

РПД: Методы искусственного интеллекта в менеджменте

Раздел 1 – Введение в искусственный интеллект (ИИ)

Тема 1.1 – Знания и данные

Тема 1.2 – Сильные и слабые методы ИИ

Раздел 2 – Машинное обучение (МО)

Тема 2.1 – Контролируемое МО

Тема 2.2 – Неконтролируемое МО

Тема 2.3 -Обучение с подкреплением

Раздел 3 - Нейросетевые методы обработки информации в системах

ИИ Тема3.1 – Архитектура нейронных сетей (НС)

Тема3.2 – Парадигмы и алгоритмы обучения (НС)

Раздел 4 Методы представления и обработки нечеткой информации

Тема 4.1 -Основы нечеткой логики

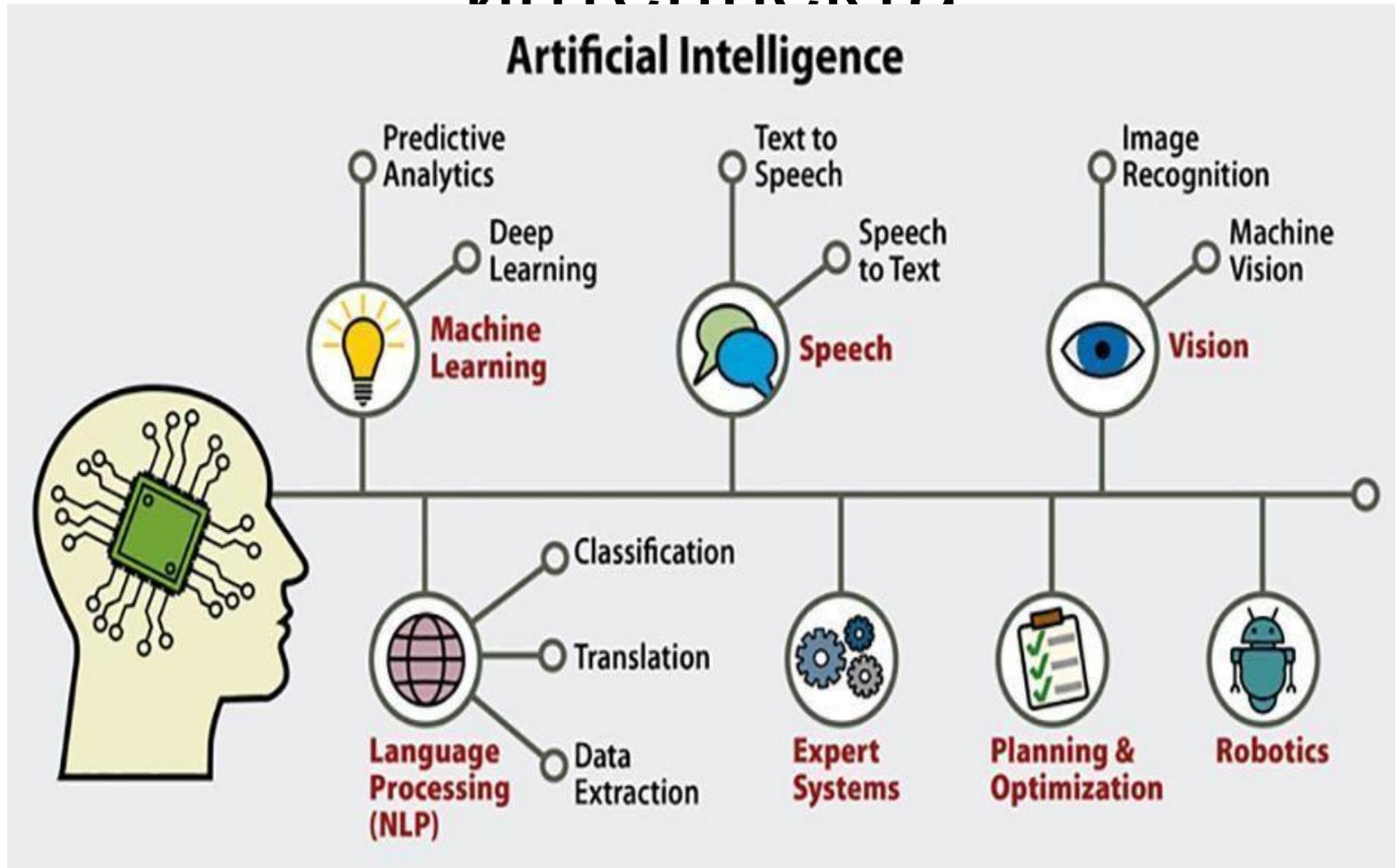
Тема 4.2 - Построение систем нечеткого вывода

Раздел 5 – Глубокие нейронные сети

Тема 5.1 - Глубокие сети прямого распространения

Тема 5.2 - Сверточные нейронные сети

Состав ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



1. История искусственного интеллекта

Зачем изучать искусственный интеллект?

- Получить представление о человеческом интеллекте, рассмотрев вычислительные модели интеллекта.
- Получить возможность создавать программы, выполняющие функции, которые, как обычно считается, требуют интеллекта.
- Совершенствовать свои собственные навыки решения проблем, принимая уроки, извлеченные из ИИ.

Инженерное дело: заставить машины выполнять более широкий спектр задач, например, понимать разговорный естественный язык, распознавать отдельных людей в визуальных сценах, найти лучший план путешествия для вашего отдыха

Когнитивная наука: как способ понять работу зрительного восприятия, памяти, обучения, языка и т. д.

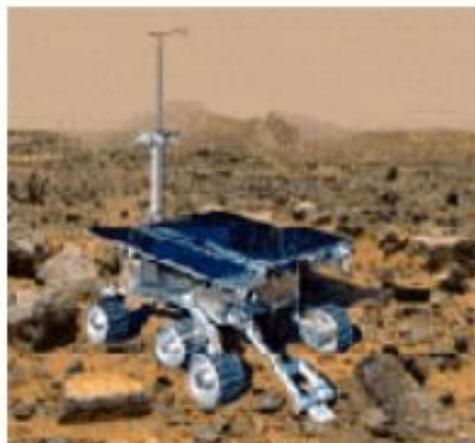
Философия: как способ изучить некоторые основные и интересные (и важные) философские вопросы. например, что такое сознание и

т. д.

Зачем изучать искусственный интеллект?



Labor



Science



Search engines



Appliances



Medicine/
Diagnosis

1.1 Определения ИИ

Основные категории, характеризующие компьютерные системы в зависимости от рационального мышления и действий

Человеческий подход

- Системы, мыслящие как люди.
- Системы, действующие как люди

Идеальный подход:

- Системы, мыслящие рационально.
- Системы, действующие рационально.

Определения

<p>Системы, мыслящие как люди</p> <p>Новое захватывающее направление работ по созданию компьютеров, способных думать, машин, обладающих разумом, в полном и буквальном смысле этого слова</p> <p>Автоматизация действий, которые мы ассоциируем с человеческим мышлением, т.е. таких действий, как принятие решений, решение задач, обучение</p>	<p>Системы, мыслящие рационально</p> <p>Изучение умственных способностей с помощью вычислительных моделей</p> <p>Изучение таких вычислений, которые позволяют чувствовать, рассуждать и действовать</p>
<p>Системы, действующие подобно людям</p> <p>Искусство создания машин, которые выполняют функции, требующие интеллектуальности при их выполнении людьми</p> <p>Наука о том, как научить компьютеры делать то, в чем люди в настоящее время их превосходят</p>	<p>Системы, действующие рационально</p> <p>Вычислительный интеллект – это наука о проектировании интеллектуальных агентов</p> <p>Искусственный интеллект - это наука, посвященная изучению интеллектуального поведения артефактов</p>

Некоторые известные определения

(Автоматизация) деятельности, которую мы связываем с человеческим мышлением, деятельностью, например, принятие решений, решение проблем, обучение... (Bellman, 1978)

«Изучение умственных способностей через использование вычислительных моделей.»
(Charniak+McDermott, 1985)

«Изучение того, как заставить компьютеры делать лучше те вещи, которыми в данный момент занимаются люди»
(Rich+Knight, 1991)

«Отрасль информатики, которая занимается автоматизацией интеллектуальных поведений.»
(Luger+Stubblefield, 1993 г.)

Что такое искусственный интеллект?

- Простое определение может быть следующим:
Искусственный интеллект — это изучение систем, которые действуют таким образом, который любому наблюдателю покажется разумным.
- AAAI предлагает одно определение искусственного интеллекта:
«Научное понимание механизмов, лежащих в основе мышления и разумного поведения и их воплощение в машинах». (
<http://aaai.org/AlTopics/AlOverview>)
- На самом деле методы искусственного интеллекта часто используются для решения сложных задач. Это может привести нас к другому определению ИИ:

Искусственный интеллект предполагает использование методов, основанных на разумном поведении людей и других животных для решения сложных проблем.

1.2 Виды ИИ

Искусственный узкий интеллект – *Artificial Narrow Intelligence*

- также известен как *слабый ИИ*, потому что ориентирован на простые цели и предназначен для выполнения задач низкого уровня. Такие технологии, как *Siri*, *Alexa* и т. д., попадают под эту категорию. Осуществляется с помощью машинного обучения, которое специализируется только в определенной области и решает конкретную проблему.

Искусственный общий интеллект – *Artificial General Intelligence*

- также называемый *глубоким или сильным ИИ*, где машины могут имитировать человеческий интеллект. Некоторые из его свойств включают распознавание, проверку гипотез, аналогию и т. д. Системы распознавания речи и лиц обычно входят в эту категорию. Тем не менее эта разновидность все еще находится в стадии интенсивных исследований и не полностью разработана.

Искусственный суперинтеллект – *Artificial Super Intelligence*

- это всего лишь расплывчатое понятие. Предполагается, что он будет развиваться в ближайшем будущем. Он должен уметь создавать и формулировать свой собственный набор эмоций, выполнять задачи в таких областях, как вычисления, спорт, искусство и т. д., более эффективно, чем люди.

Сильные и слабые методы

Сильные методы

- используют знания для решения задачи

Слабые методы

- используют логику и другие символичные системы

1.3 История ИИ — до теста Тьюринга

1. Страж Крита - медный Талос
2. 12 век: Автоматы Аль-Джазари
3. 15 век: да Винчи - дизайн робота.
4. 16 век: пражский Голем.
5. 17 век: Декарт – «животные - сложные машины»
6. 18 век: Механический турок
7. 19 век: аналитическая машина Чарльза Бэббиджа.
8. 1920-е: Пьеса Карела Чапека «Универсальные роботы Россума»
9. 1940-е: Айзек Азимов – «Три закона робототехники»
10. 1943: МакКаллох и Питтс, модель нейрона.

1. Страж Крита - медный Талос



Зевс родился и вырос на Крите. Любя остров, он подарил его жителям защитника – огромного медного великана. Талос неустанно патрулировал вдоль побережья, трижды в день обходя Крит, одним своим видом отпугивая непрошенных гостей.

Кроме Талоса, Гефест смастерил роботов, обслуживающих пиры богов. По просьбе громовержца Гефест выковал несколько десятков искусственных слуг в виде самоходных треножников, разъезжающих между столами на маленьких колесиках. Они были послушны не просто устному приказу, но и мысленному.

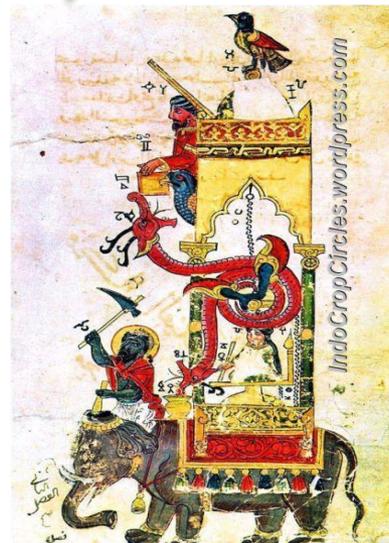
2. 12 век: Автоматы Аль-Джазари

Эрудит, изобретатель, художник и инженер Исмаил Аль-Джазари (1136–1206) жил в эпоху Исламского возрождения.

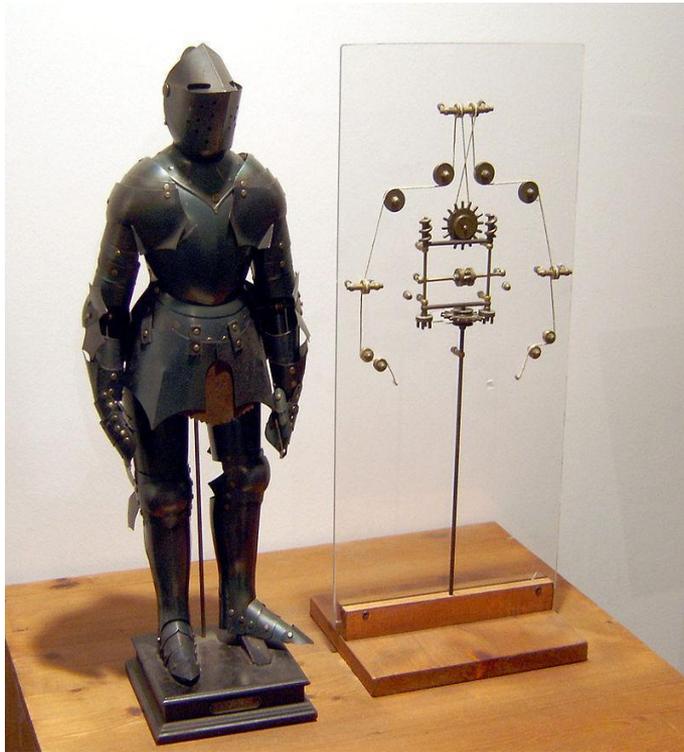
В процессе исследований и конструирования механизмов Аль-Джазари использовал распределительные и коленчатые валы, храповые механизмы и шестеренки и другие сложные устройства.

Среди его автоматов: павлины, приводимые в движение водой, служанка, подающая напитки, квартет из механических музыкантов, сидящих в лодке. За счет вращающихся стержней у роботов-музыкантов даже менялись выражения лиц.

Конструкция «слоновых часов» Аль-Джазари включала в себя человекоподобного робота, бьющего по тарелке через равные промежутки времени и механическую птицу, которая щебетала, когда другой робот – писец – поворачивался, отмечая время своим пером. «Замковые часы» высотой 3,4 м украшали пять механических музыкантов.



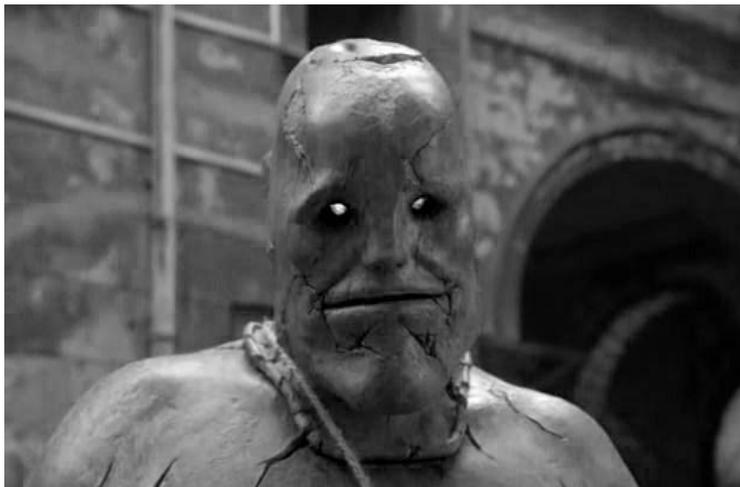
3. 15 век: Леонардо да Винчи разработал проект робота



Великий человек своей эпохи – ученый, художник, инженер, скульптор, архитектор (1452-1519)

На каркас робота была надета германо-итальянская рыцарская броня, он был запрограммирован имитировать человеческие движения (приподниматься и садиться, двигать руками и шеей) и имел анатомически правильное строение челюсти.

3. 16 век: пражский Голем



Раввин из Праги превзошёл все искусства и науки, особенно каббалу. С её помощью он мог оживлять фигуры, слепленные из глины или вырезанные из дерева, и они, как живые люди, выполняли порученную работу. Такие самодельные слуги не ели, не пили, не требовали жалования и работали без усталости, кроме того, их можно было бранить, не опасаясь бунта. Раввин сделал слугу из глины, вложил шем (свиток с заклинанием) ему в рот и тем самым оживил.

Рукотворный слуга целую неделю выполнял чёрную работу по дому: рубил дрова, таскал воду, подметал улицу. Но по субботам он должен был отдыхать. Хозяин вынимал шем изо рта, и Голем становился мёртвым.

5. 17 век Декарт: «животные - сложные машины»



1596 - 1650 — Французский философ, математик и естествоиспытатель; один из основоположников философии Нового времени и аналитической геометрии, одна из ключевых фигур научной революции.

Мир как машина



Животные и человеческое тело не что иное, как механизмы, "автоматы", или "самодвижущиеся машины" разной степени сложности, подобные "часам, составленным из колес и пружин, которые могут отсчитывать часы и измерять время".

6. 18 век: Механический турок



Механический турок представлял собой шахматиста-андроида. Его создал в 1770 г. венгерский изобретатель Вольфганг фон Кемпелен (1734–1804) в подарок императрице Марии-Терезии. Машина демонстрировала превосходную игру в шахматы и одерживала победы над самыми разными шахматистами в Европе и Америке, включая таких известных личностей, как Наполеон Бонапарт и Бенджамин Франклин.

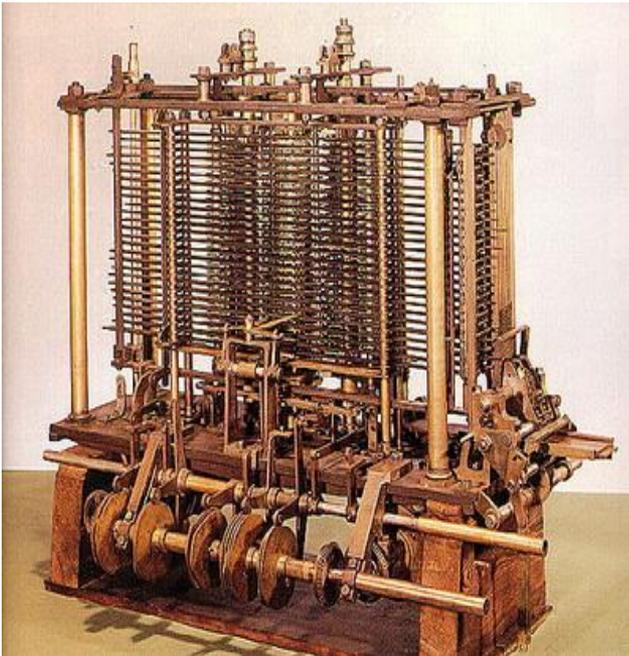
Андроид размером с обычного человека, облаченный в мантию и тюрбан, сидел за большим деревянным ящиком с шахматной доской и перемещал рукой фигуры.

На протяжении многих лет секрет его действия не был известен широкой публике. Но сегодня мы знаем, что в хитроумно устроенном ящике ловко скрывался живой человек – шахматист, который перемещал фигуры по доске с помощью магнитов и использовал рычаги для управления различными частями тела андроида.

7. 19 век: машина Чарльза Бэббиджа



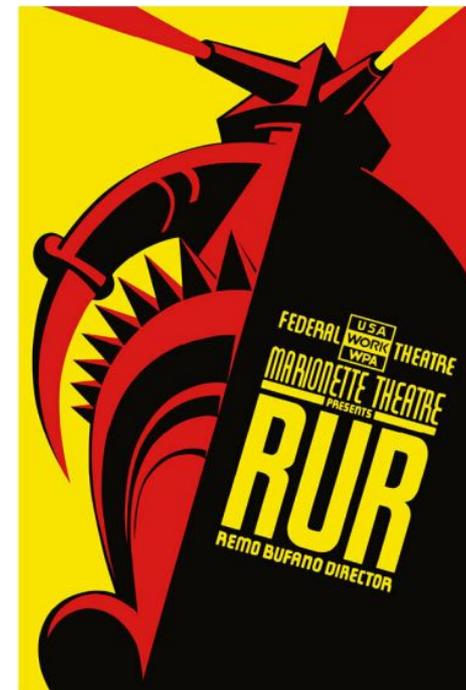
Английский
математик
(1791-1871)



В 1822 году Чарльз Бэббидж создал первую небольшую модель своего аппарата, получившего название "разностная машина". Механизм разностной машины состоял из валиков и шестерней, вращаемых вручную при помощи специального рычага. Разностная машина могла управлять шестизначными числами и выражать в числах любую функцию, которая имела постоянную вторую разность. Ценность разностной машины Чарльза Бэббиджа в том, что она могла не только производить один раз заданное действие, но и осуществлять целую программу вычислений..

8. Пьеса Карела Чапека «Универсальные роботы Россума»

Слово «робот» вошло в английский и другие языки благодаря пьесе *R.U.R.* («Универсальные роботы Россума»), написанной в 1920 г. чешским драматургом Карелом Чапеком (1890–1938). В этой пьесе роботы изготавливаются из плоти и крови, которые, однако, замешиваются в чанах. Роботы служат человечеству как фабричные рабочие – по сути, как недорогая бытовая техника. Благодаря этому у людей появляется огромное количество свободного времени. Однако вскоре возникают дебаты о гуманности и правах подчиненных существ. Слово «робот» происходит от чешского *robot* – «каторжный труд». Пьеса стала важной вехой: она заставила людей задуматься о возможных последствиях эволюции ИИ, касающихся не только угроз для сферы труда и риска дегуманизации общества, но и безопасности человечества в целом. Где будет проведена граница между людьми и мыслящими машинами?



Афиша спектакля
пьесы R.U.R

9. Айзек Азимов – «Три закона робототехники»



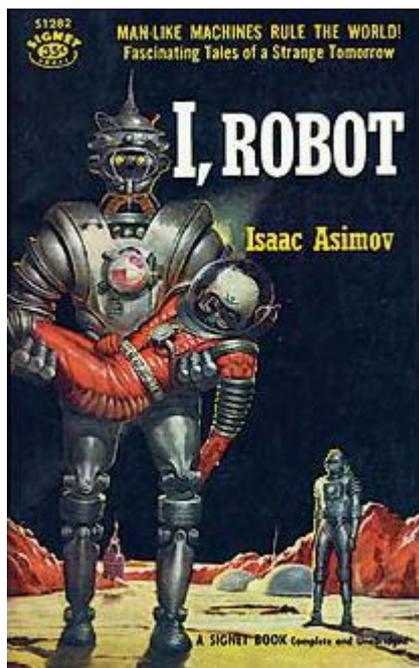
Родился:
1920 г. Смоленская обл.
Умер:
1992, Нью-Йорк

За свою 72 летнюю жизнь он написал почти 500 книг. Знаменит тем, что в своих произведениях придумал, как должны взаимодействовать человек и робот, введя в основу работы мозга роботов, так называемые **три закона робототехники**. В те времена люди боялись роботов, и в различных произведениях те были злыми. У Азимова же они добры и «глубоко порядочны», в отличие от людей. Азимов вообще имел крайне позитивные взгляды на жизнь.

Первый закон робототехники: Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.

Второй закон робототехники: Робот должен повиноваться командам человека, если эти команды не противоречат Первому Закону.

Третий закон робототехники: Робот должен заботиться о своей безопасности, пока это не противоречит Первому и Второму Законам.



Обложка книги -
сборник рассказов
Азимова о
роботах

10 мая 1939 года Азимов начал писать первую из своих историй о роботах, рассказ «Робби» (Robbie). В 1941 году Азимов написал рассказ «Лжец» (Liar!) о роботе, умевшем читать мысли. В этом рассказе впервые появляются знаменитые три закона робототехники. Азимов приписывал эти законы Джону У. Кемпбеллу (John W. Campbell), сформулировавшему их в беседе с Азимовым 23 декабря 1940 года. Но Кемпбелл говорил, что идея принадлежала Азимову, он только дал ей формулировку. В этом же рассказе Азимов придумал слово «robotics» (роботика, наука о роботах), вошедшее в английский язык. В переводах Азимова на русский robotics обычно переводят несуществующим словом «роботехника». До Азимова, в большинстве историй о роботах они бунтовали или убивали своих создателей. С начала 1940-х годов, роботы в фантастике подчиняются трём законам роботехники, хотя по традиции ни один фантаст, кроме Азимова, не цитирует эти

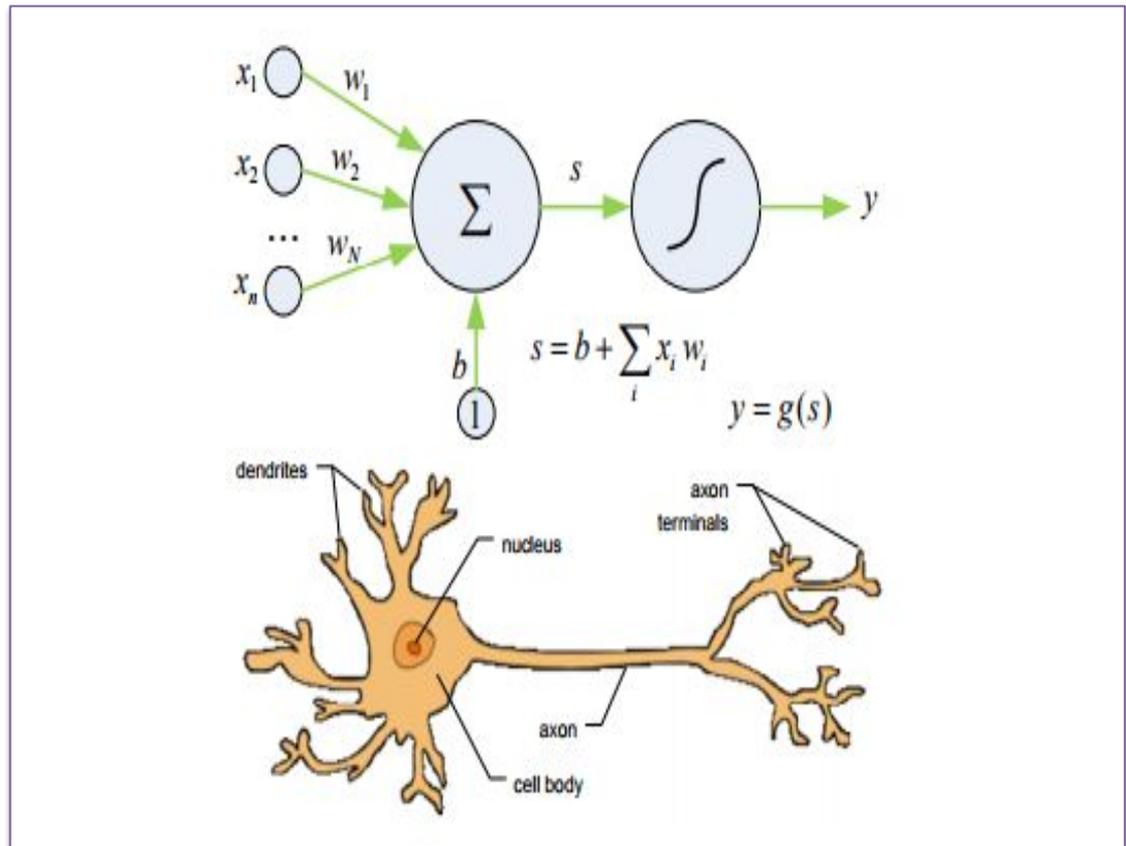
10. 1943г. Модель искусственного нейрона МакКаллоха-Питтса



Уоррен Маккаллох (1898-1969)



Уолтер Питтс (1923-1969)



1.3.2 История ИИ — Рассвет

1. 1950 – Аллен Тьюринг изобрел тест Тьюринга.

2. 1956 -- Аллен Ньюэлл, Герберт Саймон. Logic Theorist (LT) - программа для выполнения автоматизированных рассуждений

3. 1956 г. – конференция в Дартмуте: Джоном Маккарти был предложен термин

искусственный интеллект

1. 1950 г. Тест Тьюринга

Тест Тьюринга — эмпирический тест, идея которого была предложена **Аланом Тьюрингом** в статье «Вычислительные машины и разум», опубликованной в 1950 году в философском журнале Mind.

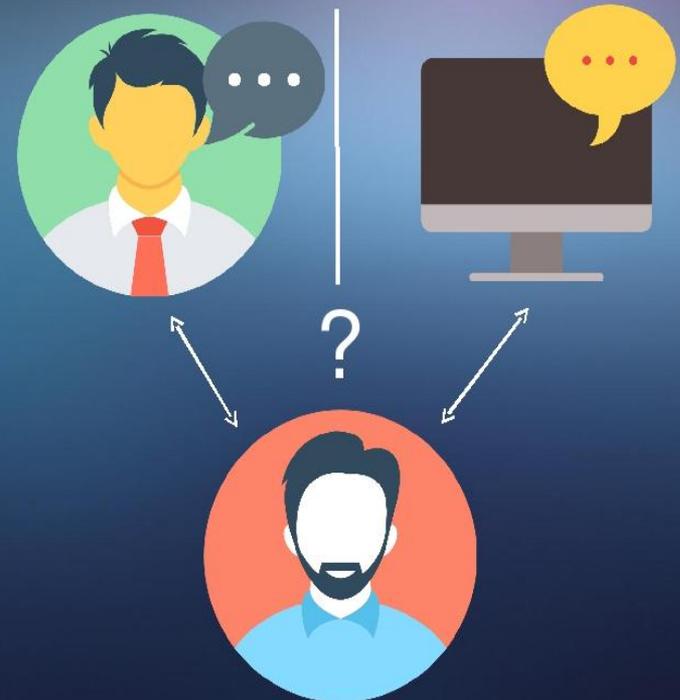


Английский математик, логик, криптограф, оказавший существенное влияние на развитие информатики (1912 - 1954)

Тест Тьюринга

Тест ТЬЮРИНГА

Если компьютер может работать так, что человек не в состоянии определить, с кем он общается — с другим человеком или с машиной, - считается, что он прошел тест Тьюринга.



2. 1956 Logic Theorist

Аллен Ньюэлл (1927 - 1992 г.г.) - американский ученый в области когнитивной психологии и искусственного интеллекта. В 1975 году совместно с Саймоном был награждён **Премией Тьюринга** за основополагающие работы в области искусственного интеллекта и психологии механизмов человеческого восприятия.

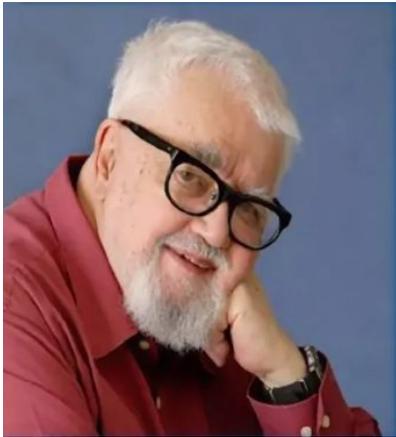


Герберт Саймон (1916 – 2001 г.г.) - американский политолог, экономист, социолог и психолог, профессор Университета Карнеги-Меллона. **Лауреат Нобелевской премии (Nobel Prize)** по экономике (1978 г.). автор почти тысячи крайне высоко оцененных публикаций и один из наиболее влиятельных специалистов в области общественных наук прошлого века.

Сущность Logic Theorist

Logic Theorist вскоре доказал 38 из первых 52 теорем в главе 2 книги Principia Mathematica . Доказательство теоремы 2.85 было на самом деле более элегантно, чем доказательство, кропотливо проведенное вручную Расселом и Уайтхедом. Саймон смог показать новое доказательство самому Расселу, который «откликнулся с восторгом». Они попытались опубликовать новое доказательство в The Journal of Symbolic Logic , но оно было отклонено на том основании, что новое доказательство элементарной математической теоремы не было примечательным, очевидно, игнорируя тот факт, что одним из авторов была компьютерная программа. Ньюэлл и Саймон сформировали длительное партнерство, основав одну из первых лабораторий ИИ в Технологическом институте Карнеги и разработав серию влиятельных искусственного интеллекта программы и идеи, в том числе GPS , Soar и их объединенная теория познания .

3. 1956 Искусственный интеллект



Джон Маккарти (*John McCarthy*; 1927, Бостон -2011 Стэнфорд) американский информатик, автор термина «**искусственный интеллект**» (1956) Джон Маккарти сыграл решающую роль в основании двух самых известных научных центров США по исследованию проблем искусственного интеллекта — в Массачусетском университете в 1957 году и в Стэнфордском университете в 1963 году. Среди его многочисленных работ, внесших значительный вклад в науку, наиболее важные относятся к концу 50-х годов, когда он работал в Массачусетском Технологическом институте.

Определение. **ИИ** - это наука и разработка интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ

Отцы-основатели ИИ (1956 г.)



Никаких громких открытий во время семинара не произошло, но он сам по себе дал старт сфере искусственного интеллекта

(второй ряд: слева – Натаниэль Рочестер, в центре – Марвин Минский, справа – Джон Маккарти; первый ряд – крайний справа – Клод Шеннон)

Дартмутская конференция по ИИ: следующие 50 лет

К 50-летию этого события 13–15 июня 2006 г. была проведена конференция, озаглавленная «Дартмутская конференция по искусственному интеллекту: следующие 50 лет» (AI@50). Более 100 ученых встретились вместе, чтобы отпраздновать юбилей, обсудить прошлое и планы на будущие исследования. На конференции присутствовали пятеро из первоначальных десяти участников конференции 1956 г.: Марвин Минский, Рэй Соломонофф, Оливер Селфридж, Тренчард Мор и Джон Маккарти



1.3.3 История ИИ – Романтический период

1. 1956 г. – А. Самюэль - одна из первых самообучающихся программ в мире; первая демонстрация базовых понятий ИИ - игра в шашки
2. 1958 г. – в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института Дж.Маккарти изобрел ЛИСП- «язык обработки списков»;
3. 1964 – СТУДЕНЧЕСКАЯ программа Боброва (тестовые задачи)
5. 1968 – АНАЛОГИЯ Эвана (геометрическая аналогия проблемы)
6. 1968 – SIR Рафаэля (семантический поиск информации, вопросы и ответы на ограниченном подмножестве английского языка)

История ИИ – доза реальности

- Большие обещания, большие ожидания – все не оправдалось
- Методы, хорошо работавшие на простых примерах, стали терпеть неудачу в более широких приложениях и более сложных проблемах.
 - Ранние программы были бедны знаниями (наиболее известные, например, программа ELIZA)
 - Комбинаторный взрыв и неподатливость («масштабирование» когда-то считалось просто вопросом более быстрого оборудования и большой памяти)
 - Тот факт, что программа может найти решение, в принципе не означает, что программа содержит какой-либо из механизмов, нужный на практике

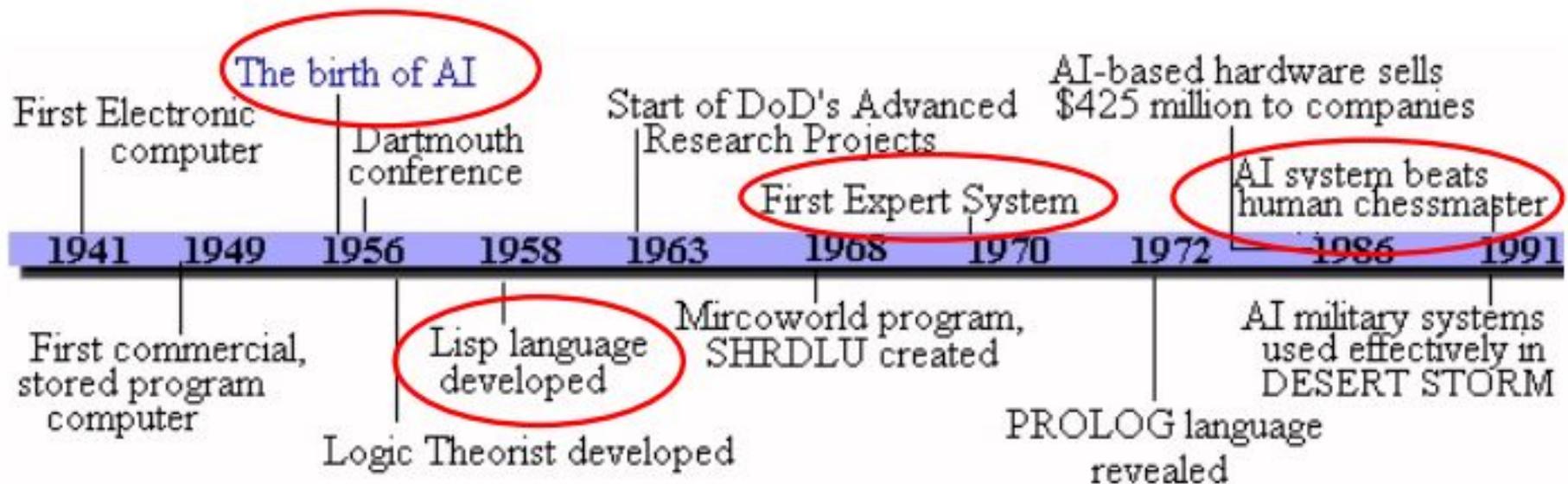
ИИ – бурно развивающаяся отрасль

- 1982 – R1, первая коммерческая экспертная система, спасшая компании DEC около 40 миллионов долларов в год
- 1981 г. – Япония запустила проект «5-го поколения» по созданию интеллектуальных компьютеров
- Машины LISP, созданные LMI, TI, Symbolics и Xerox.
- Почти у каждой крупной корпорации США была своя группа искусственного интеллекта.
- Индустрия искусственного интеллекта выросла с продаж в несколько млн. долл. США в 1980 году до 2 млрд. долл. в 1988 году.

Зимы ИИ

- Многие корпорации и исследовательские группы обнаружили, что построение успешной экспертной системы потребовало много больше, чем просто покупка системы рассуждений и наполнение его правилами
- Оперативная поддержка исследований и бизнеса в области ИИ сократилась
- 1987 г. – компания LMI (Lisp Machines Inc.) объявила о банкротстве.
- 1991 г. – проект 5-го поколения признан провальным
- 1993 – Компания Symbolics объявила о банкротстве.

История ИИ — резюме



История ИИ – конец 90-х

1997 – шахматная программа Deep Blue побеждает действующего чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова.

- Поисковые роботы и другая информация на основе ИИ становятся необходимыми в использовании всемирной паутины.

ИСТОРИЯ ИИ – 21 ВЕК

- 2000х — Интерактивные роботы-питомцы (также известные как «умные игрушки») стали коммерчески доступными.

– Sony AIBO (робот с искусственным интеллектом)

<http://en.wikipedia.org/wiki/АИБО>

- PLEOrb (робот-динозавр)

- 2011 – IBM Watson

– [http://en.wikipedia.org/wiki/Watson_\(компьютер\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(компьютер))



Современное состояние ИИ

Направления развития ИИ:

1. Представление знаний.
2. Доказательство теорем.
3. Компьютерное зрение.
4. Машинное обучение (приобретение знаний, анализ данных и порождение гипотез).
5. Автоматическое планирование и диспетчеризация заданий.
6. Робототехника.
7. Обработка естественных языков.
8. Многоагентные системы.
9. Инструментальные средства ИИ.

Ведущие мировые разработки в области ИИ

Компания	Решение/продукт/ технология	Ключевые характеристики
Компьютерное зрение		
Google	AutoML Vision	Для обучения машинным системам "видения" на основе технологии распознавания образов Google
	Vision API	Позволяет анализировать изображения и контекстные данные
	Video Intelligence	Проект предлагает предварительно обученные модели и позволяет дообучать модели компьютерного зрения
Apple	Vision Framework	Выполняет распознавание лиц, текста, штрих-кодов и классификацию изображений.
	ARKit	Создание приложения дополненной реальности.
NVIDIA	DriveNet	Технология вещественного восприятия, работающая на основе нейронных сетей.
Amazon	Amazon Rekognition	Создает приложения для поиска, анализа и проверки изображений
IBM	Watson Visual Recognition	Анализ изображений с целью определения окружения, объектов, лиц и других материалов..

1.4 ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РОССИИ

На протяжении 60-х гг. прошлого века в нашей стране в области развития информатики действовали две тенденции.

Первая – широкое развертывание работ в области теории вычислительных машин, программирования и внедрение вычислительной техники в самые разные области.

Вторая – начавшееся отставание от ведущих стран в области технологии создания новых поколений вычислительных машин. Если отечественные транзисторные машины 60-х гг. (такие, как БЭСМ-6 или МИР-2) по своей архитектуре были на уровне передовых зарубежных образцов и в чем-то явно превосходили их, то элементная база, на которой эти ЭВМ были созданы, была для западных стран уже вчерашним днем. Транзисторы в массовом порядке заменялись интегральными, а потом и сверхбольшими интегральными схемами. К концу 60-х гг. технологический разрыв в области вычислительных машин достигал уже шести-семи лет.

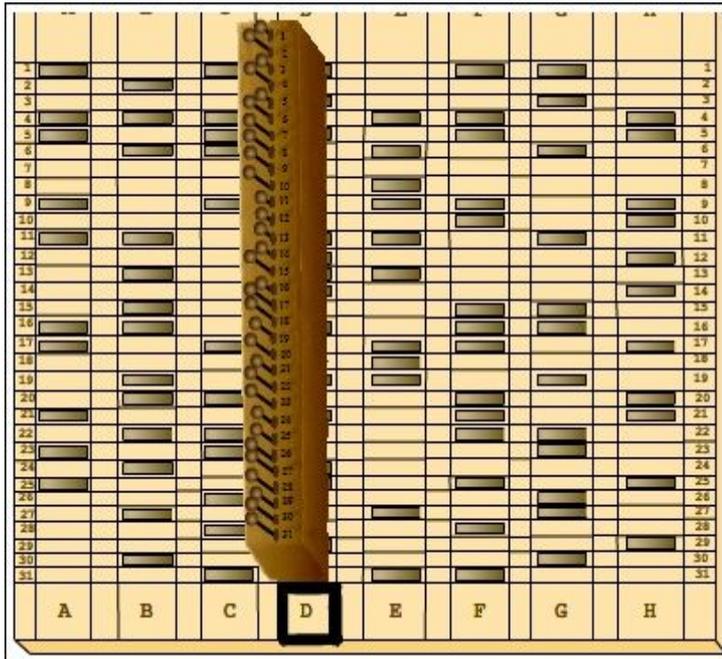
1.4.1 Интеллектуальные машины

С.Н. Корсакова



Семен Николаевич Корсаков (1787–1853) русский дворянин, изобретатель механических устройств, «интеллектуальных машин» для информационного поиска и классификации, пионер применения перфорированных карт в информатике. Происходил из старинного дворянского рода. Рано лишившись отца, он, благодаря заботам своей матери Анны Семеновны, урожденной Мордвиновой, получил прекрасное воспитание. Дядя – адмирал Н. С. Мордвинов – заменил Н. И. Корсакову отца. С. Н. Корсаков является **пионером русской кибернетики**. Основное его стремление – усиление возможностей разума посредством разработки научных методов и специальных устройств. В первой половине XIX века он изобрел и сконструировал ряд действующих механических устройств, функционирующих на основе перфорированных таблиц и предназначенных для задач информационного поиска и классификации.

В первой половине XIX века Корсаков выдвинул концепцию усиления разума посредством разработки научных методов и устройств. В 1832 г. представил серию **из пяти «интеллектуальных машин»** – механических прообразов современных экспертных систем, в конструкции которых впервые в истории информатики были применены перфорированные карты.



Гомеоскоп с неподвижными частями

Прямолинейный гомеоскоп с неподвижными частями представляет собой брусок со сквозными вертикальными отверстиями для штырей. Столбцы перфорированной таблицы определяют некоторые записи, а отверстия в строках каждого столбца – набор признаков соответствующей записи. Количество отверстий в бруске совпадает с количеством строк в перфорированной таблице. Штыри могут опускаться вниз, в отверстия бруска. Вдавливание штыря в брусок обозначает выделение соответствующего признака искомой записи.

Корсаков в своих работах излагает современную ныне концепцию искусственного разума как усилителя естественного, что его машины производят информационный поиск, а также могут быть названы классифицирующими машинами. Поваров же указал на то, что Корсакову принадлежит честь первым использовать **перфорированные карты** в информатике. Опубликование работ Корсакова на французском языке, который являлся общепризнанным международным языком того времени, закрепляет приоритет за русским изобретателем. До этого перфорированные карты широко применялись для управления ткацкими станками, использовались в музыкальных шкатулках.

1.4.2 Российская школа искусственного интеллекта

Три этапа современной истории зарождения и развития искусственного интеллекта в России связаны с определенными событиями в организации структур, которые изучают ИИ:

1. 1954 год – начало работы семинара «Автоматы и мышление» в МГУ под руководством профессора А.А. Ляпунова.
2. 1974 год – создание Научного совета по проблеме «Искусственный интеллект» при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР во главе с академиком Г.С. Поспеловым.
3. 1989 год – создание Ассоциации искусственного интеллекта, президентом которой становится профессор Д.А.Поспелов.

Только в 1974 г. при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект», его возглавил Г. С. Поспелов, его заместителями были избраны Д. А. Поспелов и Л. И. Микулич.

По инициативе Совета было организовано пять комплексных научных проектов, которые были возглавлены ведущими специалистами в данной области. Проекты объединяли исследования в различных коллективах страны: «Диалог» (работы по пониманию естественного языка, руководители А. П. Ершов, А. С. Нариньяни), «Ситуация» (ситуационное управление, Д. А. Поспелов), «Банк» (банки данных, Л. Т. Кузин), «Конструктор» (поисковое конструирование, А. И. Половинкин), «Интеллект робота» (Д. Е. Охоцимский). В 1980–1990 гг. проводятся активные исследования в области представления знаний, разрабатываются языки представления знаний, экспертные системы, в Московском университете создается язык РЕФАЛ (**ре**курсивных **ф**ункций **а**лгоритмический) – один из старейших функциональных языков программирования.

В мае 1989 г. на учредительный съезд **Советской ассоциации искусственного интеллекта (САИИ)** собрались свыше ста ученых из многих республик и городов СССР. Съезд был организован инициативной группой, во главе которой стояли основоположники искусственного интеллекта в нашей стране Дмитрий Александрович Поспелов и Гермоген Сергеевич Поспелов. На нем был принят Устав Ассоциации, проведены выборы в ее руководящие органы. Первым президентом ассоциации был избран профессор Д.А. Поспелов, а председателем научного совета – академик АН СССР Г.С. Поспелов.

1.4.3 Национальная стратегия развития ИИ

- ✓ 11 октября 2019 года принята Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года
- ✓ К 15 декабря:
 - изменения в программу «Цифровая экономика»,
 - федеральный проект «Искусственный интеллект» в рамках «Цифровой экономики».
- ✓ Инвестиции в развитие искусственного интеллекта (ИИ) могут составить 90 млрд.руб. в течение 6 лет



[Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации"](http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003?index=2&rangeSize=1) // <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003?index=2&rangeSize=1>

Основными задачами развития искусственного интеллекта являются:

- а) поддержка научных исследований в целях обеспечения опережающего развития искусственного интеллекта;
- б) разработка и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта;
- в) повышение доступности и качества данных, необходимых для развития технологий искусственного интеллекта;
- г) повышение доступности аппаратного обеспечения, необходимого для решения задач в области искусственного интеллекта;
- д) повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий;
- е) создание комплексной системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта.

Ведущие российские разработки в области ИИ

Компания	Решение/продукт/технология	Ключевые характеристики
	<small>Компьютерное зрение</small>	
Яндекс	Сервис Yandex Vision с моделями компьютерного зрения	Объединяет технологии OCR (Optical Character Recognition, OCR), автоматическую модерацию контента и определение присутствия человека на изображении.
	Приложение "Снимите одежду"	В 2016 году Яндекс.Маркет выпустил приложение «Снимите одежду» для iPhone, которое ищет вещи по фотографии.
Mail.ru Group	Vision	Технология распознавания лиц, объектов, процессов на базе компьютерного зрения и искусственных нейронных сетей
	Vision для мероприятий	Поиск и распознавание людей на фотографиях с мероприятий
Samsung AI Center Moscow	Предиктивная медицина	Анализ медицинских изображений с целью определения заболеваний (например почечные камни, тромбоз)
	Samsung Face III	Разработка системы мобильной визуальной аутентификации
EPAM	InfoNgen™ 7,0	Аплатформа с элементами компьютерного зрения для исследования информации и проведения конкурентного анализа..
Avito	AvitoNet	Внутренний датасет и основанные на нем нейросети.

1.5 Развитие искусственного интеллекта в Китае

Определение ИИ: направление в информатике и информационных технологиях, задачей которого является воссоздание с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий.

Под сферой ИИ в любой стране мира сегодня в целом подразумеваются разработки в области применения больших данных, компьютерного зрения, глубокого обучения, создания автономных «умных» (smart) систем и прочие высокотехнологичные разработки.

План развития ИИ нового поколения (2017)

Первый шаг заключается в синхронизации всех технологий и выходе Китая на передовой мировой уровень применения ИИ к **2020 г.** Этот шаг также включает в себя проведение фундаментальных исследований, создание стандартов и внедрение технологий ИИ, системы обслуживания, производственной цепочки, а также оптимизацию среды разработки ИИ-проектов, норм этики и права в отношении ИИ. Декларируется, что на данном этапе масштаб основной отрасли ИИ превышает 150 млрд юаней, а сопутствующих отраслей — 1 трлн юаней.

Второй шаг подразумевает достижение крупного прорыва в применении ИИ в стране к **2025 г.**, а также выход некоторых китайских технологий на ведущий мировой уровень. Планируется, что к этому времени индустрия ИИ войдет в глобальную цепочку создания стоимости, будут разработаны и приняты законы, нормативные акты, нормы этики, политики и права в области ИИ, а также сформированы критерии оценки и контроля безопасности ИИ-технологий.

Третий шаг заключается в выходе Китая на **позицию мирового лидера** и инновационного центра ИИ-разработок к **2030 г.** На этом этапе масштабы и глубина применения ИИ в производстве, повседневной жизни, социальном управлении и национальной обороне будут значительно расширены. Также будут усовершенствованы разработанные ранее стандарты, а Китай станет местом притяжения высококлассных специалистов в данной области. Согласно плану, масштаб основной отрасли ИИ к 2030 г. превысит 1 трлн юаней, а смежных отраслей — 10 трлн юаней.

Соперничество с США

В целом, соперничать в этом вопросе с мировым лидером — США — Китаю пока рано.

Доля на международном рынке полупроводниковой продукции, которая включает микросхемы, транзисторы и прочие приборы, у Китая на 2015 г. составляла всего 4 %, в то время как у США этот показатель достигал 50 %.

Специалистов, занятых в области ИИ, в Китае почти в два раза меньше, чем в США, — 39,2 тыс. и 78,2 тыс. человек, соответственно.

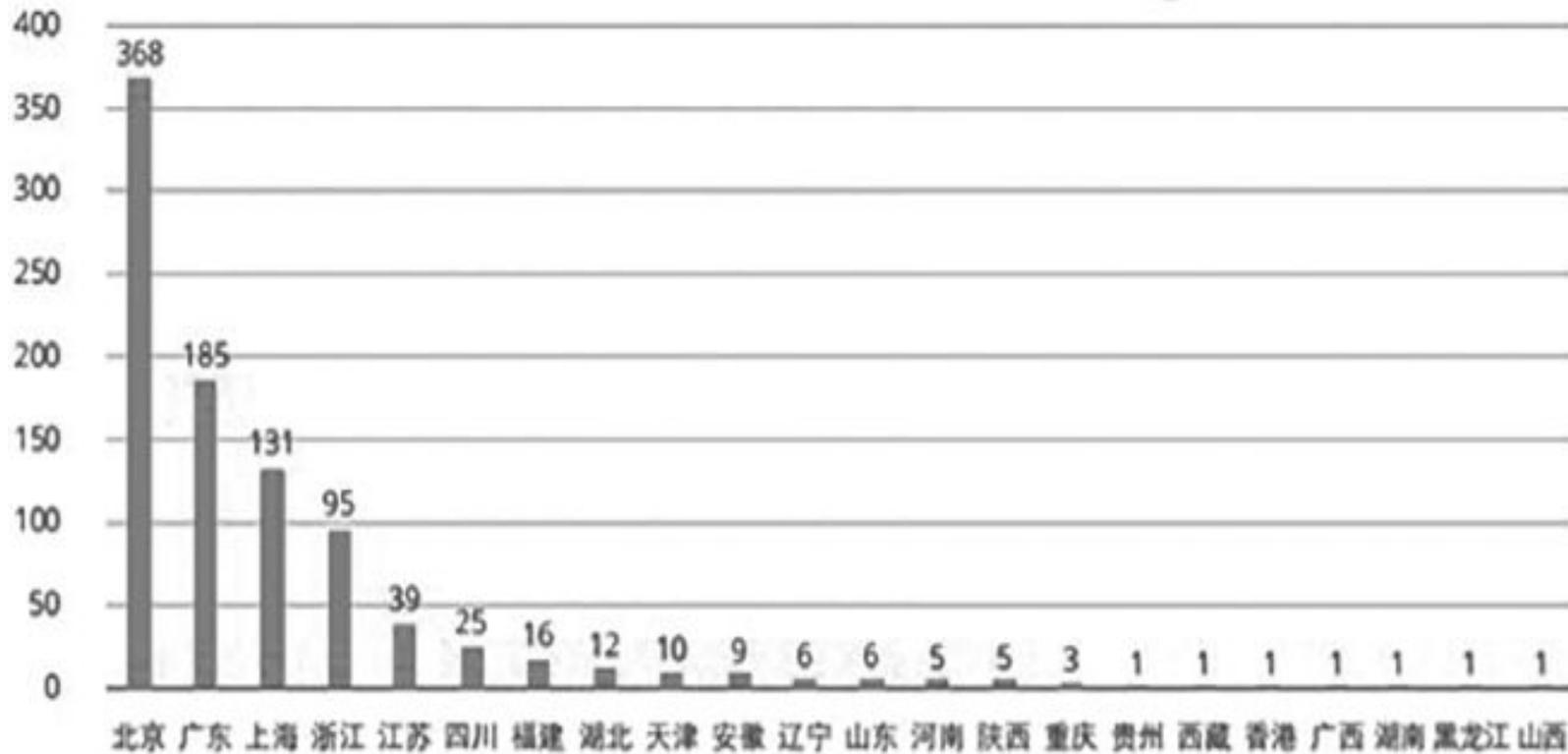
Согласно официальным данным китайского правительства, США служат базой для основных разработчиков 66% мирового программного обеспечения с открытым исходным кодом (AOSS7) для ИИ-проектов, в то время как только 13 % AOSS разрабатывается в Китае.

Сферы искусственного интеллекта в Китае

На 2018 г. в Китае насчитывалось более 60 индустриальных ИИ-парков. Так, наряду с гигантами — Пекином, Шанхаем и Шэньчжэнем, развитие сферы ИИ в последние годы значительно ускорилось в городе Ханчжоу. Кроме того, стратегически важные ИИ-кластеры сосредоточены в таких районах, как Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй, дельта реки Чжуцзян (или «район Большого залива»), дельта реки Янцзы и в районе Сычуань-Чунцин.

В Пекине сконцентрировано самое большое количество организаций, проводящих научные исследования в данной области: вопросами сферы ИИ здесь занимаются Пекинский университет, Университет Цинхуа, Пекинский аэрокосмический университет, Институт автоматизации. Также в столице Китая работают Государственная ведущая лаборатория распознавания образов, Государственная ведущая лаборатория интеллектуальных технологий и систем, Национальная инженерная лаборатория технологий и применения глубокого обучения. В сотрудничестве с вышеперечисленными организациями компании «360», «Baidu», «Xiaomi», «Meituan», а также проекты платформ и компаний «JD», «Sinovation Ventures», «Toutiao» и «Lenovo» применяют разработки

Распределение предприятий индустрии ИИ в Китае (2017)



Первые три места — Пекин (368 предприятий), провинция Гуандун (185 предприятий), Шанхай (131 предприятие)

Области Китая, развивающие ИИ



Особого внимания заслуживает **регион Большого залива**, который китайское правительство активно развивает с 2013 г. На карте он выделен темным цветом на юге страны.

Искусственный интеллект в регионе Большого залива

Регион Большого залива (GBA, Greater Bay Area, 粤港澳大湾区) включает в себя девять городов провинции Гуандун, а также специальные административные районы (САР10) Китая — Гонконг и Макао. Госсовет Центрального комитета Коммунистической партии Китая в контексте обсуждения этого масштабного проекта отмечает особую важность научно-технического сотрудничества между соседствующими городами Шэньчжэнь и Гонконг, в том числе в сфере ИИ.

В июне 2016 г. правительством Китая создан **Союз инновационных разработок вузов зоны Большого залива**, который возглавил Гонконгский университет науки и технологий. Также в него вошли Университет Макао, Университет Сунь Ятсена, Южно-китайский политехнический университет, Политехнический университет Гуанчжоу и Университет Гуанчжоу. Эти университеты совместно открыли в районе Наньша на юге провинции Гуандун Исследовательский институт им. Генри Ин-дун Фока (Henry Ying-tung Fok, 1913–2006). Кроме того, общими усилиями был разработан план сотрудничества САР и материкового Китая в сфере инноваций.

Направленность китайских проектов, связанных с ИИ

Компьютерное зрение		
<p>Машинное зрение, заменяющее человеческий глаз, помогает идентифицировать, отслеживать и измерять объекты. Используется в «умных» домах, для интерактивного голосового и визуального взаимодействия, в дополненной и виртуальной реальности, в электронной коммерции, поиске и рекомендациях, для автоматической программной обработки кожи и черт лица на камерах мобильных телефонов¹³, для систем безопасности и контроля в реальном времени, в маркетинге видеоплатформ и трехмерном анализе</p>		
Название	Основана	Область работы
<p>Megvii 旷视科技 <i>Полное название:</i> 北京旷视科技有限公司</p>	<p>2011 г. <i>Уставной капитал:</i> 30 млн юаней (4,3 млн долл.)</p>	<p>Распознавание лиц, разработка систем IoT¹⁴ и AIoT¹⁵ для бизнеса. <i>Кол-во сотрудников:</i> 254 человека</p>
<p>Deep Glint 格灵深瞳 <i>Полное название:</i> 北京格灵深瞳信息技术有限公司</p>	<p>2013 г. <i>Уставной капитал:</i> 22 млн долл.</p>	<p>Применение больших данных, компьютерного зрения и глубокого обучения для обеспечения финансовой и общественной безопасности, а также в медицине и транспорте. <i>Кол-во сотрудников:</i> 219 человек</p>
<p>Horizon Robotics 地平线机器人 <i>Полное название:</i> 北京地平线机器人技术研发有限公司</p>	<p>2015 г. <i>Уставной капитал:</i> 21 млн юаней (3 млн долл.)</p>	<p>Создание микросхем, систем, программных и аппаратных продуктов на основе алгоритмов ИИ дома и транспорта. <i>Кол-во сотрудников:</i> 456 человек (из них 30 с полной страховкой)</p>

Обработка естественного языка

Понимание значения текста и слов в зависимости от контекста, применяется для так называемой сети знаний (семантическая технология и база знаний, используемая Google), умных рекомендаций, машинного перевода

<i>Название</i>	<i>Основана</i>	<i>Область работы</i>
Mobvoi 出门问问 <i>Полное название:</i> 上海羽扇智信息科技有限公司	2012 г. <i>Уставной капитал:</i> 100 тыс. юаней (14 тыс. долл.)	Разработка систем ИИ распознавания китайской речи, обработка естественного языка и технологии внутреннего вертикального поиска ¹⁶ . <i>Кол-во сотрудников:</i> неизвестно

Распознавание речи

Технология обработки и распознавания сигналов позволяет машинам автоматически распознавать и понимать голосовые команды и преобразовывать их в текст и команды. Используется в Smart TV, для «умных» автомобилей, в колл-центрах, для голосовых помощников, интеллектуальных мобильных терминалов и «умной» бытовой техники

<i>Название</i>	<i>Основана</i>	<i>Область работы</i>
Aispeech 思必驰 <i>Полное название:</i> 苏州思必驰信息科技有限公司	2007 г. <i>Уставной капитал:</i> 23,7 млн юаней (3,3 млн долл.)	Разработка технологий интеллектуального голосового взаимодействия, взаимодействия на естественном языке. <i>Кол-во сотрудников:</i> 484 человека
Unisound 云知声 <i>Полное название:</i> 云知声智能科技股份有限公司	2012 г. <i>Уставной капитал:</i> 60 млн юаней (8,5 млн долл.)	Распознавание речи, научные исследования и разработки. <i>Кол-во сотрудников:</i> 209 человек

Машинное обучение

Нейронная сеть, задача которой — моделирование человеческого мозга для аналитического обучения, используется в технологии сжатия¹⁷, в сфере общественной безопасности, в работе дата-центров (визуальная и голосовая информация), для «умного» дома и интернета вещей, ADAS-камер и программного обеспечения

<i>Название</i>	<i>Основана</i>	<i>Область работы</i>
4Paradigm 第四范式 <i>Полное название:</i> 深圳市前海第四范式数据技术有限公司	2014 г. <i>Уставной капитал:</i> 18 млн юаней (2,6 млн долл.)	Разработка технологий анализа данных для снижения рисков и повышения стоимости предприятий и бизнеса. <i>Кол-во сотрудников:</i> неизвестно
Cambricon 寒武纪科技 <i>Полное название:</i> 北京寒武纪元科技有限公司	2014 г. <i>Уставной капитал:</i> 6 млн юаней (852 тыс. долл.)	Разработка процессорных чипов для интеллектуальных облачных серверов, интеллектуальных терминалов и интеллектуальных роботов. <i>Кол-во сотрудников:</i> неизвестно
Intelifusion 云天励飞 <i>Полное название:</i> 深圳云天励飞技术有限公司	2014 г. <i>Уставной капитал:</i> 8,7 млн юаней (1,2 млн долл.)	Применение компьютерного зрения, анализа больших данных и глубокого обучения для беспилотного транспорта, общественной безопасности и «умного» города. <i>Кол-во сотрудников:</i> 576 человек

Струкова П. Э. Искусственный интеллект в Китае: современное состояние отрасли и тенденции развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Востоковедение и африканистика. 2020. Т. 12. Вып. 4. С. 588–606. <https://doi.org/10.21638/spbu13.2020.409>

Основные направления развития ИИ-технологий в 2020–2025 гг.

Сфера	Технологии ИИ
Медицина	оптимизация обработки данных о пациентах (пример: платформа для автоматизации задач здравоохранения OLIVE); создание медикаментов (пример: технология Atomwise, используемая в создании новых лекарств в сотрудничестве с Гарвардским и Стэнфордским университетами, позволяет обнаружить новые молекулы); диагностика рака и других серьезных заболеваний (пример: PathAI)
Финансы и трейдинг	электронные платежи (пример: сервис Dataminr собирает необходимую информацию и представляет пользователям график важных событий, отражающихся на его инвестициях); алгоритмы, созданные нейросетью, для автоматизации ведения торгов (пример: компания Kauggos анализирует данные с помощью алгоритмов для успешных инвестиций)
Безопасность	Борьба с мошенничеством по цифровым платежам (пример: компания AimBrain предотвращает кражу аккаунтов и обнаруживает мошенников)
Генеративно-сопоставительная нейросеть (GAN ¹⁾) Модель машинного обучения, способная имитировать заданное распределение данных для создания 3D-объектов, перевода изображения в текст и обратно (пример: дипфейки для синтеза изображений)	
Архитектура	Нейросеть GauGAN, которая превращает скетчи в реальные изображения (программа помогает архитекторам и геймдизайнерам собирать чертежи зданий и создавать локации для игр соответственно)
Индустрия моды	Оцифровка моделей (пример: модельное агентство Areola Models)
Журналистика	Изменение внешности героев в репортажах для сохранения анонимности людей (пример: канал HBO при создании документального фильма)
Астрофизика	Избавление от помех и шумов при съемке космических объектов для получения качественных изображений (пример: алгоритм GAN)

Эконометрический прогноз рынка ИИ в Китае

В качестве объекта исследования и прогнозирования было выбрано значение объема рынка ИИ в Китае за 2015–2019 гг. (в модели представлена показателем SIZE), а также отобраны ряд влияющих факторов, учитываемых в построенной линейной модели:

PRIVATE – объем частного финансирования в отрасль в млрд юаней.

INVEST – инвестиции и финансирование в области ИИ в млрд долл.

STARTUP – количество стартапов в сфере ИИ.

Было построено и оценено следующее линейное уравнение:

$$\widehat{SIZE} = 10,08 - 0,04 * PRIVATE + 1,14 * INVEST - 0,06 * STARTUP.$$

Коэффициент детерминации (R^{*2}) данного уравнения = 0,96, что позволяет сделать вывод о том, что изменение уровня объема рынка ИИ в Китае на 96% объясняется изменением следующих факторов: объемом частного финансирования и других инвестиций в ИИ, а также количеством новых стартапов, и на 4% – изменением других факторов, не включенных в модель.

1.6 Интеллектуальные агенты

Рассел и Норвиг

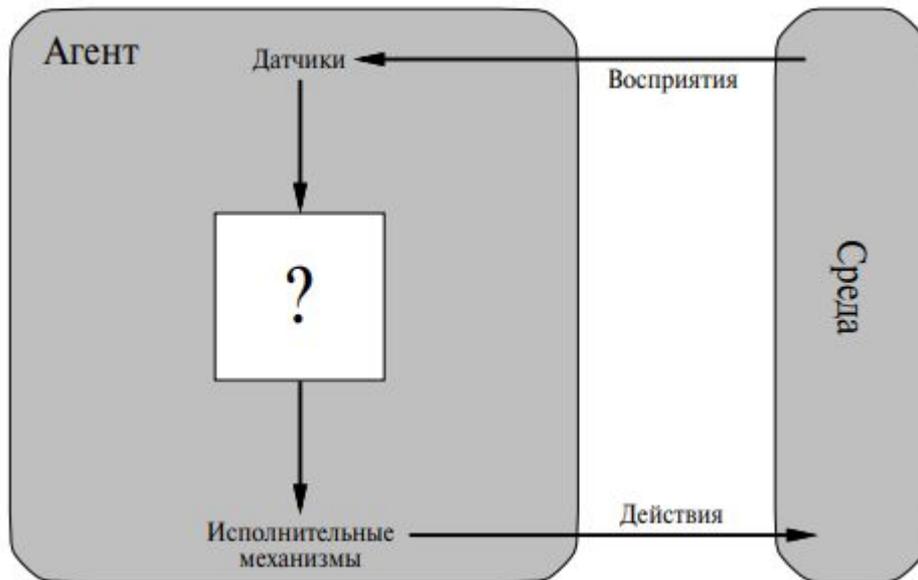
– «Агент – это сущность, которая воспринимает окружающую среду через датчики и воздействует на эту среду с помощью исполнительных механизмов».

Существенные свойства агентов:

- *автономия*: агенты действуют без прямого вмешательства человека в управление своими действиями и внутреннее состояние;
- *социальные способности*: агенты взаимодействуют с другими агентами (и, возможно, с людьми) через язык общения агента;
- *реактивность*: агенты воспринимают свое окружение и своевременно реагируют рациональным образом на происходящие в ней изменения;
- *проактивность*: агенты не просто действуют в ответ на свою среду, они способны проявлять инициативу (генерировать свои цели и действовать для их достижения).

Понятие агента

Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов.

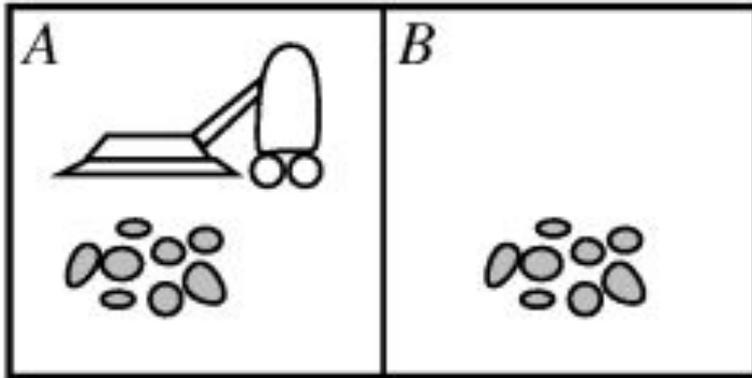


Агент взаимодействует со средой с помощью датчиков и исполнительных механизмов

Человек, рассматриваемый в роли **агента**, имеет глаза, уши и другие органы чувств, а исполнительными механизмами для него служат руки, ноги, рот и другие части тела.

Робот, выполняющий функции **агента**, в качестве датчиков может иметь видеорекамеры и инфракрасные дальномеры, а его исполнительными механизмами могут являться различные двигатели.

Пример: мир пылесоса



Восприятие: $A \vee B$, пыль да/нет

- Действия: двигаться влево, двигаться вправо, чистить, ничего не делать
- Функции агента: если есть пыль, то чистить, иначе: не делать ничего такого

Функция агента представляет собой абстрактное математическое описание, а **программа агента** - это конкретная реализация, действующая в рамках архитектуры агента.

Частичная табуляция функции простого агента для мира пылесоса

Последовательность актов восприятия	Действие
[A, Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck
[A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Dirty]	Suck
...	...
[A, Clean], [A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Clean], [A, Dirty]	Suck
...	...

Для мира пылесоса можно определять различных агентов, заполняя разными способами правый столбец этой таблицы.

КОНЦЕПЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

Рациональным агентом является такой агент, который выполняет правильные действия; выражаясь более формально, таковым является агент, в котором каждая запись в таблице для функции агента заполнена правильно.

Оценка рациональности действий агента зависит от четырех факторов:

1. Показатели производительности, которые определяют критерии успеха.
2. Знания агента о среде, приобретенные ранее.
3. Действия, которые могут быть выполнены агентом.
4. Последовательность актов восприятия агента, которые произошли до настоящего времени.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА СРЕДЫ

Сгруппируем описание факторов среды под заголовком **проблемная среда**. Обозначим соответствующее описание как **PEAS** (Performance, Environment, Actuators, Sensors - производительность, среда, исполнительные механизмы, датчики). Первый этап проектирования любого агента всегда должен состоять в определении проблемной среды с наибольшей возможной полнотой.

ПРИМЕР: создание автоматизированного водителя такси.

Описание PEAS проблемной среды для автоматизированного водителя такси

Тип агента	Показатели производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Водитель такси	Безопасная, быстрая, комфортная езда в рамках правил дорожного движения, максимизация прибыли	Дороги, другие транспортные средства, пешеходы, клиенты	Рулевое управление, акселератор, тормоз, световые сигналы, клаксон, дисплей	Видеокамеры, ультразвуковой дальномер, спидометр, глобальная система навигации и определения положения, одомер, акселерометр, датчики двигателя, клавиатура

Свойства проблемной среды

Существует возможность определить относительно небольшое количество измерений, по которым могут быть классифицированы варианты проблемной среды. Эти измерения в значительной степени определяют наиболее приемлемый проект агента и применимость каждого из основных семейств методов для реализации агента.

Варианты среды

Полностью наблюдаемая или частично наблюдаемая

Детерминированная или стохастическая

Эпизодическая или последовательная

Статическая или динамическая

Дискретная или непрерывная

Одноагентная или мультиагентная

Примеры вариантов проблемной среды

Проблемная среда	Наблюдаема полностью или частично	Детерминированная, стратегическая или стохастическая	Эпизодическая или последовательная	Статическая, динамическая или полудинамическая	Дискретная или непрерывная	Одноагентная или мультиагентная
Решение кроссворда	Полностью наблюдаемая	Детерминированная	Последовательная	Статическая	Дискретная	Одноагентная
Игра в шахматы с контролем времени	Полностью наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Полудинамическая	Дискретная	Мультиагентная
Игра в покер	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Статическая	Дискретная	Мультиагентная
Игра в нарды	Полностью наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Статическая	Дискретная	Мультиагентная
Вождение такси	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Непрерывная	Мультиагентная
Медицинская диагностика	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Непрерывная	Одноагентная

СТРУКТУРА АГЕНТОВ

Задача искусственного интеллекта состоит в разработке программы агента, которая реализует функцию агента, отображая восприятия на действия.

Структура агента условно обозначается следующей формулой:

Агент = Архитектура + Программа

Программы агентов

Все программы агентов имеют одну и ту же структуру: они принимают от датчиков в качестве входных данных результаты текущего восприятия и возвращают исполнительным механизмам выбранный вариант действия.

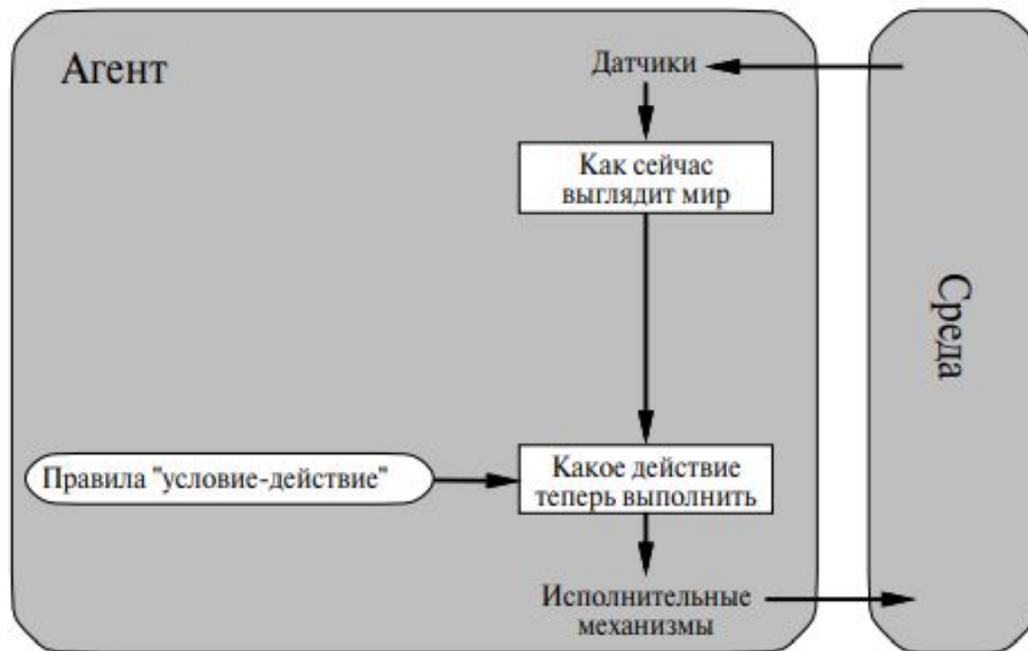
Программа агента получает в качестве входных данных только результаты текущего восприятия, поскольку больше ничего не может узнать из своей среды

Основные виды программ агентов

1. простые рефлексные агенты;
2. рефлексные агенты, основанные на модели;
3. агенты, действующие на основе цели;
4. агенты, действующие на основе полезности

Простые рефлексные агенты

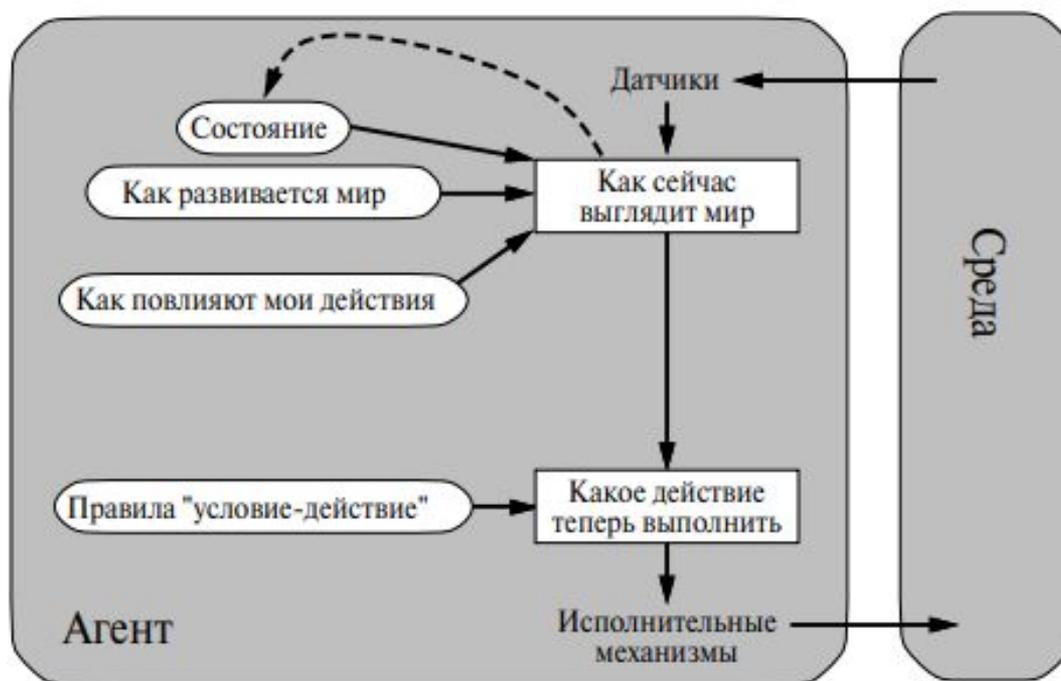
Подобные агенты выбирают действия на основе текущего акта восприятия, игнорируя всю остальную историю актов восприятия. Например, агент-пылесос, представляет собой простой рефлексный агент, поскольку его решения основаны только на информации о текущем местонахождении и о том, содержит ли оно мусор.



Предположим, что в простом рефлексном агенте-пылесосе испортился датчик местонахождения и работает только датчик мусора. Такой агент получает только два возможных восприятия: [Dirty] и [Clean]. Он может выполнить действие Suck в ответ на восприятие [Dirty], а что он должен делать в ответ на восприятие [Clean]?

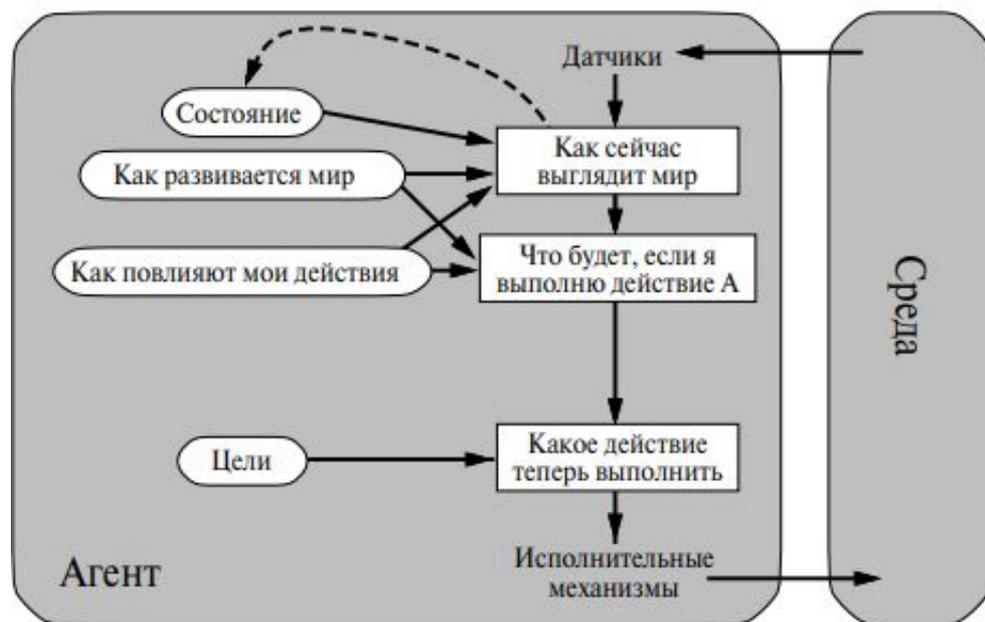
Рефлексные агенты, основанные на модели

Знания о том, “как работает мир” (которые могут быть воплощены в простых логических схемах или в сложных научных теориях) называются **моделью мира**. Агент, в котором используется такая модель, называется **агентом, основанным на модели**.



Агенты, основанные на цели

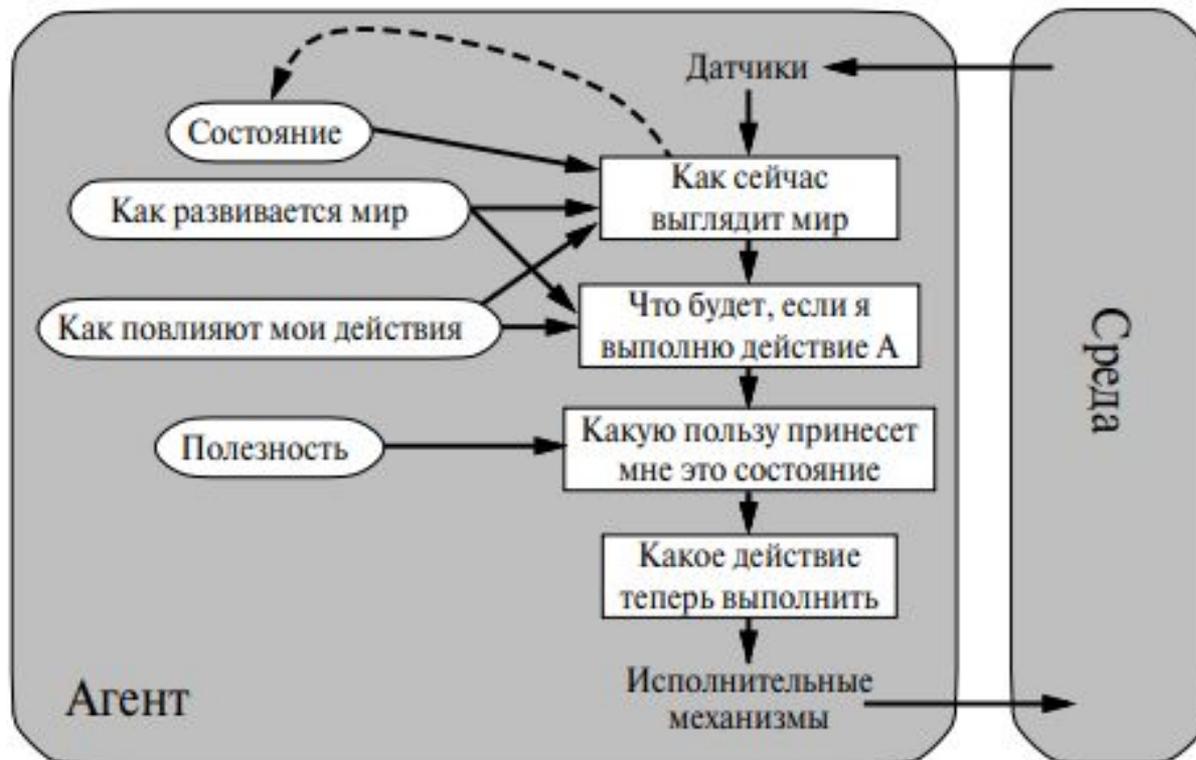
Знаний о текущем состоянии среды не всегда достаточно для принятия решения о том, что делать. Например, на перекрестке дорог такси может повернуть налево, повернуть направо или ехать прямо. Правильное решение зависит от того, куда должно попасть это такси. Иными словами, агенту требуется не только описание текущего состояния, но и своего рода **информация о цели**, которая описывает желаемые ситуации, такие как доставка пассажира в место назначения.



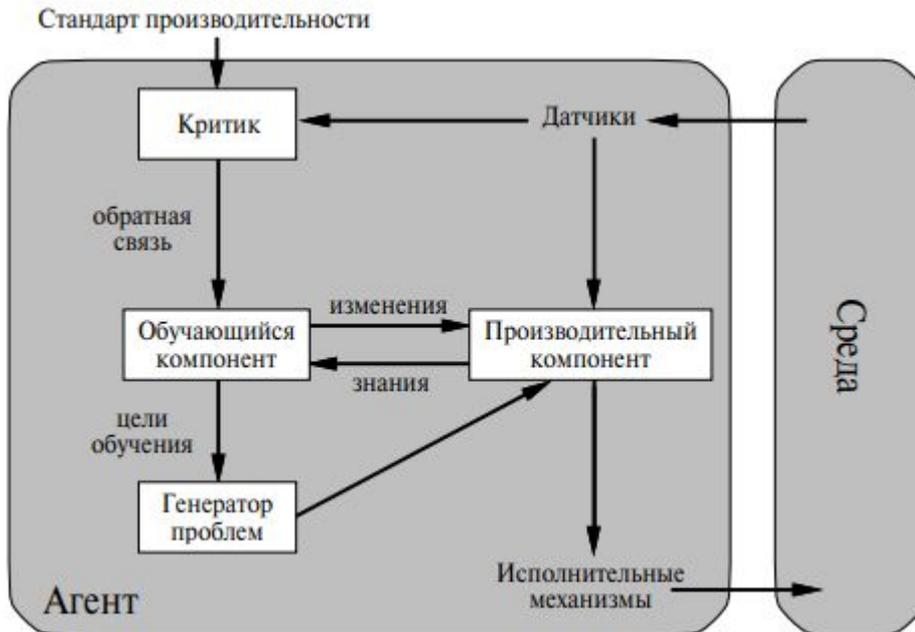
Подобластями искусственного интеллекта, посвященными выработке действий, позволяющих агенту достичь его целей, являются **поиск и планирование**

Агенты, основанные на ПОЛЕЗНОСТИ

Функция полезности отображает состояние (или последовательность состояний) на вещественное число, которое обозначает соответствующую степень удовлетворенности агента.



Обучающиеся агенты



4 компонента:

Наиболее важное различие наблюдается между **обучающим компонентом**, который отвечает за внесение усовершенствований, и **производительным компонентом**, который обеспечивает выбор внешних действий.

Обучающий компонент использует информацию обратной связи от критика с оценкой того, как действует агент.

Задача генератора проблем состоит в том, чтобы предлагать действия, которые должны привести к получению нового и информативного опыта.

РЕЗЮМЕ

1. **Агентом** является нечто воспринимающее и действующее в определенной среде. Функция агента определяет действие, предпринимаемое агентом в ответ на любую последовательность актов восприятия.

2. **Показатели производительности** оценивают поведение агента в среде. Рациональный агент действует так, чтобы максимизировать ожидаемые значения показателей производительности, с учетом последовательности актов восприятия, полученной агентом к данному моменту.

3. **Спецификация проблемной среды** включает определения показателей производительности, внешней среды, исполнительных механизмов и датчиков. Первым этапом проектирования агента всегда должно быть определение проблемной среды с наибольшей возможной полнотой.

4. **Варианты проблемной среды** классифицируются по нескольким важным размерностям. Они могут быть полностью или частично наблюдаемыми, детерминированными или стохастическими, эпизодическими или последовательными, статическими или динамическими, дискретными или непрерывными, а также одноагентными или мультиагентными.

5. Программа агента реализует функцию агента. Существует целый ряд основных проектов программ агента, соответствующих характеру явно воспринимаемой информации, которая используется в процессе принятия решения. Разные проекты характеризуются различной эффективностью, компактностью и гибкостью. Выбор наиболее подходящего проекта программы агента зависит от характера среды.

6. Простые рефлексные агенты отвечают непосредственно на акты восприятия, тогда как рефлексные **агенты, основанные на модели**, поддерживают внутреннее состояние, прослеживая те аспекты среды, которые не наблюдаются в текущем акте восприятия. **Агенты, действующие на основе цели**, организуют свои действия так, чтобы достигнуть своих целей, а **агенты, действующие с учетом полезности**, пытаются максимизировать свою собственную ожидаемую “удовлетворенность”.

7. Все агенты способны улучшать свою работу благодаря **обучению**.