных условиях, но и той жизни, какой она могла бы быть в принципе.

Работы в направлении «искусственная жизнь» имеют также и инженерные применения. Например, решение задач конструирования механизмов с системами управления путём моделирования их эволюции в виртуальной среде для получения оптимальных параметров.

### Вопросы, которые можно исследовать с помощью «искусственной жизни»:

- влияние априорной информации о мире на выживаемость;
- значение случайного поиска;
- проверка моделей инстинктов;
- возникновение системных явлений при возможности передачи информации между особями;
- проверка эффекта Балдуина.

## АНИМАТЫ

В другом близком направлении исследований, называемом «Аниматы» или «Адаптивное поведение» и «Клеточные автоматы», в котором реализация эволюции является второстепенной задачей, напротив, искусственные существа достаточно часто реализуются в реальном мире или в виртуальной модели реального мира. В рамках этого направления изучаются более сложные формы поведения, которые часто воплощаются не только в виртуальных мирах, но и в физических устройствах. Эти виртуальные организмы или физические устройства называются аниматами (animat = animal + robot).

Здесь гораздо меньший упор делается на эволюцию, но большей – на адаптацию и обучение. Предметом исследования выступает адаптивное поведение: что оно собой представляет, какова должна быть архитектура систем управления, чтобы они могли обладать способностью приспосабливаться к изменяющейся внешней среде и т.д.

Моделирование эволюции здесь также может использоваться для нахождения оптимальных структур управления аниматами, однако при этом находятся не сами структуры, а их конкретизации, так как пространство поиска (способ описания этих структур) задаётся исследователем.

Анимат обладает набором эффекторов, с помощью которых может совершать действия, а также «телом», получающим подкрепление и наказание от среды, чем оно и отличается от остальных сенсоров, на которые осуществляется только информационное воздействие. Далее ставится вопрос о конкретизации этих общих блоков (в особенности, системы управления). Такое уточнение может браться как из работ по исследованию естественных систем адаптивного поведения (к примеру, в этих целях широко используется теория функциональных систем Анохина), так и подбираться искусственно для проверки какой-либо идеи.

## КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Клеточные автоматы, в отличие от аниматов, напротив, состоят из максимально простых элементов и функционируют по простым правилам. Есть поле, разбитое на клетки. Каждая клетка поля может находиться в одном из двух состояний: живая и мёртвая. Живая клетка умирает, если у неё меньше двух или больше трёх живых соседей. Мёртвая клетка оживает, если у неё ровно три соседа. Все клетки меняют свои состояния одновременно. Существуют также и различные модификации этих правил, однако общие идеи клеточных автоматов от этого не изменяются.

### Примеры некоторых конфигураций клеточных автоматов:

- исчезающие конфигурации, которые через несколько тактов пропадают;
- статические конфигурации, которые не меняются с течением времени;
- осцилляторы, которые через несколько тактов возвращаются в исходное состояние;
- перемещающиеся конфигурации или «бумеранги»;
- сверхстабильные конфигурации или «пожиратели», которые поглощают «бумеранги» и при этом сами не изменяются;
- самовоспроизводящиеся конфигурации (они состоят из достаточно большого числа элементов и здесь не приводятся).

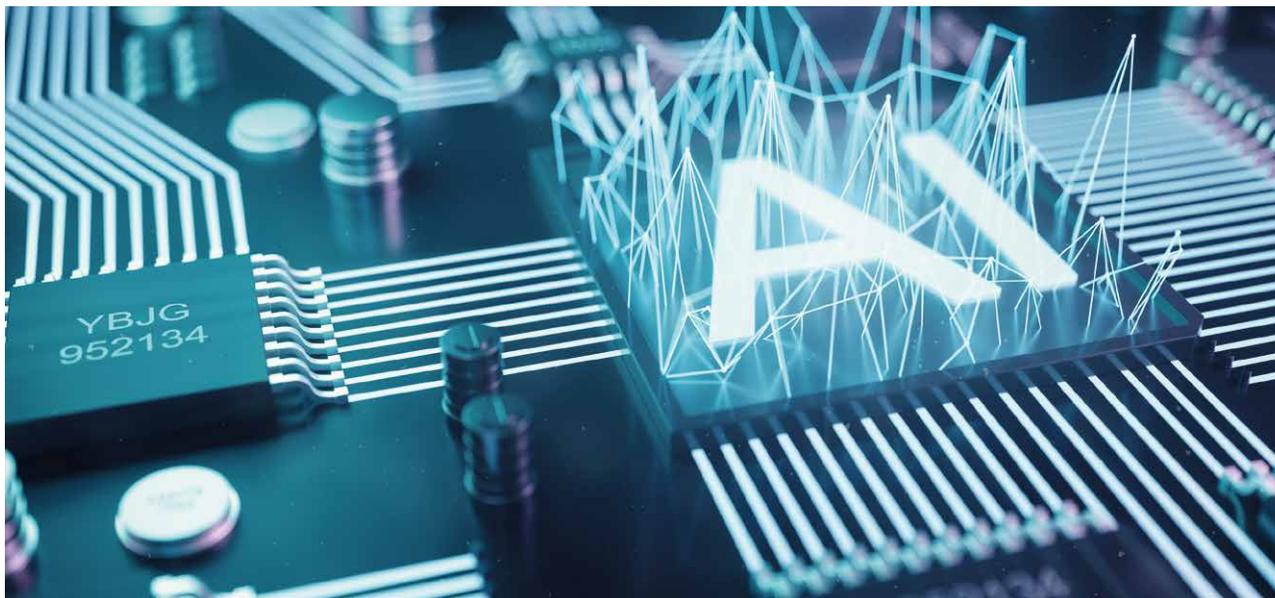
На примере клеточных автоматов исследуются проблемы самоорганизации, которая характерна для живой (и, на самом деле, мёртвой) материи.

## ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Проблема представления знаний выделилась в отдельную область исследований в рамках ИИ в 1970-х годах. Эта область тесно связана с исследованиями формальных систем в математике, с изучением проблемы смысла языковых высказываний в философии, а также с исследованиями в области когнитивной психологии и лингвистике. Несмотря на такую связь с перечисленными науками, основным критерием в области представления знаний выступает не математическая строгость или психологическая достоверность, а эффективность реализации некоторого представления знаний на практике.

Поскольку знания стали описываться независимо от исполняемых модулей, а полученные описания затем использовались программно, эти описания должны были осуществляться в рамках некоторого формального языка с достаточно чётким синтаксисом и семантикой, чтобы программа, осуществляющая «рассуждения» на основе этих знаний, могла их однозначно интерпретировать и использовать для решения конкретной задачи. Этим знания и отличаются от обычных данных. Противоречивые требования к удобству манипулирования знаниями и выразительной силе привели к возникновению некоторого количества различных языков представления, среди которых наиболее распространены следующие:

- логические модели;
- системы продукций;
- семантические сети;
- фреймы;
- объектно-ориентированные представления;
- сценарии и ряд других представлений.



## ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Декларативное представление знаний обладает следующими особенностями, обуславливающими его преимущество перед процедурным представлением.

1. Знания во многом отделены от механизмов их использования, что позволяет применять единожды реализованную систему манипулирования знаниями для разных баз знаний, описывающих независимые предметные области.
2. Обладают более простым синтаксисом и семантикой, чем процедурные представления, и наполнение баз знаний, построенных на их основе, является более доступным для пользователей, не являющихся программистами, а также легче автоматизируется.

3. Описывают знания как совокупность однотипных элементов, то есть воплощают модульный принцип, что позволяет быстро создавать прототипы систем и достаточно свободно включать и исключать из них элементы без существенной перестройки всей системы.

В то же время, декларативные представления являются менее выразительными и не всегда достаточно прозрачными, поскольку их интерпретация может зависеть от конкретной реализации системы манипулирования знаниями.

## ПРОДУКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Хотя продукционные системы часто относят к представлениям знаний, под ними всё же обычно подразумевают наборы правил, дополненные механизмами вывода (манипулирования знаниями). Наборы правил бывают разными, но их объединяет то, что знания в них

представляются в форме связки «условие-действие». При этом как условие, так и действие могут задаваться в весьма различной форме.

В продукционных системах не обязательно на каждом шаге применяется только одно правило. Здесь также возможен и поиск: при формировании дерева вариантов из каждого узла исходит такое количество ветвей, сколько разных правил может быть применено в данной ситуации. Тогда стратегии разрешения конфликтов превращаются в классические эвристики поиска: они указывают предпочтительный порядок анализа подветвей дерева вариантов.

Наиболее типичным является использование продукционных систем в задачах диагностики и классификации, причём первые не допускают построения полного дерева вариантов, а требуют «поиска» в реальном пространстве. Наиболее серьёзное применение продукционные системы имеют в диагностике заболеваний.

## ФОРМАЛЬНЫЕ ГРАММАТИКИ

Теорию формальных грамматик, которая стала одним из основных разделов математической лингвистики, в середине прошлого века разработал Ноам Хомский, именно исходя из потребностей лингвистики. Формальные грамматики оказались удобным средством при создании компиляторов и трансляторов для языков программирования, для классификации динамических систем и при исследовании классов алгоритмов, а также в структурном распознавании образов.

1. Грамматика не задаёт детерминированный алгоритм порождения некоторой цепочки символов.
2. Грамматика не указывает последовательность действий по порождению цепочек символов, а устанавливает ограничения на возможные действия.
3. Каждая порождаемая цепочка описывается в грамматике последовательностью правил

постановки, соответствующей генеративной модели набора символьных данных.

4. Конечный набор правил может порождать язык, содержащий бесконечное количество предложений.
5. Различные грамматики могут порождать одинаковые языки, т.н. слабо эквивалентные грамматики.
6. Грамматические правила не описывают семантику языка.

### В зависимости от формы правил постановки принято выделять четыре типа грамматик, предложенных Н. Хомским:

- неограниченные грамматики – грамматики типа 0;
- грамматики непосредственно составляющих – НС-грамматики, контекстно-зависимые грамматики, грамматики типа 1;
- контекстно-свободные грамматики – КС-грамматики, бесконтекстные грамматики, грамматики типа 2;
- регулярные грамматики – автоматные грамматики, грамматики типа 3.

В грамматиках типов 1-3 на каждом шаге подстановки заменяется лишь один нетерминальный символ. Это позволяет представлять структуру предложения в виде дерева. Некорневые узлы и листья этого дерева называют составляющими, а узлы, являющиеся непосредственными потомками некоторого узла, называются его непосредственными составляющими. Отсюда и происходит название НС-грамматик.

Для любой грамматики типа 1 или 2, как и для грамматики типа 3, может быть построен алгоритм, позволяющий для любой цепочки определить, порождается ли она данной грамматикой. Это принципиально отличает данные грамматики от неограниченных грамматик.

Несколько в стороне находятся стохастические грамматики, которые полезны в задачах машинного обучения. В зависимости от формы правил, стохастические грамматики также могут быть типов 0-3, и различия между типами обычных формальных грамматик сохраняются и для стохастических грамматик.

Стохастические грамматики задают представления цепочек символов с распределением вероятностей по цепочкам, что отличает такие грамматики от обычных порождающих грамматик, задающих лишь представления с жёсткими ограничениями на множества описываемых в их рамках цепочек.

## СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

Семантическая сеть представляет собой ориентированный граф, узлы которого соответствуют понятиям, а дуги – отношениям между ними. При этом, как узлы, так и дуги имеют метки, указывающие, какое именно понятие помещено в узле, или какое именно отношение обозначает дуга.

Семантические сети могут использоваться не только для описания общих знаний о мире, точнее, некоторой предметной области, но и для описания структуры единичных высказываний. Такая структура также называется падежным фреймом. Падежные фреймы не зависят от грамматических падежей конкретных естественных языков, а отражают глубинные или ролевые взаимосвязи между элементами некоторой ситуации. Падежные фреймы также гораздо проще поддаются автоматическому анализу и, в частности, переводу на другой язык. Они имеют тесную связь с глубинными грамматиками, исследуемыми когнитивными лингвистами, и с трансформационными грамматиками Н. Хомского, являющиеся разновидностью формальных грамматик.

Семантические сети являются мощным средством для представления знаний, однако они плохо описывают сложно структурированные объекты или явления. В семантических сетях положение узлов не фиксировано в пространстве, то есть при изоморфном

отображении – с сохранением всех связей – мы получим совершенно другую по расположению элементов сеть, но представляющую те же знания, поскольку узлы и дуги в исходной и преобразованной сети одинаковы.

## ФРЕЙМЫ И ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЗНАНИЙ

Во фреймовых представлениях уделяется основное внимание представлению объекта как единой целостности. В описании фрейма чётко выделяется сама структура фрейма, или его оболочка, которая называется протофрейм – фрейм с незаполненными значениями слотов, и собственно данные, описывающие конкретную реализацию или экземпляр фрейма – экзофрейм.

Протофрейм описывает некое стереотипное представление об объекте или ситуации. Когда наблюдается конкретный объект или ситуация, то создается экземпляр фрейма, в котором значения слотов исходно установлены по умолчанию. По мере накопления данных эти значения могут уточняться.

Помимо значений по умолчанию для каждого из слотов могут указываться ограничения на его значение. Эти требования к фрейму позволяют определить, может ли некий объект по своим параметрам соответствовать данному фрейму, что позволяет выполнять своего рода распознавание. В качестве содержимого слота может выступать и другой фрейм, что обеспечивает возможность описывать структурированные объекты, состоящие из других объектов.

Во фреймовых представлениях протофреймы являются не изолированными единицами знаний, а входят в общую систему.

Между фреймами могут устанавливаться отношения – частное-общее, пространственные, временные, причинно-следственные, в результате чего фреймы образуют структуру типа семантических сетей.

Отличительной особенностью фреймов является возможность присоединения к ним процедур, осуществляющих внутреннюю интерпретацию данных фрейма и описывающих их использование. В частности, процедурная информация помогает использовать произвольные типы отношений между фреймами. Фреймы, как декларативное представление, дают полный доступ к своему содержимому для программ-интерпретаторов, осуществляющих манипулирование знаниями на основе фреймов.

## БАЙЕСОВСКИЙ ПОДХОД К РАСПОЗНАВАНИЮ ОБРАЗОВ

В статистическом подходе полагается, что объект может принадлежать любому из классов, но с некоторой вероятностью, что позволяет определять вероятность ошибочной классификации, с помощью которой и оценивается качество классификации.

Со статистической точки зрения оптимальному качеству классификации соответствует байесовский классификатор. Построение байесовского классификатора в общем случае означает минимизацию среднего риска. В рамках байесовского подхода удаётся обосновать использование конкретных функций расстояния, что было затруднительно в рамках эвристических подходов. В статистическом подходе задача распознавания образов сводится к оценке плотностей распределения условных вероятностей.

### Методы оценивания плотностей распределения:

- параметрические методы оценивания плотности вероятностей;
- непараметрические методы оценивания плотности вероятностей.

## МЕТОДЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Поскольку решающее правило относит каждый образ обучающей выборки к одному из классов, задача сводится к тому, чтобы объединить образы обучающей выборки в группы, на основе которых формируются классы. Такое объединение называется группированием.

**Кластеризация** – задача поиска кластеров, областей, содержащих компактно расположенные группы образов.

### Эвристические алгоритмы кластеризации:

- алгоритм k средних;
- алгоритм с заданием порога;
- алгоритм максиминного (максимально-минимального) расстояния;
- алгоритм ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques).

Перечисленные методы кластеризации преимущественно являются итерационными, что позволяет не перебирать все возможные варианты группирования, но делает эти методы чувствительными к начальной гипотезе о положении центров кластеров либо к порядку предъявления векторов обучающей выборки.

### Алгоритм ожидания-максимизации.

Принцип минимальной длины описания. Этот принцип имеет глубокое теоретическое обоснование в рамках алгоритмической теории информации А.Н. Колмогорова.



Self-Driving

48  
mph

MENU INFORMATION

Data Location

**Autonomous Mode**

NETWORK DRIVER

- /Autonomous
- /Sensing
- /Communication
- /Battery
- /Navigation
- /Mirrorless
- /Ecology



## Список использованных источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 о развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации.
2. Дж.Ф. Люгер. Искусственный интеллект. – М.: Вильямс, 2003.
3. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / Стюарт Рассел, Питер Норвинг ; [http://5100.ifmo.ru/en/page/46/] принцип трансляции пер. с англ. И ред. К. А. Птицына]. – М. [http://5100.ifmo.ru/en/page/46/] принцип трансляции и др.], 2007.
4. Масленникова, О. Е. Основы искусственного интеллекта: учеб. пособие / И. В. Гаврилова, О. Е. Масленникова. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 284 с. : ил. – ISBN 978-5-9765-1602-1 – 284 с.
5. Загорюлько Ю.А., Загорюлько Г.Б. Искусственный интеллект. Инженерия знаний. Учебное пособие. – М.: Юрайт, 2018. – 94 с.
6. Михайлов Д.В. Системы искусственного интеллекта (курс лекций). Электронный ресурс.
7. Хант, Э. Искусственный интеллект / Э. Хант. – М.: Мир, 1978. – 558 с.
8. Девятков, В.В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие для вузов В.В. Девятков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 352 с.
9. Гаврилов, А.В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие: в 2-х ч. / А.В. Гаврилов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001.
10. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций / Д.В. Смолин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.
11. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие: общий подход на основе принципа минимальной длины описания / А.С. Потапов. – СПб.: Политехника, 2007. – 548 с.
12. Назаров, А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов. – СПб.: Наука и Техника, 2003. – 384 с.
13. Ту, Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес – М.: Мир, 1978. – 412 с.
14. 12.Джексон, П. Введение в экспертные системы: учеб. пособие / П. Джексон. – Пер. с англ. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2001. – 624 с.
15. Альманах «Искусственный интеллект». Аналитический сборник. Июнь 2019 г. МФТИ. Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», Москва, 2019.
16. Альманах «Искусственный интеллект». Аналитический сборник № 2. Сентябрь 2019 г. МФТИ. Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», Москва, 2019.
17. Аналитический обзор мирового рынка робототехники, 2019. Sberbank Robotics Laboratory. Сбербанк.
18. «The AI Index 2018 Annual Report» by Stanford University, 2018
19. https://plus.rbc.ru/specials/ai\_in\_business
20. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%B2\_%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0#XVII.\_D0.B2.D0.B5.D0.BA:.\_D0.A0.D0.B5.D0.BD.D0.B5.\_D0.94.D0.B5.D0.BA.D0.B0.D1.80.D1.82:.\_D0.96.D0.B8.D0.B2.D0.BE.D1.82.D0.BD.D0.BE.D0.B5.\_.D1.81.D0.BB.D0.BE.D0.B6.D0.BD.D1.8B.D0.B9.\_D0.BC.D0.B5.D1.85.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B7.D0.BC
21. https://nplus1.ru/news/2017/01/31/poker-if-over
22. https://meduza.io/feature/2016/01/28/go-pro
23. https://books.ifmo.ru/file/pdf/655.pdf
24. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\_(%D0%98%D0%98,\_Artificial\_intelligence,\_AI)
25. http://digital-russia.rbc.ru/articles/chez-3-5-let-lyudey-napitovykh-zadachakh-vytesnit-ii-pochemu-iskusstvennyy-intellekt-prevratilsya/?utm\_source=rbc&utm\_medium=main&utm\_campaign=infojet19f-borders-1m
26. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «нейротехнологии и искусственный интеллект» в России, Москва, 2019 г.
27. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\_(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8))
28. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B0%D0%BA\_%D1%81%D0%B E%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B5%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D0%B5%D1%82%D1%81%D1%8F\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%82\_%D0%B3%D0%B8%D0%B9\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B D%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B9\_%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0\_%D0%BD%D0%B0\_%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE\_%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%83\_%D0%B8\_%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81
29. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80:\_%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\_2018
30. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\_%D0%B2\_%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B5
31. http://digital-russia.rbc.ru/articles/chez-3-5-let-lyudey-napitovykh-zadachakh-vytesnit-ii-pochemu-iskusstvennyy-intellekt-prevratilsya/?utm\_source=rbc&utm\_medium=main&utm\_campaign=infojet19f-borders-1m
32. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%92%D0%BB%D0%B8%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5\_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B9\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B D%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0\_%D0%BD%D0%B0\_%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE\_%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%83\_%D0%B8\_%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81
33. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\_%D0%B2\_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0%D1%85
34. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C))

35. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9\\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_%D0%B2\\_%D0%92%D0%9F%D0%9A](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%B2_%D0%92%D0%9F%D0%9A)

36. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%92%D0%BB%D0%B8%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%92%D0%BB%D0%B8%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0)

37. <https://rb.ru/ai/>

38. Исследование искусственного интеллекта MIT Sloan Management Review и BCG Henderson Institute.

39. Исследование Vanson Bourne рынка технологий ИИ по заказу корпорации Teradata.

40. <https://www.tractica.com/>

41. <https://www.statista.com/>

42. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта: анализ проблематики и построение структуры учебной дисциплины, Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.

43. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 218 с.

44. The Future of Jobs Report 2018, Insight Report, World Economic Forum.

45. Использование искусственного интеллекта – неотвратимое будущее промышленности, <https://softline.ru/about/blog/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-neotvratimoe-buduschee-promyishlennosti>

46. Бизнесмены стали сильнее бояться искусственного интеллекта, <https://www.rbc.ru/business/28/10/2019/5db2ec3c9a7947bd2892370d>

47. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9\\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_\(%D0%98%D0%98,\\_Artificial\\_intelligence,\\_AI\)#2019:\\_D0.AD.D0.BA.D1.81.D0.BF.D0.B5.D1.80.D1.82.D1.8B\\_ISO.2FIEC\\_D0.BF.D0.BE.D0.B4.D0.B4.D0.B5.D1.80.D0.B6.D0.B0.D0.BB.D0.B8.\\_D0.BF.D1.80.D0.B5.D0.B4.D0.BE.D0.B6.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5.\\_D0.BE.\\_D1.80.D0.B0.D0.B7.D1.80.D0.B0.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BA.D0.B5.\\_D1.81.D1.82.D0.B0.D0.BD.D0.B4.D0.B0.D1.80.D1.82.D0.B0.\\_D0.BD.D0.B0.\\_D1.80.D1.83.D1.81.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.BC.\\_D1.8F.D0.B7.D1.8B.D0.BA.D0.B5](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%98%D0%98,_Artificial_intelligence,_AI)#2019:_D0.AD.D0.BA.D1.81.D0.BF.D0.B5.D1.80.D1.82.D1.8B_ISO.2FIEC_D0.BF.D0.BE.D0.B4.D0.B4.D0.B5.D1.80.D0.B6.D0.B0.D0.BB.D0.B8._D0.BF.D1.80.D0.B5.D0.B4.D0.BE.D0.B6.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5._D0.BE._D1.80.D0.B0.D0.B7.D1.80.D0.B0.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BA.D0.B5._D1.81.D1.82.D0.B0.D0.BD.D0.B4.D0.B0.D1.80.D1.82.D0.B0._D0.BD.D0.B0._D1.80.D1.83.D1.81.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.BC._D1.8F.D0.B7.D1.8B.D0.BA.D0.B5)

48. <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>

49. Васенков Д.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей. Компьютерные инструменты в образовании. № 1, 2007 г.

50. Казённов А.М. Основы технологии CUDA. Компьютерные исследования и моделирование, 2010, Т.2, № 3, С. 295-308.

51. <https://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA>

52. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B7>

53. <https://indicator.ru/label/ontogenez>

54. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B7>

55. <https://indicator.ru/label/filogenez>

56. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%98%D0%91\\_%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%98%D0%91_%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)

57. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8\\_%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9\\_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)

58. <https://medium.com/@balovbohdan/%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8-%D1%81-%D0%BD%D1%83%D0%BB%D1%8F-4d5a1f0f87ec>

59. <https://meduza.io/feature/2019/03/30/chto-takoe-mashinnoe-zrenie-i-chem-ono-otlichaetsya-ot-chelovecheskogo-seychas-ob-yasnim-ponyatno>

60. <https://habr.com/ru/post/350918/>

61. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)

62. <https://sibir.digital/66-tsifrovaya-khimiya-digital-na-zavode>

63. <http://digital-russia.rbc.ru/articles/pochti-kak-lyudi-iskusstvennyy-intellekt-na-zavodakh-i-mestorozhdeniyakh/>

64. <https://www.severstal.com/rus/media/news/document21094.phtml>

65. <http://www.1gai.ru/publ/516653-avtpilot-tesla-samaya-prodvinutaya-iz-sovremennyh-sistem-na-rynke.html>

66. <http://www.1gai.ru/publ/515588-avtpilot-tesly-5-osobennostey-novoy-tehnologii.html>

67. <https://www.engadget.com/2019/07/07/autonomous-aircraft-landing/?guccounter=1>

68. Artificial Intelligence in Logistic. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistic industry, 2018.

69. [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный\\_интеллект\\_в\\_ритейле](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_ритейле)

70. Искусственный интеллект в розничной торговле. Microsoft, 2018.

71. [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Автопилот\\_\(беспилотный\\_автомобиль\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Автопилот_(беспилотный_автомобиль))

72. <https://sharestory.me/astrazeneca/>

73. <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr26/ru/>

74. Поряева Е.П., Евстафьева В.А. Искусственный интеллект в медицине. Вестник науки и образования № 6 (60). Часть 2. 2019.

75. <https://riafan.ru/1191072-kakim-budet-oruzhie-s-iskusstvennym-intellektom-ot-minoborony-rf>

76. <https://tass.ru/armiya-i-opk/6157919>

77. <https://topwar.ru/147754-koncern-kalashnikov-predstavil-modul-s-iskusstvennym-intellektom.html>

78. <https://www.pwc.ru/ru/press-releases/2017/artificial-intelligence-enlargement.html>

79. A Trillion-Dollar Boost: The Economic Impact of AI on Customer Relationship Management, IDC. Sponsored by: Salesforce.

80. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9\\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\) http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9\\_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA) http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%88%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA))

81. PitchBook Venture Monitor, NVCA. 3Q, 2019

82. <https://venturebeat.com/2019/10/08/ai-startups-pace-break-funding-records-2019/>

83. The State of AI: Divergence. 2019. MMC Ventures in partnership with Barclays.

84. <https://news.microsoft.com/ru-ru/business-leaders-age-of-ai/>

85. <https://aws.amazon.com/ru/mp/ai/>

86. <https://www.statista.com/statistics/607716/worldwide-artificial-intelligence-market-revenues/>

87. <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-revenue-to-reach-36-8-billion-worldwide-by-2025/>

88. <https://vc.ru/future/55610-obzor-razvitiya-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-2018-godu>



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
ГОРОДА МОСКВЫ

**АПР**

АГЕНТСТВО  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ



Москва, ЦАО, ул.1905 Года, д.7, стр.1.  
8(495) 909-30-69  
[apr.mos.ru](http://apr.mos.ru)