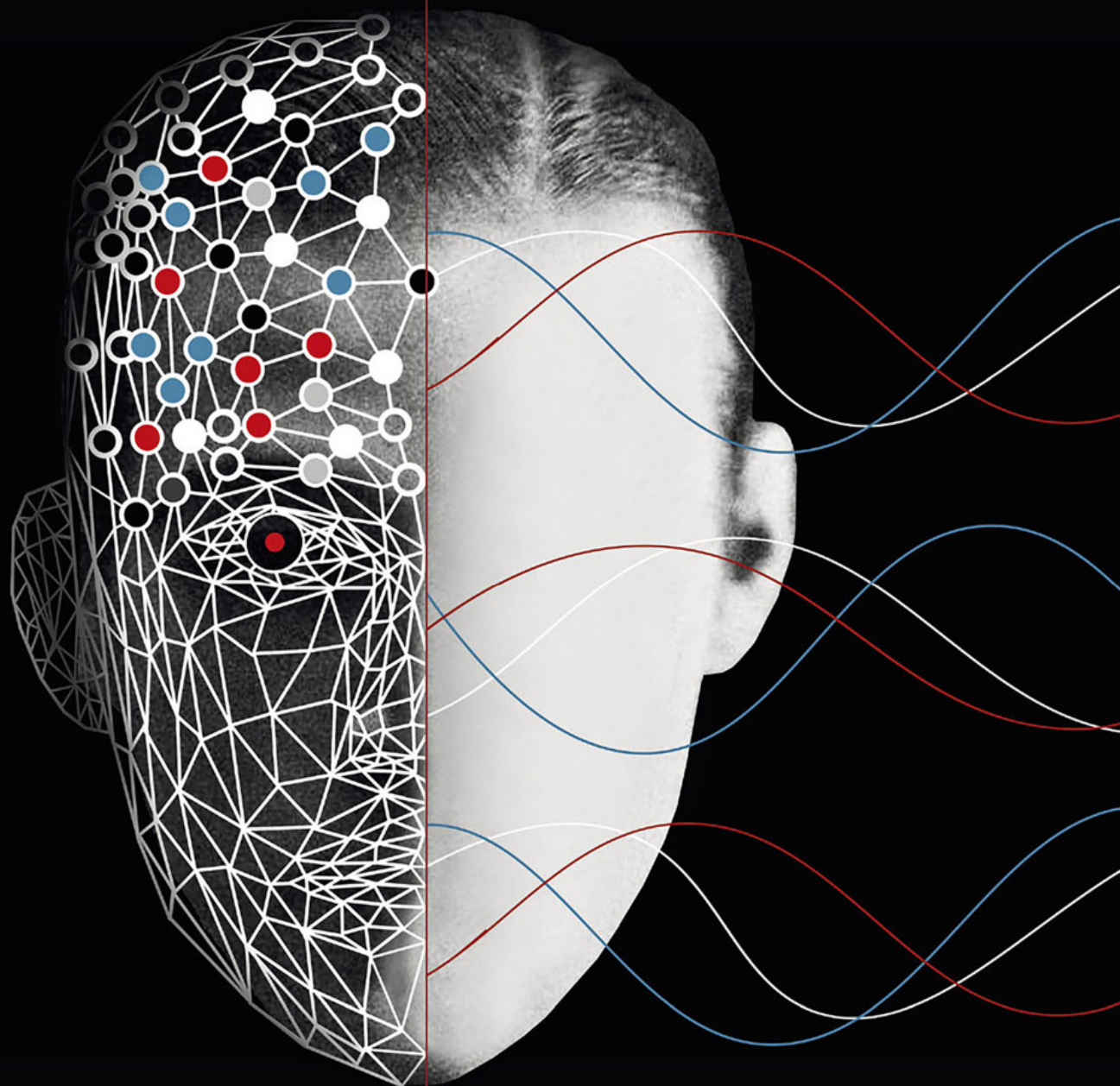


ОТ АВТОМАТОНОВ ДО НЕЙРОСЕТЕЙ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ



КЛИФФОРД ПИКОВЕР

КЛИФФОРД ПИКОВЕР

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ



ОТ АВТОМАТОНОВ ДО НЕЙРОСЕТЕЙ

16+

Clifford A. Pickover
ARTIFICIAL INTELLIGENCE: AN ILLUSTRATED HISTORY: FROM MEDIEVAL ROBOTS TO
NEURAL NETWORKS

Text © 2019 Clifford A. Pickover
Cover © Sterling Publishing Co., Inc

Originally published in 2019 in the United States by Sterling Publishing Co. under the title
Artificial Intelligence: An Illustrated History: From Medieval Robots to Neural Networks

Published by permission of Sterling Publishing Co., Inc. (USA) via Alexander Korzhenevski
Agency (Russia)

Russian Edition Copyright © Sindbad Publishers Ltd., 2021

Перевод с английского Анны Ефимовой

ПикOVER К.

Искусственный интеллект / Клиффорд ПикOVER ; [пер. с англ. А. Ефимовой]. — М. :
Синдбад, 2021.

ISBN 978-5-00131-330-4

Эта книга рассказывает о том, как человечество постепенно, шаг за шагом шло к созданию искусственного интеллекта и как он стал неотъемлемой частью нашей жизни. Как представляли себе искусственный разум ученые, философы и писатели разных эпох? Какие механизмы создавали наши предки, чтобы облегчить решение умственных задач, и в чем сегодня алгоритмы превосходят нас самих? Как сложатся наши отношения с этими новыми сущностями? Что — или кого — мы создаем: верных помощников или потенциальных врагов? С какими этическими проблемами связано использование искусственного интеллекта? Автор не дает окончательных ответов на эти вопросы, но объясняет, в чем их важность, и призывает читателя поразмышлять над ними.

Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая фирма «Корпус Права»
Korpus Prava

©Издание на русском языке, перевод на русский язык, оформление. Издательство
«Синдбад», 2021.



Мы попытаемся выяснить, как обучить машины использовать естественные языки, формировать абстракции и концепции, решать задачи, сейчас подвластные только людям, и улучшать самих себя... Для заявленной цели проблема искусственного интеллекта заключается в следующем: поведение машины должно быть таким, что, будь это поведение человека, его назвали бы разумным.

Джон Маккарти, Марвин Мински, Натаниэль Рочестер, Клод Шеннон. Заявка на проведение Дартмутского летнего исследовательского проекта по искусственному интеллекту, 1955

Искусственный интеллект способен управлять машинами, торговать акциями на бирже, овладевать сложными навыками, просто просматривая видео на *YouTube*, переводить с десятков разных языков на другие языки, распознавать лица людей точнее, чем это делаем мы сами, и выдвигать оригинальные гипотезы, помогая нам создавать новые лекарства. И это только начало.

Люк Дормель. Думаящие машины, 2017

Только когда машина сможет написать сонет или сочинить концерт благодаря собственным мыслям и эмоциям, а не за счет случайной выдачи символов, мы сможем признать, что эта машина равна мозгу: то есть способна не только написать что-то, но и осознать, что она это написала.

Джеффри Джефферсон. Сознание механического человека, 1949

Основаны ли мы на углероде или на кремнии, не имеет принципиального значения; к каждому из нас следует относиться с должным уважением¹.

Артур Кларк. 2010: Одиссея Два, 1982

Возникнув сразу из многих областей – философии, математики, психологии и даже неврологии, – искусственный интеллект поднимает основные вопросы о человеческом интеллекте, памяти, проблеме разума и тела, происхождении языка, символическом мышлении, обработке информации и так далее. Исследователи искусственного интеллекта, подобно алхимикам древности, жаждавшим превратить в золото обычный металл, стремятся создать мыслящую машину из бесконечно малых кусочков оксида кремния.

Даниэль Кревье. Бурная история поиска искусственного интеллекта, 1993

ПРЕДИСЛОВИЕ

Период существования биологического разума — лишь краткий промежуток между ранними формами жизни и долгой эрой машин.

Мартин Рис. Из интервью сайту The Conversation, апрель 2017.

Искусственный интеллект и вокруг него

Многие новейшие технологии ИИ находят повсеместное применение, часто даже не называясь искусственным интеллектом: как только что-то становится достаточно полезным и распространенным, его перестают называть ИИ.

Ник Бостром. ИИ готовится превзойти возможности человеческого мозга. CNN.com, 2006

На протяжении всей истории человечества тайны разума, природа мышления и возможность создания искусственных существ будоражили воображение художников, ученых, философов и даже богословов. Мифология, изобразительное искусство, музыка и литература полны образов и историй, связанных с *автоматонами* — подвижными механическими устройствами, созданными в подражание живым существам. Наше увлечение искусственным интеллектом (ИИ) — то есть разумным поведением машин — также выражается в жутких и сверхъестественных сюжетах блокбастеров и видеоигр, где появляются роботы, наделенные эмоциями, и существа с совершенным интеллектом, непостижимым для человека.

В этой книге мы отправимся в долгое путешествие во времени от древних игр к современным вычислительным методам, основанным на искусственных нейросетях, которые учатся и совершенствуются, зачастую не требуя — или почти не требуя — целевого программирования и заданных правил. На этом пути нам встретятся диковинные чудеса, например таинственные медные рыцари из цикла легенд о короле Артуре, а также творение французского изобретателя Жака

де Вокансона — гиперреалистичная утка-автоматон, которая спустя более 250 лет вдохновила американского писателя Томаса Пинчона на создание одного из персонажей романа «Мейсон и Диксон». Мы познакомимся с каталонским философом XIII в. Раймундом Луллием, который одним из первых системно подошел к вопросу об искусственной генерации идей с помощью механического устройства. Мы перенесемся в 1893 г. и посмотрим на забавного черного страуса, созданного Электрическим Бобом; в этой истории, как и в романе «Паровой человек в прериях», отразился особый интерес ко всему механическому в Викторианскую эпоху — этакий викторианский стимпанк.

Ближе к нашему времени мы встретимся с Артуром Сэмюэлом из *IBM*, который в 1952 г. создал одну из первых компьютерных программ для игры в шашки, а в 1955 г. — программу, которая *научилась* играть в эту игру без посторонней помощи. Сегодня термином «искусственный интеллект» часто обозначают системы, созданные для обучения, решения проблем и взаимодействия с людьми посредством обработки естественного языка. Умные помощники, такие как Алекса от *Amazon*, Сири от *Apple* и Кортана от *Microsoft*, обладают некоторыми возможностями ИИ.

В этой книге мы также рассмотрим непростые этические вопросы, связанные с использованием ИИ, и даже следующую проблему: как поместить сложные системы ИИ — если они станут слишком разумными и опасными — в герметичные ящики, чтобы изолировать их от внешнего мира? Конечно, границы и масштабы ИИ со временем меняются, и некоторые специалисты предлагают более общие определения, под которые подпадает целый ряд технологий, помогающих людям выполнять мыслительные операции. Поэтому, чтобы шире осветить историю ИИ, я включил в книгу несколько машин и механизмов, которые помогают решать задачи, требующие умственных усилий и подсчетов. Среди таких устройств — счеты, Антикитерский механизм (125 до н. э.), ЭНИАК (1946) и другие изобретения. В конце концов, без этих простейших

технологий у нас не было бы современных шахматных программ и систем управления транспортом.

Читая эту книгу, помните: даже если какие-то гипотезы из прошлого или предсказания по поводу искусственных существ кажутся нам неправдоподобными, любая давняя идея внезапно может воплотиться в жизнь, если для этого найдется достаточно быстрый и совершенный компьютер. Наши технологические прогнозы — и даже наши легенды — по меньшей мере представляют собой увлекательную картину познания и творчества и показывают, как мы проникаем в разные культуры и эпохи, чтобы понять друг друга и выяснить, что ценно и сакрально для нашего общества. Но, отдавая дань человеческим воображению и изобретательности, крайне важно задумываться о нежелательных последствиях, в том числе о потенциальной опасности ИИ. В 2014 г. физик-теоретик Стивен Хокинг сказал в интервью Би-би-си: «Развитие полноценного искусственного разума может положить конец человеческой расе... Этот разум возьмет инициативу на себя и станет сам себя совершенствовать со все возрастающей скоростью». Иными словами, существует вероятность, что объекты с ИИ станут настолько разумными и умелыми, что, постоянно улучшая себя, в конце концов создадут некий сверхразум, потенциально чрезвычайно опасный для человечества. Этот сценарий стремительного технологического роста, иногда называемый *технологической сингулярностью*, может привести к невообразимым изменениям в цивилизации, обществе и жизни людей.

Таким образом, несмотря на многочисленные потенциальные преимущества ИИ — беспилотные автомобили, эффективные бизнес-процессы и даже помощь роботов-компаньонов в самых разных делах, — необходимо проявлять особую осторожность при разработке автономных комплексов вооружения и не слишком полагаться на технологии ИИ с порой непостижимыми механизмами. Например, исследования показывают, что некоторые системы распознавания образов на основе ИИ (нейросети) можно легко «обмануть» и заставить

ошибочно идентифицировать животных как винтовки или принять самолет за собаку. Для этого достаточно немного изменить изображения таким образом, что люди даже ничего не заподозрят. Если террористу удастся сделать торговый центр или больницу похожими на военную цель для беспилотника, последствия могут быть ужасными. С другой стороны, вполне возможно, что боевые машины с настроенными датчиками и заданными этическими правилами могли бы снизить число жертв среди мирного населения. Чтобы потенциальная опасность ИИ-устройств не перечеркивала их ценные преимущества, в этой сфере необходимо создать продуманную нормативную базу.

Мы все больше полагаемся на ИИ с его многочисленными сложными нейросетями глубокого обучения, и одновременно с этим развивается одна интересная область: разработка систем ИИ, которые смогут *объяснить* человеку, каким образом они пришли к тому или иному решению. Однако, заставив ИИ объяснять самого себя, мы тем самым ограничим его возможности — по крайней мере, в некоторых случаях. Дело в том, что многие из этих систем способны создавать гораздо более сложные модели реальности, чем люди могут себе представить. Эксперт по ИИ Дэвид Ганнинг даже предполагает, что самая высокопроизводительная система окажется и самой труднообъяснимой.

Структура и цель этой книги

Меня давно увлекает вычислительная техника и интересуют проблемы, возникающие на переднем крае науки. В этой книге, адресованной широкой аудитории, я предлагаю краткий путеводитель по любопытным и вместе с тем важным практическим идеям из истории *искусственного интеллекта* — хотя сам этот термин был предложен только в 1955 г. информатиком Джоном Маккарти. Каждая глава состоит всего из нескольких абзацев, так что книгу можно читать с любого места, не продираясь через многословные описания. Конечно,

такой формат не позволил мне углубляться в подробности, однако в разделе «Примечания и список литературы» я предлагаю материалы для дальнейшего чтения и поиска источников цитат или трудов упомянутых авторов.

Главы этой книги охватывают такие области, как философия, поп-культура, информатика, социология и теология, а также темы, которые интересуют меня лично. В молодости я был очарован книгой Ясии Рейхардт «Кибернетическая проницательность: компьютер и искусство», опубликованной в 1968 г. В книге рассказывалось, как компьютеры создают стихи, картины, музыку и многое другое. Также меня поражает, каких успехов в области искусства достигли специалисты по ИИ, используя порождающие состязательные сети для создания потрясающих фотореалистичных изображений смоделированных лиц, цветов и птиц. Порождающие состязательные сети — это две нейросети, которые «натравлены» друг на друга: одна генерирует идеи и паттерны, а другая оценивает результаты.

Сегодня возможности применения ИИ кажутся безграничными, и в разработки в этой области ежегодно вкладываются миллиарды долларов. Технологии ИИ использовали, например, для расшифровки документов из Ватиканского секретного архива: ученые пытались разобрать сложные рукописные тексты из этой огромной исторической коллекции. ИИ также помогает прогнозировать землетрясения, интерпретировать медицинские снимки, распознавать речь и предсказывать время смерти пациента на основе информации из его электронной медицинской карты. С помощью ИИ придумывают шутки, игры и головоломки, формулируют математические теоремы, создают патентуемые изобретения, разрабатывают инновационные конструкции антенн, новые оттенки красок, парфюмерные ароматы и многое другое. Уже сегодня многие из нас разговаривают со своими смартфонами и прочими устройствами, а в будущем наши отношения с машинами станут еще более близкими и похожими на человеческие.

Главы расположены в хронологическом порядке с указанием года, связанного с важным событием, книгой или открытием. Датировка часто условна, некоторые годы приводятся приблизительно; там, где это было возможно, я попытался объяснить, почему указал ту или иную дату.

Как легко заметить, больше половины глав приходится на период после 1950 г. Даниэль Кревье, автор книги «Бурная история поиска искусственного интеллекта» (1993), отмечает, что в 1960-е гг. «искусственный интеллект расцвел тысячей цветов. Специалисты по ИИ использовали новые методы программирования для решения многих проблем, которые, хоть и были реальными, оказались значительно упрощены — отчасти ради разделения задач, требующих решения, отчасти для того, чтобы втиснуть их в крошечную память компьютеров того времени».

Тайны сознания, недостатки ИИ и природа разума будут изучаться еще многие годы; но эти проблемы интересовали людей с древних времен. Памела Маккордак в своей книге «Машины, которые думают» высказывает предположение, что ИИ начался с желания древних людей «выковать богов».

Грядущие открытия, связанные с ИИ, войдут в число величайших достижений человечества. История ИИ — это история не только о том, как мы создаем свое будущее, но и о том, как люди будут жить в условиях бурного развития интеллекта и творческих возможностей. Что будет вкладываться в понятие «человек» через сто лет? Каким будет общество, в котором повсеместно станут использоваться устройства с ИИ? Что произойдет с рабочими местами? Будем ли мы влюбляться в роботов?

Если методы и модели ИИ уже помогают решать, кого нанять на работу, с кем пойти на свидание, кто получит условно-досрочное освобождение, кто более склонен к психическим расстройствам и как управлять беспилотными автомобилями и дронами, то какой уровень контроля над нашей жизнью мы доверим системам ИИ будущего? Если они все чаще принимают решения за нас, легко ли будет обмануть какой-

нибудь модуль ИИ и заставить его совершить катастрофическую ошибку? Как специалистам по ИИ выяснить, почему одни алгоритмы и архитектуры машинного обучения эффективнее других, и в то же время упростить воспроизведение чужих экспериментов и их результатов?

Наконец, есть ли гарантии, что устройства на основе ИИ будут действовать этично или у машин когда-либо появятся психические состояния и чувства, свойственные людям? Несомненно, устройства с ИИ станут чем-то вроде протезов для нашего слабого мозга и помогут нам мыслить и мечтать по-новому. Для меня искусственный интеллект — источник постоянного удивления по поводу границ разума, будущего человечества и нашего места в огромном пространственно-временном ландшафте, который мы называем своим домом.

КРЕСТИКИ-НОЛИКИ



Ок. 1300 до н. э.

По данным археологов, нечто похожее на игру с выстраиванием трех элементов в ряд существовало еще примерно в 1300 г. до н. э. в Древнем Египте. При игре в крестики-нолики два игрока по очереди вписывают свои символы (О или Х) в клетки поля размером 3×3 . Выигрывает тот, кто первым проставит три своих знака в ряд по горизонтали, вертикали или диагонали.

Крестики-нолики попали в эту книгу потому, что их часто упоминают при объяснении базовых принципов программирования и искусственного интеллекта из-за простоты их игровых деревьев (где узлы графа — это позиции в игре, а ребра — ходы). Крестики-нолики — это так называемая игра с полной информацией, поскольку все игроки в курсе всех сделанных ходов. Кроме того, это последовательная игра без рандомизации: игроки ходят по очереди и не используют игральные кости.

Крестики-нолики можно назвать атомом, на основе которого веками формировались молекулы более сложных позиционных игр. Даже при минимальных вариациях и расширениях эта простая игра становится труднейшей задачей, решение которой требует большого количества времени. Математики и любители головоломок усложняли крестики-нолики, добавляя дополнительные клетки и измерения, а также необычные игровые поверхности, например прямоугольные или квадратные поля, соединенные по краям в форме тора (бублика) или бутылки Клейна (поверхности, у которой только одна сторона).

Рассмотрим некоторые любопытные особенности этой игры. Всего существует 362 880 ($9!$, то есть $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 9$) возможных сценариев заполнения поля двумя игроками.

Однако, если рассматривать все возможные партии, при которых игра заканчивается в 5, 6, 7, 8 или 9 ходов, наберется 255 168 таких партий. В 1960 г. ИИ-система *MENACE* (хитроумная конструкция из спичечных коробков и разноцветных шариков) научилась играть в крестики-нолики путем обучения с подкреплением. В начале 1980-х г. компьютерные гении Дэнни Хиллис и Брайан Сильверман с несколькими друзьями сконструировали из 10 тысяч деталей конструктора *Tinkertoy*® компьютер, который играл в крестики-нолики. В 1998 г. ученые и студенты Университета Торонто создали робота для игры в трехмерные крестики-нолики ($4 \times 4 \times 4$) с человеком.

СМ. ТАКЖЕ [Мельница Лейбница \(1714\)](#), [Обучение с подкреплением \(1951\)](#), [Четыре в ряд \(1988\)](#), [Реверси \(1997\)](#), [Решение для игры вари \(2002\)](#).



Крестики-нолики можно сделать более сложными для людей и машин с ИИ, расширив стандартное поле 3×3 до больших размеров, добавив новые измерения и эффект гравитации, при котором каждый элемент опускается в нижнюю свободную позицию, например как в этой трехмерной версии $4 \times 4 \times 4$.

ТАЛОС



Ок. 400 до н. э.

«Многим людям образ Талоса знаком по его воплощению в виде бронзового гиганта в фильме 1963 г. „Ясон и Аргонавты“, — пишет Брайан Хотон. — Но откуда взялась идея Талоса и мог ли он быть первым роботом в истории?»

Согласно греческой мифологии, Талос был огромным бронзовым автоматом («роботом»), созданным для защиты Европы — матери критского царя Миноса — от захватчиков, пиратов и других врагов. Он был запрограммирован патрулировать берега острова и трижды в день обходил по кругу весь Крит. Порой, чтобы остановить неприятелей, он бросал в них огромные валуны. В других случаях этот гигантский робот прыгал в огонь, раскалялся докрасна, а затем обхватывал тело врага и сжигал его заживо. Иногда Талоса изображали в виде крылатого существа — как на монетах из критского города Феста, датируемых приблизительно 300 г. до н. э. Изображения Талоса также были обнаружены на вазах, созданных около 400 г. до н. э.

Существуют разные версии сотворения и гибели Талоса. В одном мифе его по просьбе Зевса создал Гефест — греческий бог огня и обработки металлов, покровитель кузнецов и других ремесленников. Поскольку Талос был автоматом, его внутренняя структура по сложности уступала человеческой; по сути, у Талоса имелась одна-единственная вена, которая тянулась от шеи к лодыжке. Снизу вена была запечатана и защищена от протечки бронзовым гвоздем. По одной из легенд, колдунья Медея свела Талоса с ума при помощи духов смерти (их называли «керами») и заставила выбить гвоздь. Божественная кровь (ихор) хлынула у него из лодыжки, «как расплавленный свинец», и великан умер.

Талос — лишь один из примеров того, как древние греки представляли себе роботов и самодвижущиеся автоматы. Здесь также стоит упомянуть труды математика Архита Тарентского (428–347 до н. э.), который, возможно, придумал и создал механического летающего голубя, приводимого в движение паром.

СМ. ТАКЖЕ [Водяные часы Ктесибия \(ок. 250 до н. э.\)](#), [Медные рыцари из легенды о Ланселоте \(ок. 1220\)](#), [Голем \(1580\)](#), [«Франкенштейн» \(1818\)](#).



STIBIL
TAWSE

MEDEIA AND TALUS

Изображение Талоса из «Историй о богах и героях» Томаса Булфинча (1920), выполненное английской художницей Сибил Таус (1886–1971).

«ОРГАНОН» АРИСТОТЕЛЯ



Ок. 350 до н. э.

Греческий философ Аристотель (384–322 до н. э.) затрагивал в своих работах несколько важных тем, которые и по сей день интересуют исследователей ИИ. В своей книге «Политика» Аристотель высказал предположение, что когда-нибудь автоматы заменят рабов: «Если бы каждое орудие могло выполнять свойственную ему работу само, по данному ему приказанию или даже его предвосхищая, и уподоблялось бы статуям Дедала или треножникам Гефеста, о которых Гомер говорит, что они “сами собой входили в собрание богов”, если бы ткацкие челноки сами ткали, а плектры сами играли на кифаре, тогда и зодчие не нуждались бы в работниках, а господам не нужны были бы рабы»².

Аристотель также положил начало системному изучению логики. В своих трудах под общим названием «Органон» (др.-греч. «инструмент», «метод») он предлагает приемы выяснения истины и осмысления мира. Основным инструментом в арсенале Аристотеля — *силлогизм*, трехступенчатый аргумент, например: «Все женщины смертны; Клеопатра — женщина; следовательно, Клеопатра смертна». Если две предпосылки истинны, то и заключение должно быть истинным. Аристотель также проводит различие между частностями и универсалиями (то есть общими категориями). Например, *Клеопатра* — это частное понятие, тогда как *женщина* и *смертны* — универсальные. Когда речь идет об универсалиях, им предшествуют слова *все*, *некоторые* или *ни один*. Аристотель проанализировал множество возможных типов силлогизмов и показал, какие из них состоятельны.

Аристотель также анализировал силлогизмы с модальной логикой — то есть утверждения, содержащие слова *возможно*

или *обязательно*. Современная математическая логика далеко ушла от аристотелевской методологии, а его приемы были доработаны для применения к суждениям с другой структурой, включая те, что выражают более сложные отношения, и те, что содержат более одного квантора, как, например, фраза «Ни одному человеку не нравятся все люди, которым не нравятся некоторые люди». И все же глубокие изыскания Аристотеля в области логики считаются одним из величайших достижений человечества, давшим толчок многим разработкам в области математики и искусственного интеллекта.

СМ. ТАКЖЕ [Талос \(ок. 400 до н. э.\)](#), [Булева алгебра \(1854\)](#), [Нечеткая логика \(1965\)](#).



Этот впечатляющий бюст Аристотеля – римская копия бронзового оригинала работы древнегреческого скульптора Лисиппа, жившего в IV в. до н. э.

ВОДЯНЫЕ ЧАСЫ КТЕСИБИЯ



Ок. 250 до н. э.

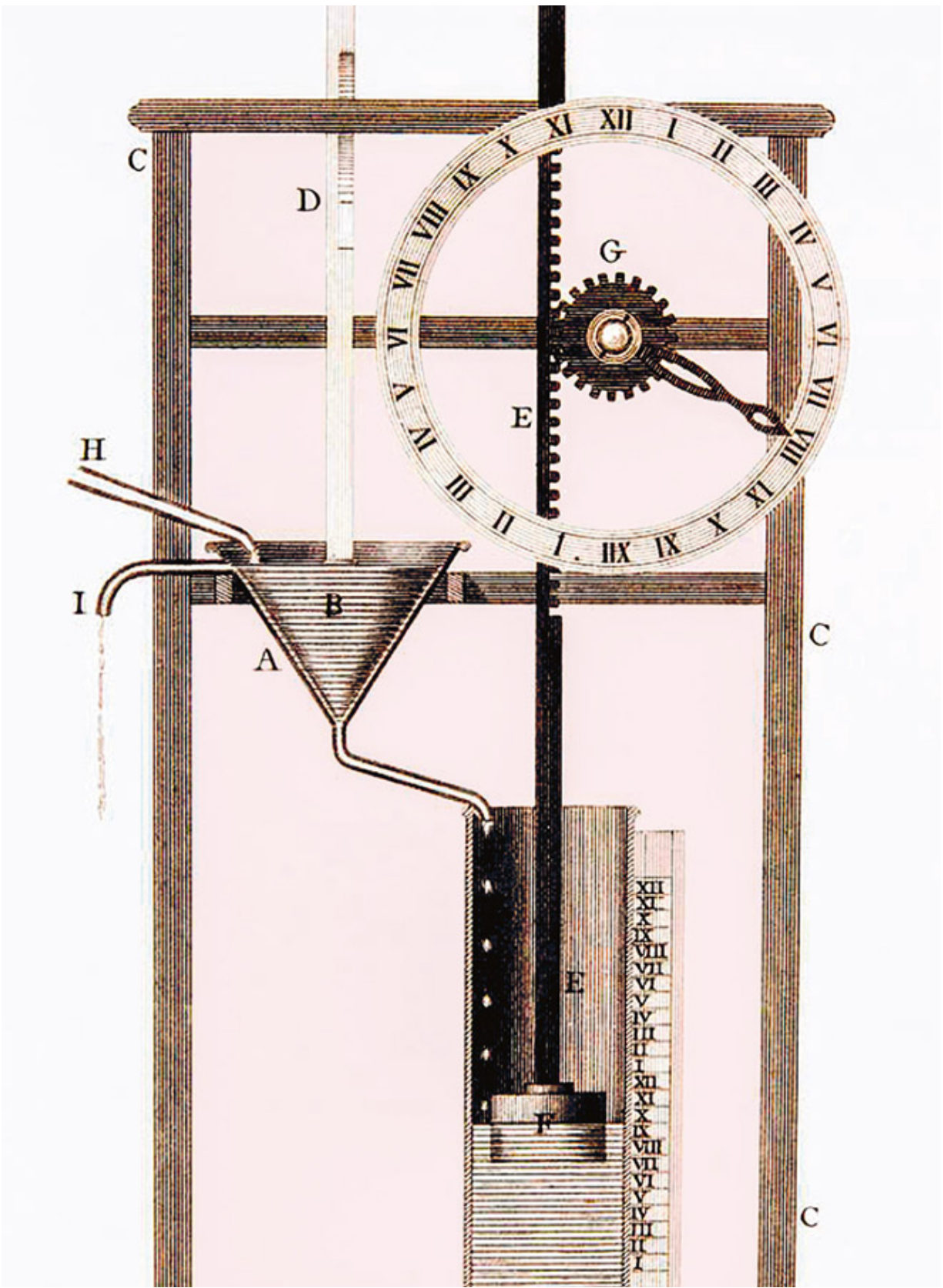
«Водяные часы Ктесибия навсегда изменили представление людей о том, на что способен рукотворный объект, — пишет журналист Люк Дормель. — До появления часов Ктесибия считалось, что только живое существо может менять свое поведение с учетом изменений среды. После их изобретения саморегулирующиеся автоматические системы с замкнутым контуром управления стали частью наших технологий».

Греческий изобретатель Ктесибий, или Тесибий (работал в 285–222 гг. до н. э.), прославился в Александрии Египетской благодаря своим устройствам, в том числе насосам и гидравлическим механизмам. Его водяные часы, или *клепсидра* (букв. «похищающая воду»), представляют особый интерес, поскольку в них использовался автоматический регулятор в виде поплавка, который поддерживал постоянный расход воды. Благодаря этому часы довольно точно отмеряли время по уровню воды в приемном сосуде. В одной из версий часов временная шкала была нанесена на вертикальную стойку, и фигурка в виде человека указывала на ее отметки, поднимаясь вместе с уровнем воды в резервуаре. По некоторым данным, фигурка дополнялась другими механизмами, такими как поворачивающиеся стержни и падающие камни или яйца, а также издавала трубные звуки. С помощью клепсидр Ктесибия отмеряли время, отводимое ораторам на судебных заседаниях, и ограничивали время пребывания посетителей в афинских публичных домах.

Ктесибий, вероятно, был первым руководителем Александрийского мусейона — учреждения, в состав которого входила Александрийская библиотека и которое привлекало ведущих ученых эллинистического мира. Хотя Ктесибий

известен как изобретатель особых видов клепсидр, похожие водяные часы создавались в Древнем Китае, Индии, Вавилоне, Египте, Персии и прочих местах. По некоторым данным, Ктесибий также изобрел причудливую роботизированную статую божества, которая использовалась в шествиях (например, в знаменитом Великом параде Птолемея Филадельфа). Этот автоматон умел вставать и садиться благодаря кулачковому механизму (некруглым колесам, преобразующим вращательное движение в линейное), который, возможно, приводился в действие при движении повозки.

СМ. ТАКЖЕ [Автоматы Аль-Джазари \(1206\)](#), [Механический парк в Эдене \(ок. 1300\)](#), [Робот-рыцарь Леонардо да Винчи \(ок. 1495\)](#)



Водяные часы, схема которых приведена на иллюстрации, не обладают всеми функциями часов Ктесибия, но чертеж дает представление о том, как работают подобные устройства. Изображение взято из «Циклопедии, или Универсального словаря искусств, наук и литературы» Абрахама Риса (1820).

СЧЕТЫ



Ок. 190 до н. э.

«Искусственный интеллект начинался с календаря и счетов, — утверждает инженер и писатель Джефф Криммель. — Искусственный интеллект — это любая технология, которая помогает человеку выполнять умственную задачу. В этом смысле календарь — тоже искусственный интеллект: он дополняет или заменяет нашу память. Точно так же и счета — искусственный интеллект: они избавляют нас от необходимости выполнять сложные арифметические вычисления в уме».

По разным свидетельствам, устройства для выполнения подсчетов существовали еще в Древней Месопотамии и Египте, но самая старая сохранившаяся счетная доска, или абак, датируется примерно 300 г. до н. э. Это найденная на греческом острове «саламинская доска» — мраморная плита с несколькими группами параллельных желобков. В древности абак обычно изготавливались из дерева, металла или камня. На дощечки наносились линии или желобки, по которым перекатывались камешки или бусины.

Около 1000 г. н. э. ацтеки изобрели *непоуальцинцин* (его иногда называют ацтекским компьютером) — нечто вроде счетов в виде деревянной рамы с кукурузными зернами, нанизанными на нити. Современные счета с костяшками, движущимися по спицам, появились не позднее 190 г. в Китае, где их называли *суаньпань*. В Японии такие счета называются *соробан*.

В некотором смысле счета можно назвать прообразом компьютера: как и компьютер, они позволяют быстро выполнять вычисления, связанные с торговыми операциями и техническими задачами. Претерпев небольшие изменения в конструкции, счета и по сей день используются в Китае,

Японии, странах Африки и бывшего СССР. Хотя обычно счеты применяют для сложения и вычитания, опытные пользователи умеют с их помощью быстро умножать, делить и извлекать квадратные корни. В 1946 г. в Токио было проведено соревнование по вычислениям между японским оператором соробана и пользователем электронного калькулятора, чтобы выяснить, какой инструмент позволяет быстрее решить некоторые арифметические задачи. В большинстве случаев человек с соробаном опережал электронный калькулятор.

Счеты сыграли столь важную роль в истории, что в 2005 г. читатели, редакторы и эксперты Forbes.com назвали их вторым по значимости инструментом всех времен с точки зрения влияния на человеческую цивилизацию. Первую и третью позиции в списке заняли соответственно нож и компас.

СМ. ТАКЖЕ [Антикитерский механизм \(ок. 125 до н. э.\)](#), [Механический компьютер Бэббиджа \(1822\)](#), [ЭНИАК \(1946\)](#).