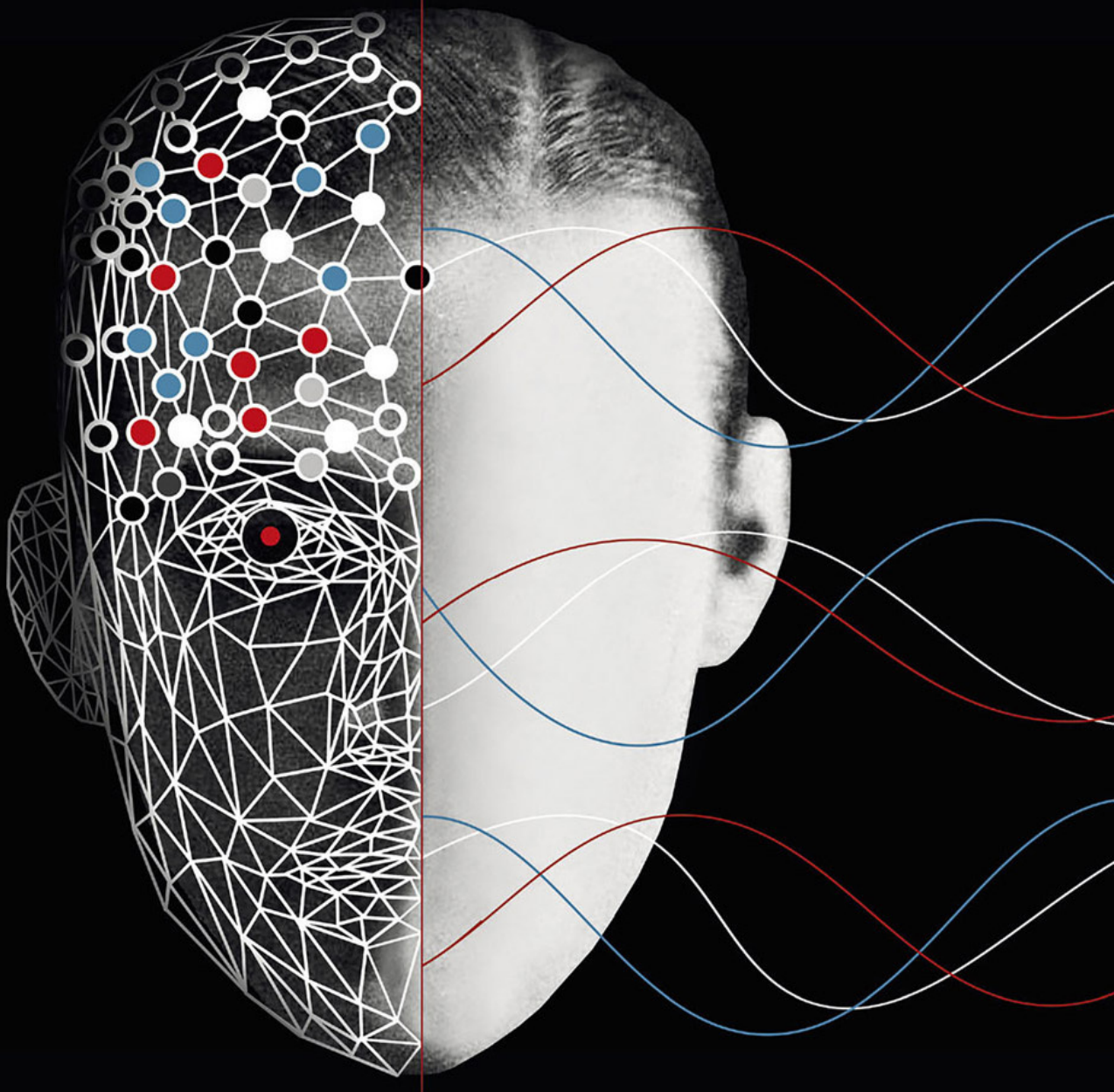
ОТ АВТОМАТОНОВ ДО НЕЙРОСЕТЕЙ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ



КЛИФФОРД ПИКОВЕР

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 спе-

циалисты 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 (O или X) 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 × 2 × 3 × 4 ×… × 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 × 4 × 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 × 4 × 4.

Талос. Ок. 400 до н. э.

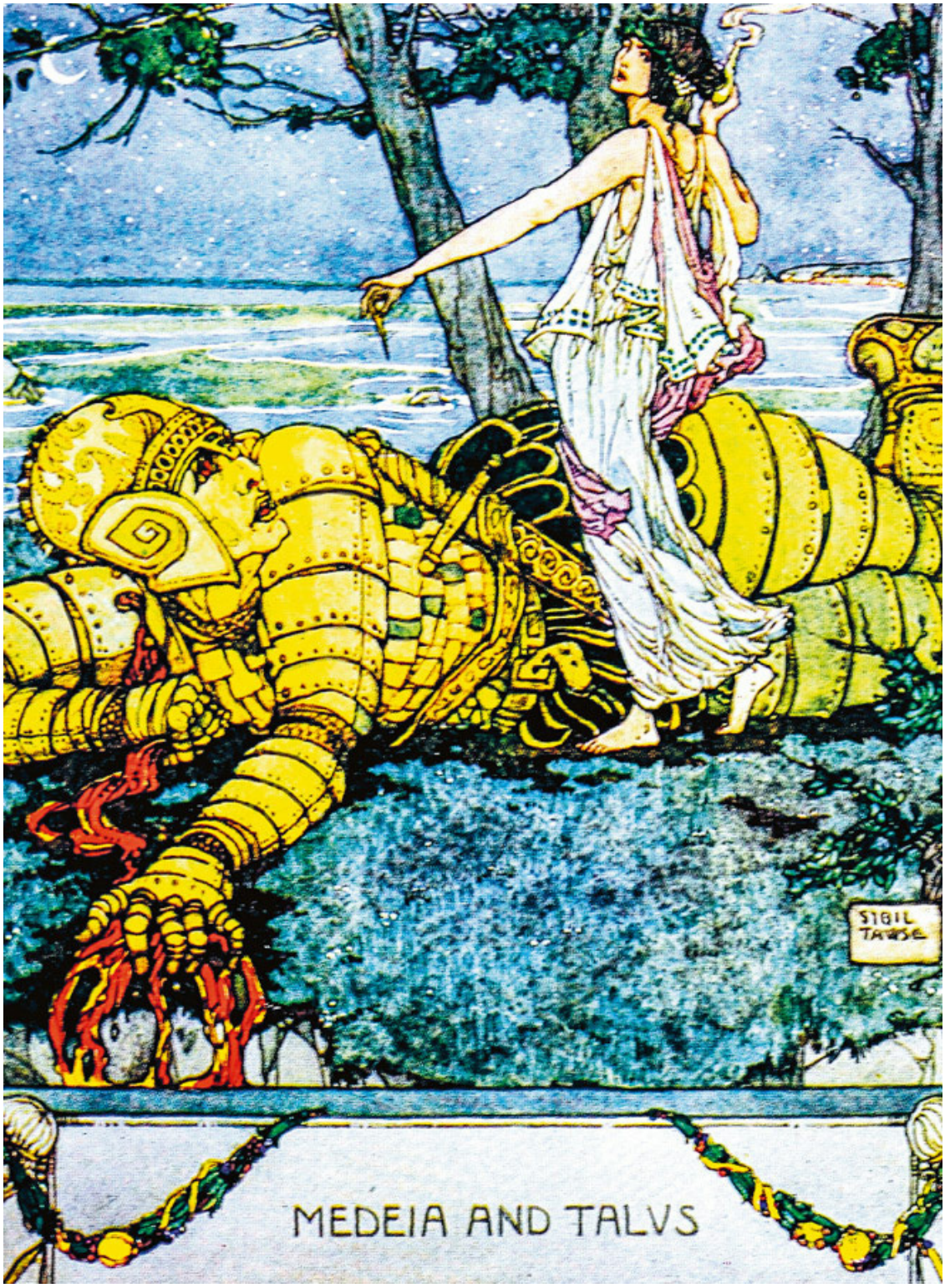
«Многим людям образ Талоса знаком по его воплощению в виде бронзового гиганта в фильме 1963 г. „Ясон и Аргонавты“, – пишет Брайан Хотон. – Но откуда взялась идея Талоса и мог ли он быть первым роботом в истории?»

Согласно греческой мифологии, Талос был огромным бронзовым автоматоном («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 автоматоном, 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)



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. Основной инструмент 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)

[2] Пер. С. А. Жебелева.

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

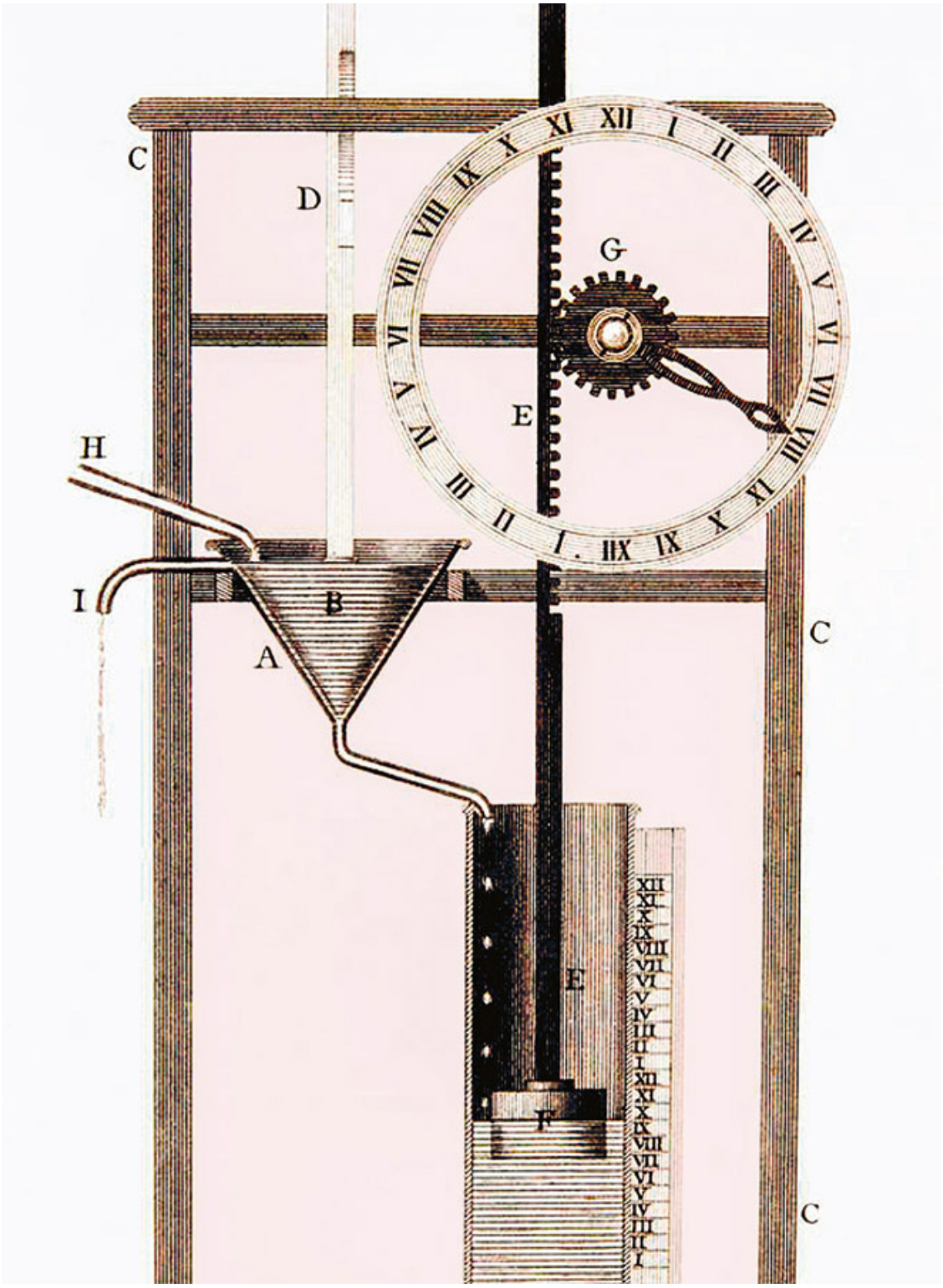
Водяные часы Ктесибия. Ок. 250 до н. э.

«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 временн*а*я 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 счеты – 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 абаки 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 счеты с костяшками, движущимися по спицам, появились не позднее 190 г. в Китае, где их называли *суаньпань*. В Японии такие счеты называются *соробан*.

В некотором смысле счеты можно назвать прообразом компьютера: как и компьютер, они позволяют быстро выполнять вычисления, связанные с торговыми операциями и техническими задачами. Претерпев небольшие изменения в конструкции, счеты 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)

Счеты оказали огромное влияние на человеческую цивилизацию. На протяжении многих веков они помогали людям быстро выполнять торговые и инженерные расчеты. Европейцы начали использовать счеты задолго до того, как перешли на индо-арабскую систему счисления.

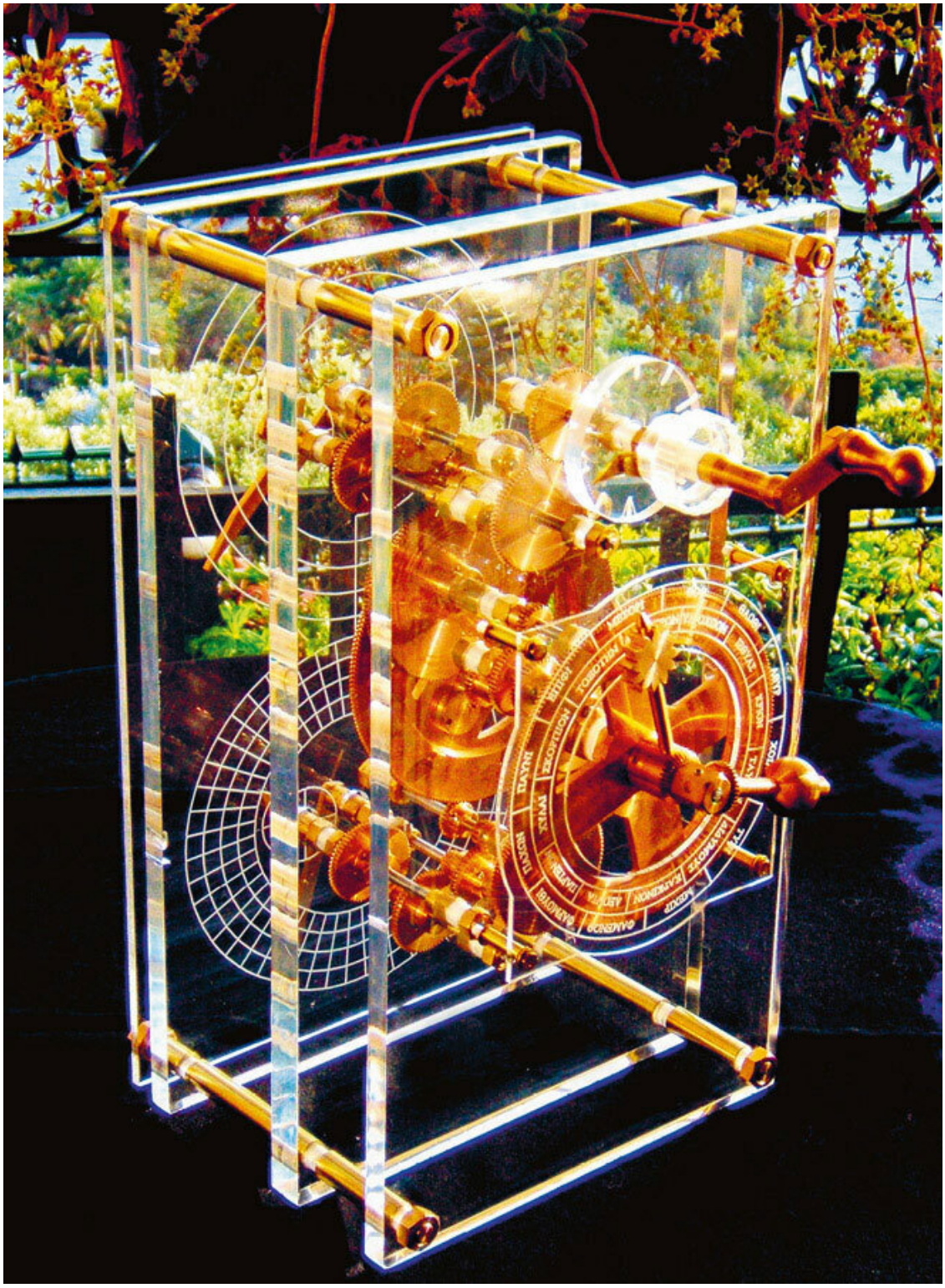
Антикитерский механизм. Ок. 125 до н. э.

В своей книге «Искусственный интеллект» психолог Алан Гарнэм, говоря об антикитерском механизме, отмечает: «Пожалуй, главным направлением развития, обусловившим появление ИИ, были попытки создать машины, которые избавили бы людей от монотонного умственного труда и в то же время устранили некоторые человеческие ошибки». Антикитерский механизм – это древнее вычислительное устройство с зубчатой передачей, которое использовалось для астрономических расчетов. Примерно в 1900 г. механизм обнаружили водолазы у берегов греческого острова Антикитера среди останков затонувшего древнего судна. Предположительно он был создан около 150–100 г. до н. э. Журналистка Джо Марчант рассказывает: «Среди спасенных сокровищ, отправленных в Афины, обнаружился бесформенный булыжник, на который поначалу никто не обращал внимания. Но затем он треснул, обнажив бронзовые шестеренки, стрелки и мелкие надписи на древнегреческом. Хитроумный механизм состоял из ювелирно выгравированных циферблатов, стрелок и по меньшей мере 30 соединенных между собой шестеренок. Ничего близкого по сложности не упоминалось в исторических источниках более тысячи лет, вплоть до появления астрономических часов в средневековой Европе».

На циферблате с передней стороны устройства, судя по всему, было по меньшей мере три стрелки: одна указывала на дату, а две другие – на положение Солнца и Луны. Вероятно, прибор также использовался для определения даты Олимпийских игр, предсказания солнечных затмений и определения движения планет.

В лунном механизме использовалась особая система бронзовых шестеренок, две из которых соединялись со слегка смещенной осью для определения положения и фазы Луны. Как мы знаем сегодня из законов движения планет Кеплера, Луна, вращаясь вокруг Земли, движется с разной скоростью (чем ближе к Земле, тем быстрее). Антикитерский механизм воспроизводил эту разницу – хотя древние греки не знали о том, что лунная орбита имеет форму эллипса. Марчант пишет: «Поворачивая ручку на коробке, можно было заставить время двигаться вперед или назад, чтобы увидеть состояние космоса сегодня, завтра, в прошлый вторник или через сто лет. Тот, кто владел этим устройством, должно быть, чувствовал себя властелином небес».

СМ. ТАКЖЕ Водяные часы Ктесибия (ок. 250 до н. э.), Счеты (ок. 190 до н. э.), Механический компьютер Бэббиджа (1822)



Современная реконструкция антикитерского механизма с воспроизведением рычагов и шестеренок.

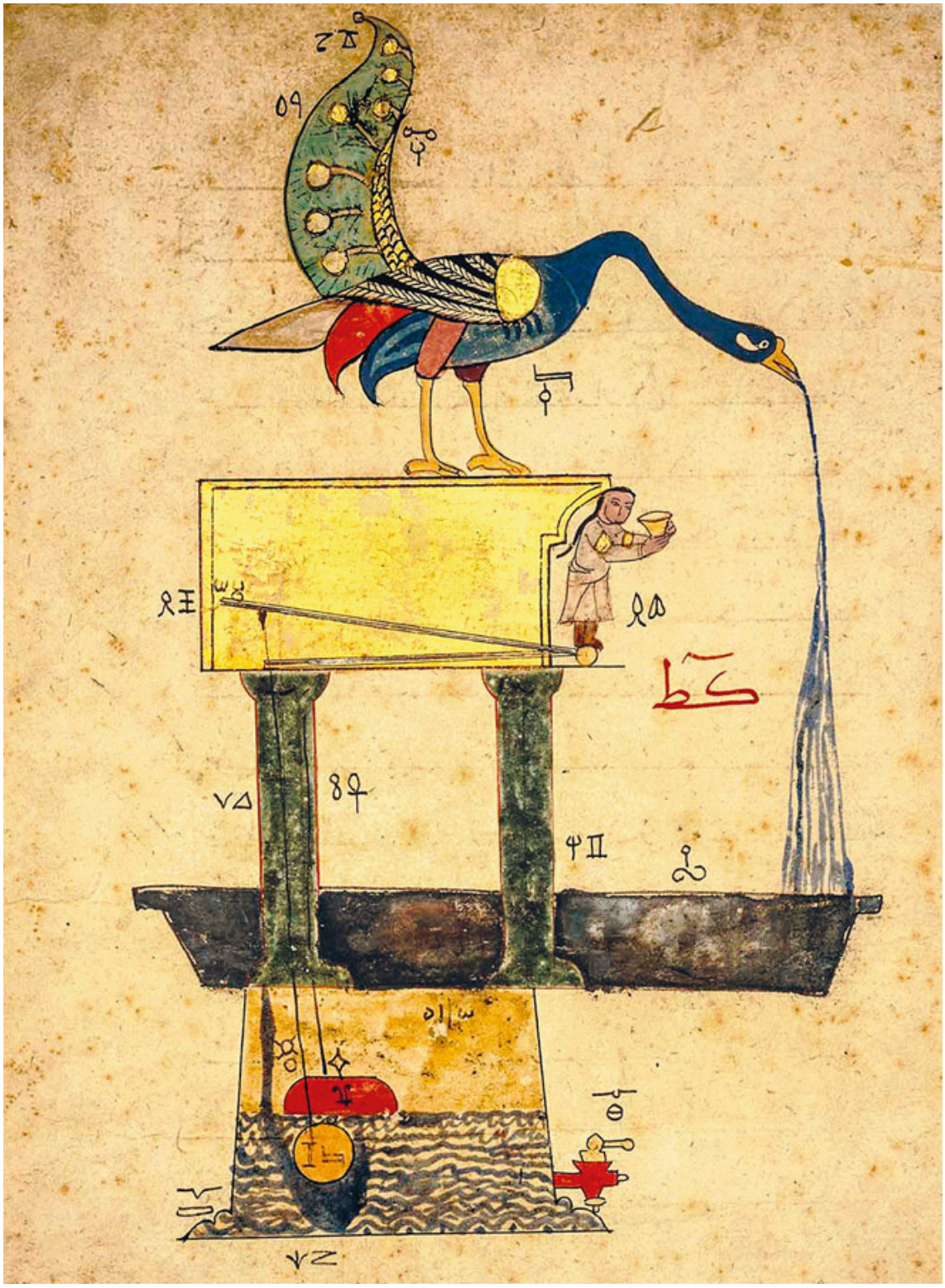
Автоматы Аль-Джазари. 1206

Эрудит, изобретатель, художник и инженер Исмаил Аль-Джазари (1136–1206) жил в эпоху Исламского возрождения. Он сменил своего отца на посту главного инженера во дворце Артуклу в Анатолии (на территории современного турецкого города Диярбакыр). Его трактат «Книга знаний об остроумных механических устройствах», написанный по просьбе правителя и увидевший свет в год смерти автора, содержит описания разнообразных механических устройств, созданных изобретателем, включая движущиеся автоматы в виде людей и животных (автоматоны), а также водоподъемные машины, фонтаны и часы. В процессе исследований и конструирования механизмов Аль-Джазари использовал распределительные и коленчатые валы, храповые механизмы и шестеренки, а также другие сложные устройства.

Среди его автоматов – павлины, приводимые в движение водой, «служанка», подающая напитки, и квартет из механических музыкантов, сидящих в лодке. За счет вращающихся стержней у роботов-музыкантов даже менялись выражения лиц. По предположению некоторых исследователей, движения этих роботов могли быть программируемыми, что говорит о высокой технической сложности механизмов. Конструкция «слоновых часов» Аль-Джазари включала в себя человекоподобного робота, бьющего по тарелке через равные промежутки времени, а также механическую птицу, которая щебетала, когда другой робот – писец – поворачивался, отмечая время своим пером. «Замковые часы» высотой 3,4 метра украшали пять механических музыкантов.

По словам английского инженера и историка Дональда Хилла (1922–1994), который перевел трактат изобретателя на английский язык, «невозможно переоценить значение трудов Аль-Джазари для истории техники. До начала Нового времени ни в одной культуре не появлялось другого такого документа, который содержал бы сопоставимое богатство инструкций по проектированию, изготовлению и сборке машин. Конечно, отчасти это объясняется социальной и культурной пропастью между теми, кто конструировал устройства, и теми, кто писал трактаты. Описывая машину, созданную необразованным мастером, ученый обычно уделял внимание конечному продукту; он не разбирался и не пытался разобраться в хлопотном деле строительства… Поэтому мы в большом долгу перед [работодателем Аль-Джазари] за возможность обладать уникальным документом».

СМ. ТАКЖЕ Водяные часы Ктесибия (ок. 250 до н. э.), Механический парк в Эдене (ок. 1300), Религиозные автоматоны (1352), Автоматоны Жаке-Дро (1774)



Замысловатая чаша с павлином из трактата Аль-Джазари «Книга знаний об остроумных механических устройствах» (бумага, непрозрачная акварель, золото и чернила).

Медные рыцари из легенды о Ланселоте. Ок. 1220

Простые образцы ИИ – механические люди и прочие существа – пользовались популярностью в средневековой Европе. Историк Элли Труитт пишет: «Золотые звери и птицы, музыкальные фонтаны и роботы-слуги поражали и пугали гостей… Автоматы возникали на пересечении естественных знаний (включая магические представления) и технологий, а границы между искусством и природой порой стирались». Реальные и вымышленные устройства, описанные в литературе того времени, составляют любопытную картину «взаимовлияния науки, технологий и воображения».

Вымышленные роботы упоминаются и в «Книге о Ланселоте Озерном» (ок. 1220) – старофранцузском повествовании о приключениях короля Артура и рыцарей Круглого стола, а также о тайном романе рыцаря Ланселота и Гвиневры, жены Артура. Под стенами страшного заколдованного замка Долороз-Гард Ланселот сражается с небольшой армией медных рыцарей-роботов. Проникнув в замок, он побеждает еще двух вооруженных мечами медных рыцарей, охраняющих комнату, где медная девушка держит ключи от заклятия. С помощью ключей Ланселот отпирает ящик, содержащий 30 медных трубок, из которых доносятся ужасающие звуки, и быстро засыпает. Проснувшись, он видит, что медная девушка лежит на полу, а рыцари-роботы развалились на куски.

Историк Джессика Рискин пишет: «Наряду с механическими рыцарями и девами из легенды о короле Артуре в литературе упоминались золотые, серебряные и медные дети, сатиры, лучники, музыканты, оракулы и великаны. У этих вымышленных искусственных существ было множество реальных аналогов. Европу позднего Средневековья и начала Нового времени заполняли настоящие механические люди и животные». Примерно в то же время, когда появилась история о Ланселоте и медных рыцарях, французский художник и инженер Виллар де Оннекур (работал ок. 1225 – ок. 1250) сконструировал механического орла, который поворачивал голову к дьякону, когда тот читал Евангелие. Рискин отмечает, что эти реалистичные автоматы создали предпосылки для появления в XVII в. научных и философских концепций, по которым живые существа рассматривались как машины.

СМ. ТАКЖЕ Талос (ок. 400 до н. э.), Механический парк в Эдене (ок. 1300), Робот-рыцарь Леонардо да Винчи (ок. 1495), Голем (1580), Тик-Ток (1907)

Ланселот сражается с медными рыцарями-автоматами, чтобы проникнуть в замок Долороз-Гард. Человекоподобные рыцари часто изображались без одежды. (Иллюстрация из «Книги о Ланселоте Озерном», Франция, XV в. Париж, Национальная библиотека Франции, *MS Fr. 118, fol. 200v.*)

Механический парк в Эдене. Ок. 1300

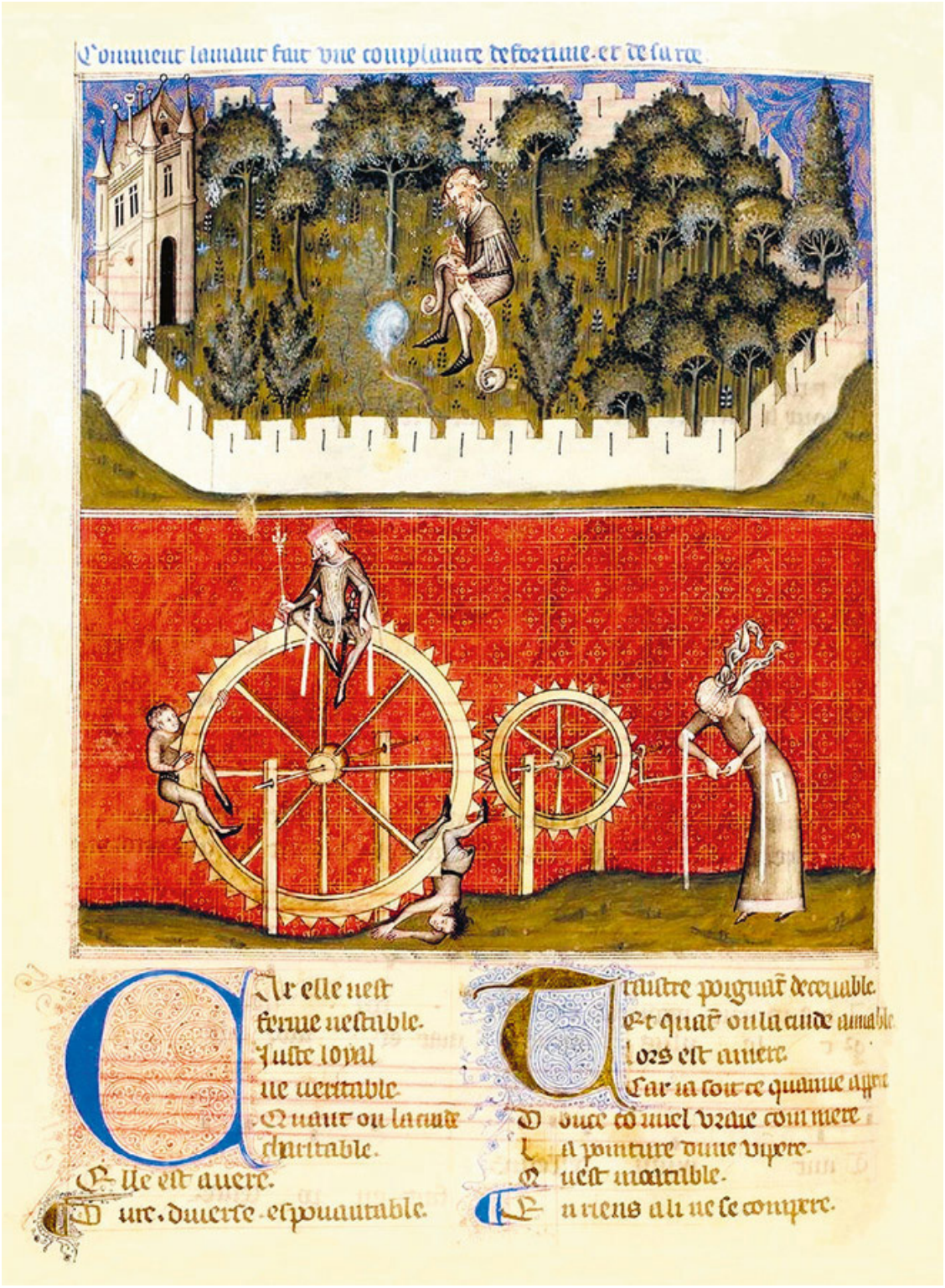
Примерно в 1300 г. парк в Эдене, области на северо-востоке Франции, превратился в знаменитое собрание реалистичных моделей людей и животных. Среди автоматов в Эдене были андроиды, обезьяны, птицы и устройства для отсчета времени. Первые машины в Эдене создавались по заказу Роберта II д'Артуа (1250–1302). В их числе был мост с шестью группами механических обезьян, для большей реалистичности покрытых барсучьей шерстью. Стену павильона украшала механизированная кабанья голова. Когда Роберт умер, его дочь Маго (1268–1329) стала покровительницей новаторских технологий и продолжала поддерживать «механизмы для развлечений» в рабочем состоянии. Так, в 1312 г. обезьян покрыли новым мехом и приделали им рога, чтобы сделать похожими на демонов.

Идея парка автоматов, возможно, была заимствована из исламской культуры – как и вымышленные роботы во французских рыцарских романах. Историк Скотт Лайтси пишет: «Парк в Эдене занимал важное место в европейской традиции искусственных чудес: на его примере можно видеть, как сверхъестественные явления вытеснялись мотивами придворной жизни… Технологические новшества позволяли воспроизводить в изысканных залах и увеселительных садах даже традиционные волшебные образы из рыцарских романов».

В последующие годы в Эденском парке появлялись новые механические диковины, включая деревянного отшельника, который беседовал с посетителями, говорящую сову и фонтаны с механическими птицами. Машущие лапами обезьяны и другие автоматы, скорее всего, управлялись весовыми и заводными механизмами и/или гидравликой.

Эти роботизированные устройства приглашали посетителей заглянуть в будущее, где автоматизация стала повсеместной. Историк Сильвио Бедини отмечает: «Роль автоматов в совершенствовании техники очень велика. Попытки воспроизводить жизнь механическими средствами привели к развитию принципов механики и к созданию сложных машин, которые выполняли изначальную задачу технологий – заменять или упрощать физический труд».

СМ. ТАКЖЕ Водяные часы Ктесибия (ок. 250 до н. э.), Автоматы Аль-Джазари (1206), Медные рыцари из легенды о Ланселоте (ок. 1220), Религиозные автоматоны (1352), Механическая утка де Вокансона (1738), Автоматоны Жаке-Дро (1774)



Парк в Эдене. Изображение обнесенного стеной Эденского сада (вверху). На иллюстрации с шестеренками (внизу) изображена Фортуна, вращающая механизм, который может быть аналогом одного из автоматов в Эдене. (Из книги Гийома де Машо «Снадобье Фортуны», Франция, ок. 1350–1356. Париж, Национальная библиотека Франции, *MS Fr. 1586, fol. 30v.*)

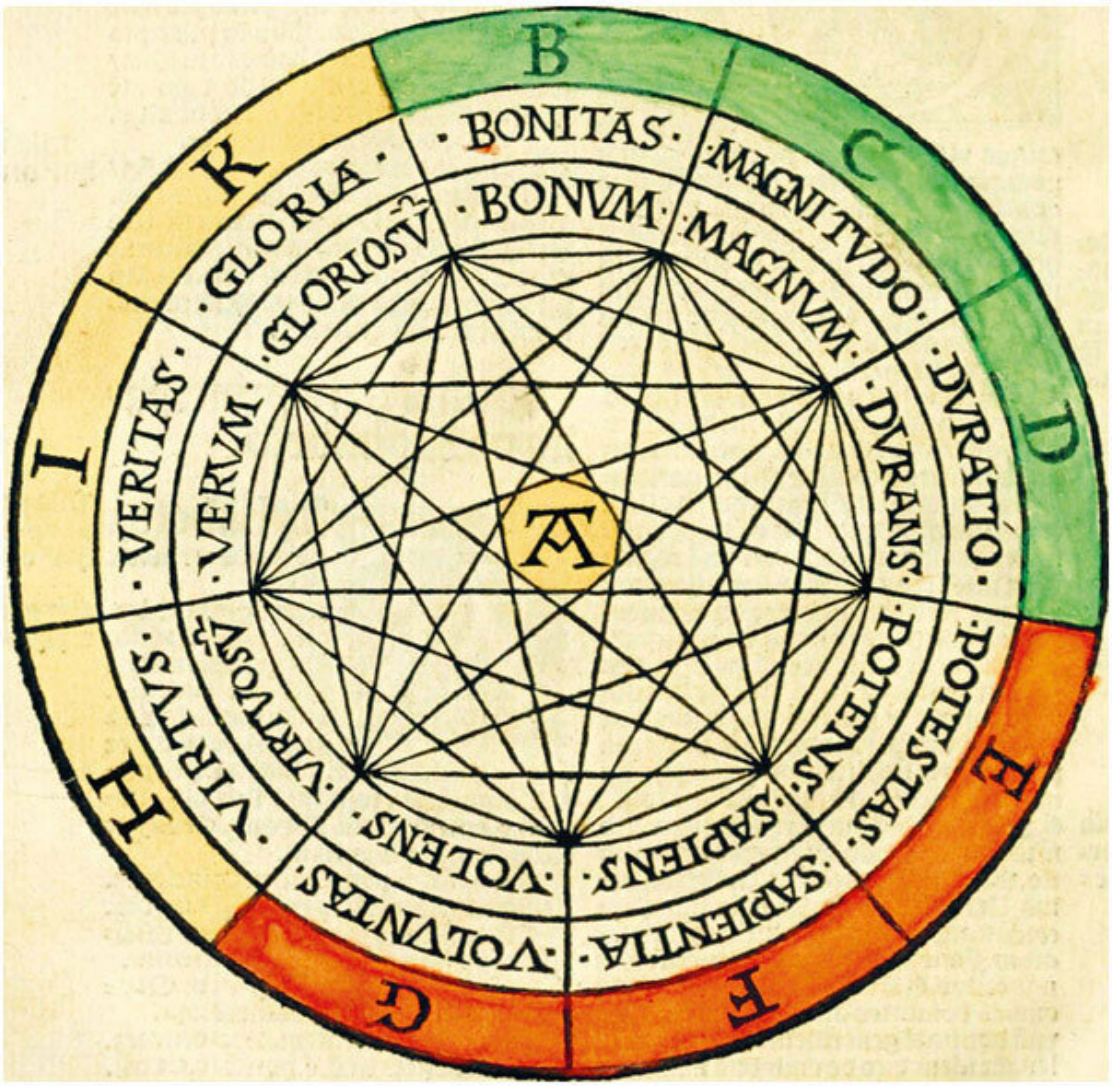
Ars Magna Раймунда Луллия. Ок. 1305

«Поиски искусственного интеллекта, как и все изыскания, начинаются с мечты, – пишет информатик Нильс Нильссон. – Люди издавна фантазировали о машинах с человеческими способностями: подвижных автоматах и мыслящих устройствах». Одно из самых ранних устройств в истории ИИ – луллианский круг. Каталонский философ Раймунд Луллий (или Рамон Льюль, ок. 1232 – ок. 1315) описал в своей книге *Ars Magna* («Великая наука», ок. 1305) бумажную конструкцию из вращающихся концентрических кругов с буквами и словами, написанными по периметру. Подобно механизму кодового замка, символы и слова могли выстраиваться в новые неожиданные комбинации, порождая фонтаны новых идей и логических ходов. Мартин Гарднер пишет: «Это была самая ранняя в истории формальной логики попытка использовать векторные диаграммы в поиске нематематических истин и первая попытка использовать механическое устройство – примитивную логическую машину – для упрощения работы логической системы».

По словам Георги Далакова, устройства Луллия для комбинаторного творчества – одна из первых попыток применить «логические средства для производства знания»: «Луллий крайне простым, но действенным способом доказал, что человеческую мысль можно описать и даже имитировать с помощью устройства. Это был маленький шаг к мыслящей машине». Представим себе Луллия, сидящего за столом при свечах и вращающего диски, чтобы соединить слова. Как пишет Кристина Мадей, он верил, что ему «откроется высшее знание и будут даны логические ответы на вопросы о религии и творении… [Он хотел] исследовать истины и производить новые доказательства с помощью этих комбинаторных устройств».

Немецкий энциклопедист и один из основателей математического анализа Готфрид Лейбниц (1646–1716) вдохновлялся работой Луллия, проводя изыскания в области формальной логики и создавая свой знаменитый арифмометр. Специалист по данным профессор Джонатан Грей пишет: «Первые ручейки загадочных комбинаторных фантазий Луллия и Лейбница постепенно уступили место вездесущим вычислительным технологиям, практикам и стандартам, ныне вплетенным в ткань нашей жизни. Мы пока еще не до конца осознаем их влияние… независимо от того, работают ли машины так, как мы себе представляем».

СМ. ТАКЖЕ Станок для написания книг в Лагадо (1726), Машинное творчество (1821), «Кибернетическая проницательность» (1968)



Один из наборов вращающихся дисков и комбинаций из книги *Ars Magna* Раймунда Луллия. (Из *Illuminati sacre pagine p[ro]fessoris amplissimi magistri Raymundi Lull*, 1517.)

Религиозные автоматоны. 1352

В Европе периода позднего Средневековья и раннего Нового времени появилось множество самых разных автоматонов, связанных с христианской церковью, – от подвижных статуй Христа до механических дьяволов и фигур Сатаны, которые издавали звуки и высовывали языки. Например, в XIV в. в английском аббатстве Боксли в Кенте хранился «крест благодати» – механическая фигура распятого на кресте Иисуса, у которой двигались глаза, губы и другие части тела. Ангелы-автоматоны и механизированные сцены библейских событий стали распространенным явлением в конце XV в. Профессор истории Джессика Рискин пишет: «Автоматоны были привычными элементами повседневной жизни. Они появлялись в церквях и соборах и распространялись оттуда повсеместно. Миссионеры-иезуиты везли их в Китай в качестве подношений, чтобы подчеркнуть величие христианской Европы».

Особый интерес представляют астрономические часы в Страсбургском соборе Нотр-Дам в Эльзасе (Франция). Их создание началось в 1352 г. На огромных часах сидел петух-автоматон, который в определенное время крутил головой, хлопал крыльями и кукарекал (для этого использовались воздуходувные меха и вибрирующая пластина). Среди прочего, часы украшали движущиеся фигуры ангелов. Приблизительно в 1547 г. эти часы были заменены новыми, но механический петух сохранился. Вторые часы перестали работать в 1788 г., но только в 1838 г. на их месте появились нынешние – с новыми механизмами взамен старых.

Помимо автоматонов, на страсбургских часах имеется вечный календарь (с механизмом для определения дней Пасхи), устройство для отображения солнечных и лунных затмений и многое другое. В 1896 г. писательница Фэнни Коу сравнивала страсбургские часы с маленьким театром: «Множество людей и животных играют там свои небольшие роли… Ангелы отбивают круглые часы, а в полдень и полночь из дверей выходят ростовые фигуры Христа и двенадцати апостолов… Затем позолоченный петух на башенке часов хлопает крыльями и кукарекает».

Ученый Джулиус Фрейзер отмечает: «Календарная наука и часовое мастерство совершенствовались, позволяя создавать артефакты, объясняющие и прославляющие христианский мир… [Они были] предвестниками будущего стремления поставить труд ученых и ремесленников на службу земному благу людей».

СМ. ТАКЖЕ Автоматы Аль-Джазари (1206), Механический парк в Эдене (ок. 1300), Автоматоны Жаке-Дро (1774)

Астрономические часы в Страсбургском соборе Нотр-Дам в Эльзасе (Франция). В верхнем левом углу – механический петух.

Робот-рыцарь Леонардо да Винчи. Ок. 1495

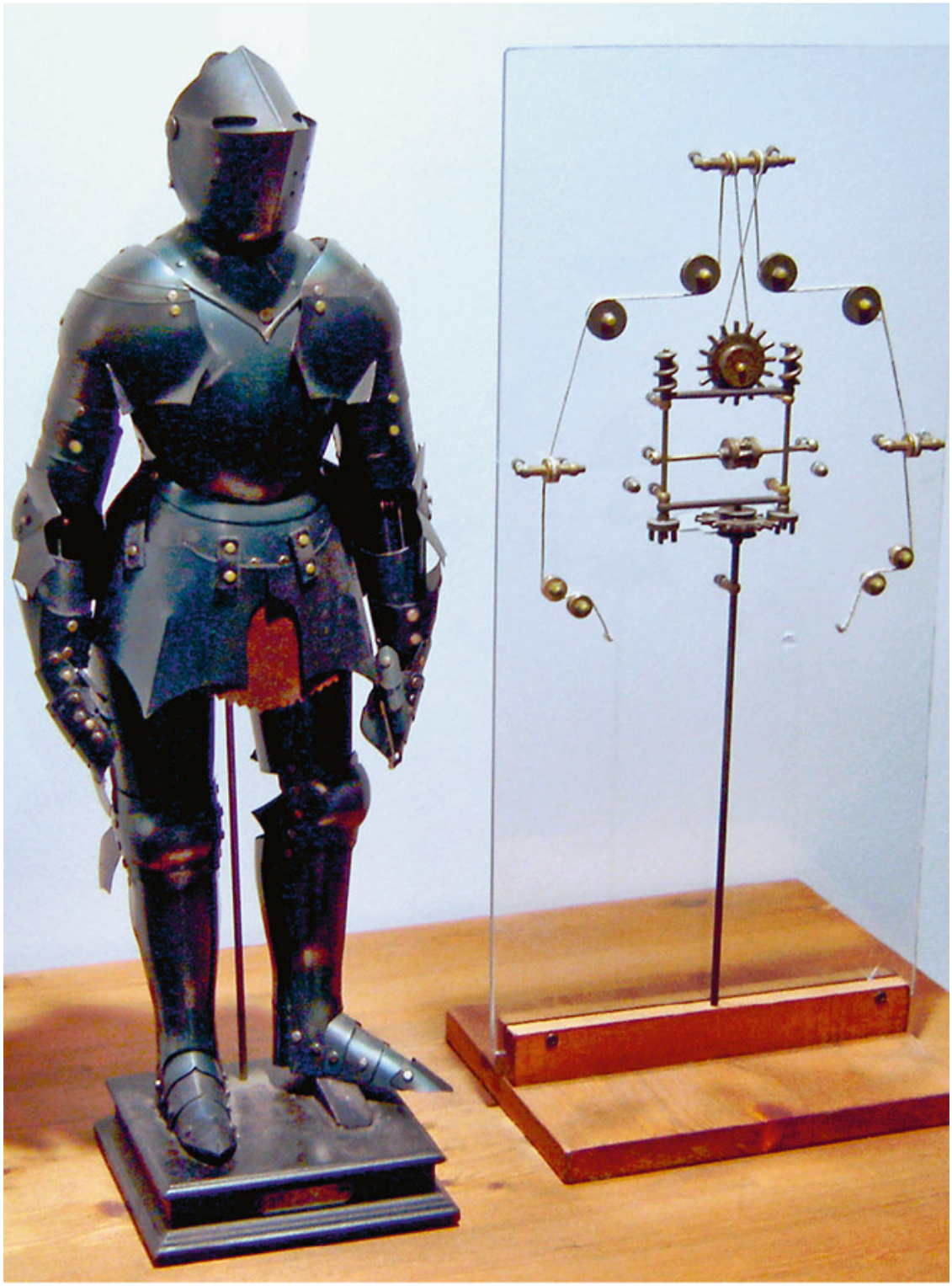
«Закованный в доспехи робот-рыцарь да Винчи мог садиться и вставать, разводить руки и сводить их в хватательном движении; поворачивать голову на гибкой шее и поднимать забрало – возможно, чтобы явить миру жутковатую физиономию. Созданный из дерева, латуни (или бронзы) и кожи, он управлялся с помощью тросов», – пишет инженер-робототехник Марк Розгейм.

Интересы Леонардо да Винчи (1452–1519), итальянского гения эпохи Ренессанса, простирались от живописи и архитектуры до анатомии и инженерного искусства. Среди прочего, в его дневниках можно найти описания и эскизы музыкальных инструментов, кривошипных механизмов и вышеупомянутого механического рыцаря, который был нарисован примерно в 1495 г. Это изображение содержится в «Атлантическом кодексе» (*Codex Atlanticus*) – двенадцатитомном собрании рисунков и сочинений да Винчи. Благодаря шарнирным соединениям у робота-рыцаря были подвижные руки, нижняя челюсть и голова, а внутренний механизм включал систему блоков для приведения их в действие. Ренессансный андроид был облачен в немецко-итальянские средневековые доспехи, мог садиться и вставать и был оснащен несколькими системами зубчатых передач, позволявшими отдельно управлять верхней и нижней частями тела. У Леонардо также встречаются чертежи других автоматов, например механических птиц и повозок.

Хотя мы не знаем, был ли механический рыцарь Леонардо сконструирован на самом деле, подобные роботы могли вдохновлять других изобретателей, таких как итало-испанский инженер Хуанело Турриано (ок. 1500–1585). С помощью системы тросов и блоков Турриано изготовил механическую копию францисканского проповедника Диего для короля Филиппа II Испанского – тот считал, что монах исцелил принца Карлоса от тяжелой травмы головы. Заводной Диего, приводимый в движение пружиной и ключом, ходил, жестикулируя и приоткрывая рот в безмолвной молитве. Сейчас он хранится в Смитсоновском институте в Вашингтоне – и все еще работает.

Размышляя о рыцаре-роботе да Винчи, Синтия Филлипс и Шана Прайвер пишут: «Проект робота Леонардо стал венцом его исследований в области анатомии и геометрии. Как лучше всего объединить механику и человеческое тело? Он взял пропорции и закономерности, характерные для римской архитектуры, и применил их к движениям и поведению, присущим живым существам. В каком-то смысле этот робот был ожившим витрувианским человеком».

СМ. ТАКЖЕ Талос (ок. 400 до н. э.), Медные рыцари из легенды о Ланселоте (ок. 1220), Тик-Ток (1907), Подвижный робот Электро (1939)



Модель робота-рыцаря Леонардо да Винчи, а также его внутренние шестеренки, блоки и тросы.

Голем. 1580

Как писала газета *Forward*, «задолго до того, как Стивен Хокинг предупредил нас об опасности искусственного интеллекта, легенда о големе подспудно сообщала еврейскому народу о том же». Голем из еврейского фольклора – это ожившее существо, вылепленное из глины или грязи. Этот рукотворный «автоматон» демонстрирует несколько форм ИИ, и, как только «технологию активируют» и выпускают на волю, его становится трудно контролировать. Пожалуй, самый знаменитый голем – тот, которого якобы создал в 1580 г. пражский раввин Иехуда Лёв Бен Бецалель (ок. 1520–1609) для защиты евреев Пражского гетто от погромов. История пражского голема была записана несколькими авторами в 1800-х гг.

Обычно голема оживляли с помощью магических или религиозных слов. Согласно легендам, создатели этих существ писали имя Бога у голема на лбу или клали ему под язык глиняную табличку или листок бумаги с тем же словом. Некоторых големов оживляли, нанося им на лоб слово *emet* («истина» на древнееврейском). Стерев первую букву, чтобы получилось слово *met* (на древнееврейском «мертвый»), можно было обездвижить голема.

Согласно некоторым другим старым инструкциям, для создания голема требовалось сопоставить каждую букву еврейского алфавита с каждой буквой тетраграмматона *YHVH* (еврейского имени Бога), а затем произнести каждое из полученных сочетаний со всеми возможными гласными звуками. Тетраграмматон служил «ключом активации», позволяющим пробить брешь в реальности и побудить существо к действиям.

Слово «голем» встречается в Библии только один раз (Псалтирь 139: 16) и обозначает несформировавшееся тело. В современном переводе этот стих звучит так: «Зародыш мой видели очи Твои; в Твоей книге записаны все дни, для меня назначенные, когда ни одного из них еще не было»[3]. На древнееврейском *golem* может обозначать «бесформенную массу» или «неразумную» сущность, а в Талмуде это слово используется в значении «нечто несовершенное». Вот почему в литературе големы обычно изображаются немыми, но им можно поручать простые монотонные задачи. По сути, для создателя главная проблема заключалась в том, чтобы придумать, как в конце концов заставить голема остановиться.

СМ. ТАКЖЕ Талос (ок. 400 до н. э.), Медные рыцари из легенды о Ланселоте (ок. 1220), «Франкенштейн» (1818)

[3] В православной традиции этот псалом фигурирует под номером 138.

Пражский Голем. На картине российско-чешского художника Евгения Иванова изображены голем (крупная фигура в центре) и раввин Лёв Бен Бецалель, сидящий у него на плече.

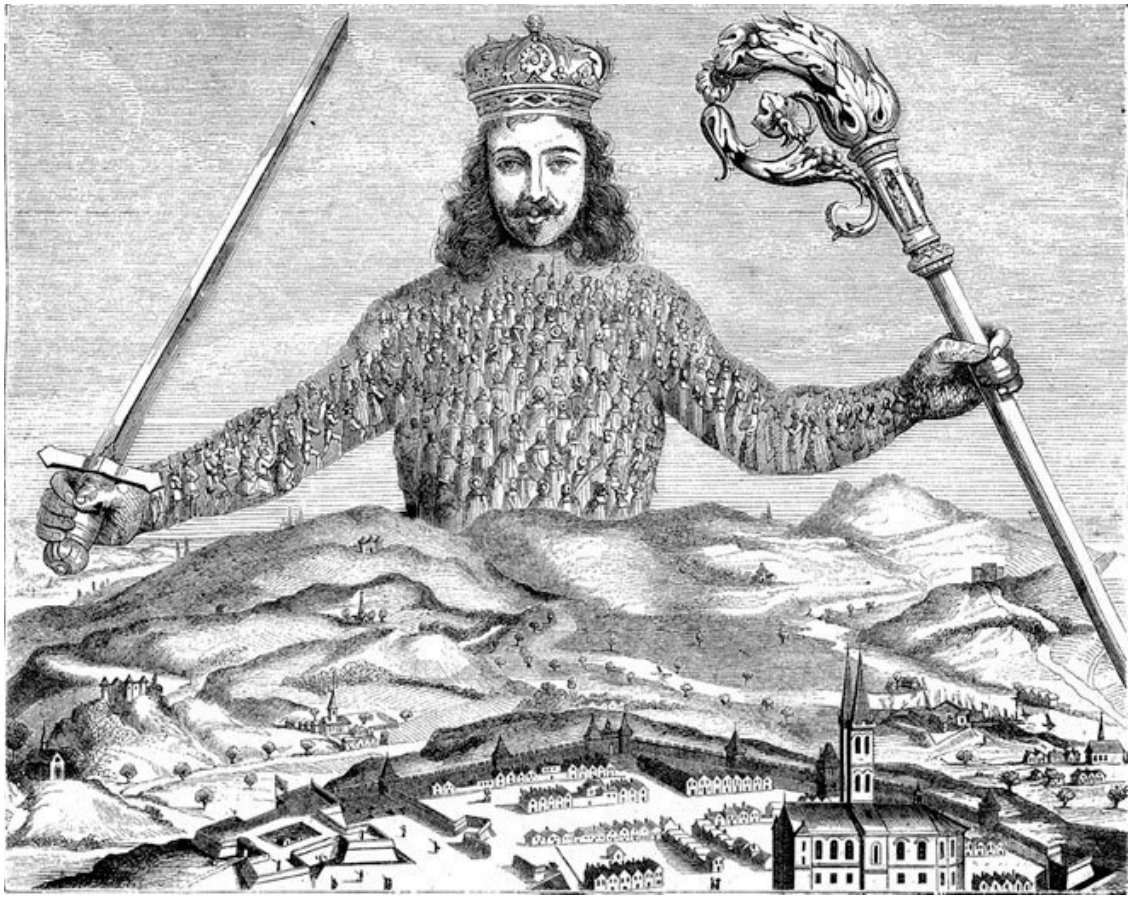
«Левиафан» Гоббса. 1651

В 1651 г. английский философ Томас Гоббс (1588–1679) написал трактат «Левиафан», посвященный структуре общества и его взаимоотношениям с государством. В книге приводится ряд тезисов, которые побудили историка науки Джорджа Дайсона назвать Гоббса патриархом искусственного интеллекта. Например, во введении Гоббс сравнивает тело с механическим двигателем: «Человеческое *искусство* подражает природе (искусству, при помощи которого Бог создал мир и управляет им)… и в том отношении, что человек может создать искусственное животное. Ибо наблюдая, что жизнь есть лишь движение членов, начало которому дается в какой-нибудь основной внутренней части, разве не можем мы сказать, что все *автоматы* (механизмы, движущиеся при помощи пружин и колес, как, например, часы) имеют искусственную жизнь? В самом деле, что такое *сердце*, как не *пружина*? Что такое *нервы*, как не множество *тросов*, а *суставы* – как не множество *колес*, сообщающих движение всему телу?..»

Согласно Гоббсу, когда человек рассуждает, он совершает аналитические вычисления и манипуляции сродни сложению и вычитанию: «Под рассуждением [мышлением] я подразумеваю вычисление. Вычислять – значит либо подсчитывать сумму многих вещей, собранных вместе, либо выяснять, что остается, когда одна вещь отнимается от другой».

Дайсон задается вопросом: «Если размышления можно свести к арифметике, с которой механизмы справлялись еще во времена Гоббса, то способен ли механизм размышлять? Могут ли машины думать?» А вот размышления специалиста по компьютерным архитектурам Дэниела Хиллиса по поводу создания искусственного разума, способного самостоятельно мыслить: «Некоторых пугают механистические интерпретации человеческого разума, и таким людям наше неведение идет во благо: мы не знаем, как простейшие импульсы превращаются в сложные и непредсказуемые системы, и это создает некую успокаивающую дымку. Хотя у отдельных компьютеров и программ развиваются элементы ИИ, Левиафан искусственного разума с большей вероятностью возникнет в создаваемых нами крупных сетях (или в сети как таковой)».

СМ. ТАКЖЕ Мельница Лейбница (1714), «Мастер красоты» (1844), «Дарвин среди машин» (1863), «Гигантские мозги, или Машины, которые думают» (1949), «Человеческое использование человеческих существ» (1950)



Фронтиспис «Левиафана» Томаса Гоббса с гравюрой французского художника Абрахама Босса (1604–1676).

Мельница Лейбница. 1714

Если мы считаем, что сознание – это результат комбинаций и динамических взаимосвязей клеток мозга и их компонентов, то наши мысли, эмоции и воспоминания можно воспроизвести с помощью деталей конструктора *Tinkertoy*®. Конечно, чтобы отразить всю сложность нашего разума, эта конструкция должна быть очень большой – но что, если все-таки можно создать такой сложный механизм, подобный компьютеру для игры в крестики-нолики из 10 тысяч деталей *Tinkertoy*? Теоретически наш разум мог бы материализоваться даже в движении листьев или в полете стаи птиц. В 1714 г. немецкий философ и математик Готфрид Лейбниц описал в трактате «Монадология» воображаемую машину размером с мельницу, способную мыслить и чувствовать. Если мы войдем внутрь, как в мельницу, то при осмотре «не найдем ничего внутри ее, кроме частей, толкающих одна другую, и никогда не найдем ничего такого, чем бы можно было объяснить восприятие»[4]. Аналогичным образом в будущем могут развиться сущности с ИИ, обладающие сознанием, даже не состоящие из органической материи.

Философ Ник Бостром (р. 1973) рассуждает об электронной клетке мозга: «Клетка мозга – это физический объект с определенными характеристиками. Если мы научимся воспроизводить их в электронном виде, тогда, несомненно, электронная мозговая клетка сможет выполнять те же функции, что и органическая. И почему бы полученной в итоге системе не обладать сознанием, подобно человеческому мозгу?»

Робототехник Ханс Моравек (р. 1948) пишет: «Мы сознательные существа, смоделированные на основе нейронного оборудования, но сознание проявляется лишь в интерпретации процессов, происходящих в сетях нейронов. Не реальные химические сигналы, а высокоуровневая интерпретация совокупности этих сигналов – вот что отличает сознание от прочих видов обработки данных, подобно представлению о ценности долларовой банкноты».

Возможно, ваш мозг точно так же мог бы функционировать, даже будучи разделенным на сотню маленьких коробочек, расположенных на большом расстоянии друг от друга и соединенных проводами или оптическими волокнами. Представьте себе, что левое и правое полушария вашего мозга находятся в километре друг от друга и соединены искусственным мозолистым телом. Вы ведь все равно останетесь собой, не так ли?

СМ. ТАКЖЕ Крестики-нолики (1300 до н. э.), «Левиафан» Гоббса (1651), Механическая утка де Вокансона (1738), Поиски души (1907), «Гигантские мозги, или Машины, которые думают» (1949), Жизнь в симуляции (1967)

[4] Пер. Е. Н. Боброва.

Если мы считаем, что сознание – результат комбинаций и динамических взаимосвязей нейронов и других клеток мозга, то наши мысли, эмоции и воспоминания могут быть воспроизведены в движениях веток и листьев или в полете стаи птиц. (Акварель Бенжависы Руангвари.)

Станок для написания книг в Лагадо. 1726

В «Путешествиях Гулливера», знаменитом романе англо-ирландского писателя Джонатана Свифта (1667–1745), изданном в 1726 г., упоминается механический станок для творческой работы. Возможно, это первое ИИ-устройство, подробно описанное в художественной литературе. Во время пребывания Гулливера в вымышленном городе Лагадо профессор показывает ему станок для создания художественных и технических книг и порождения интересных идей и объясняет, что «благодаря его изобретению самый невежественный человек с помощью умеренных затрат и небольших физических усилий может писать книги по философии, поэзии, политике, праву, математике и богословию при полном отсутствии эрудиции и таланта»[5].

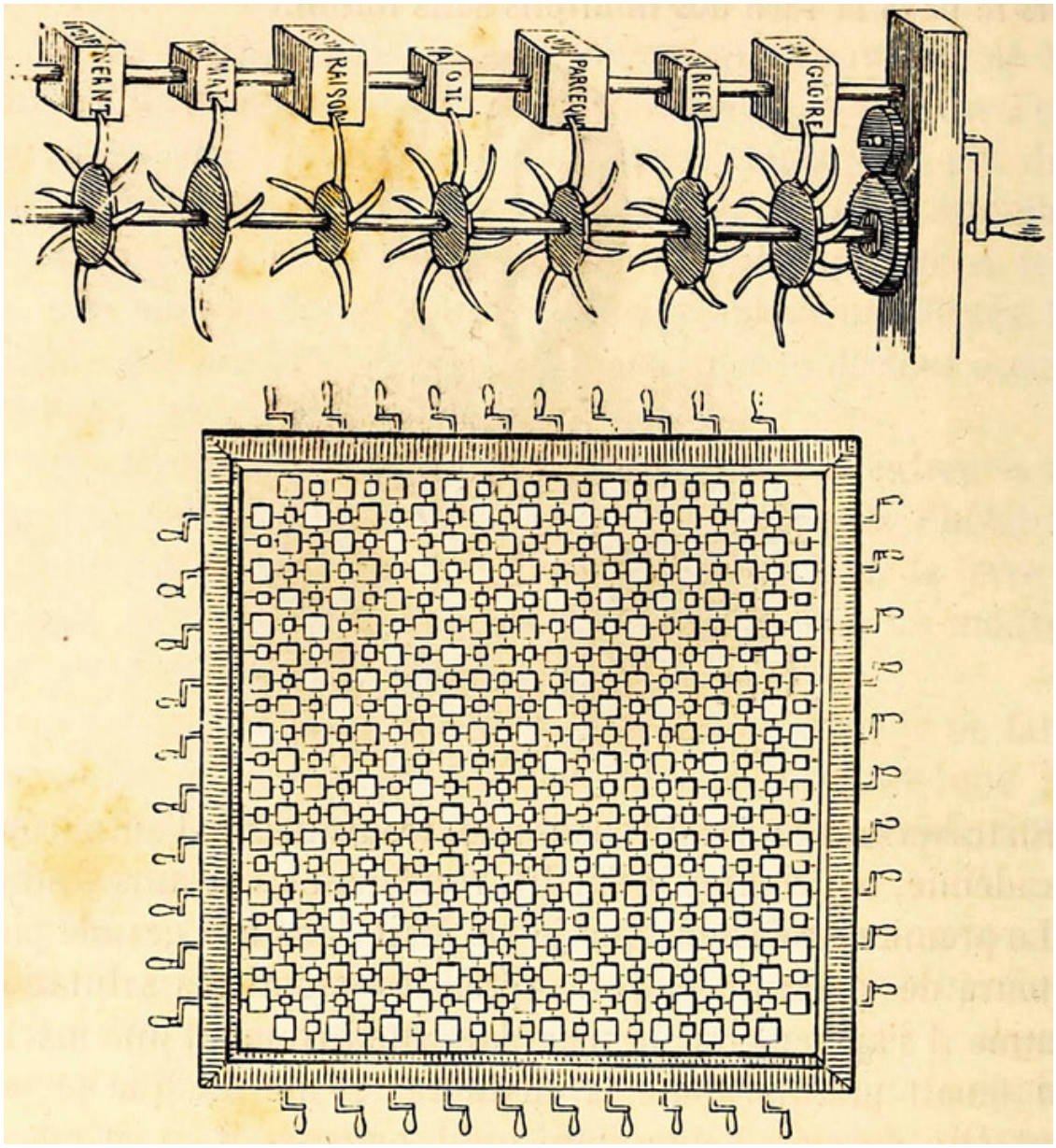
Профессор подводит Гулливера к раме, занимающей площадь в 20 квадратных футов, поверхность которой состоит из множества деревянных дощечек, «сцепленных между собой тонкими проволоками». Со всех сторон дощечки оклеены бумагой, на которой «написаны все слова их языка в различных наклонениях, временах и падежах, но без всякого порядка».

Гулливер так описывает работу устройства: «По его команде каждый ученик взялся за железную рукоятку, которые в числе сорока были вставлены по краям рамы, и быстро повернул ее, после чего расположение слов совершенно изменилось. Тогда профессор приказал тридцати шести ученикам медленно читать образовавшиеся строки в том порядке, в каком они разместились в раме; если случалось, что три или четыре слова составляли часть фразы, ее диктовали остальным четырем ученикам, исполнявшим роль писцов… После каждого оборота слова принимали все новое расположение, по мере того как квадратики переворачивались с одной стороны на другую».

Профессор Стэнфорда Эрик Вайс пишет: «Назначение [машины], заявления ее просвещенного изобретателя, его призывы к государственному финансированию, а также тот факт, что с ней работали ученики, позволяют отнести ее к ранним попыткам создания искусственного интеллекта и приводить в качестве примера из истории этой дисциплины». К более поздним примерам комбинаторного, случайного или смоделированного творчества в реальном мире относится *Racter* – компьютерная программа, которая сгенерировала тексты для книги «Борода полицейского наполовину сконструирована», опубликованной в 1984 г.

СМ. ТАКЖЕ *Ars Magna* Раймунда Луллия (ок. 1305), Машинное творчество (1821), «Кибернетическая проницательность» (1968)

[5] Пер. А. А. Франковского.



Станок для написания книг из Лагадо, изображенный французским художником Жаном Гранвилем (1803–1847). Иллюстрация из французского издания «Путешествий Гулливера» 1856 г.

Механическая утка де Вокансона. 1738

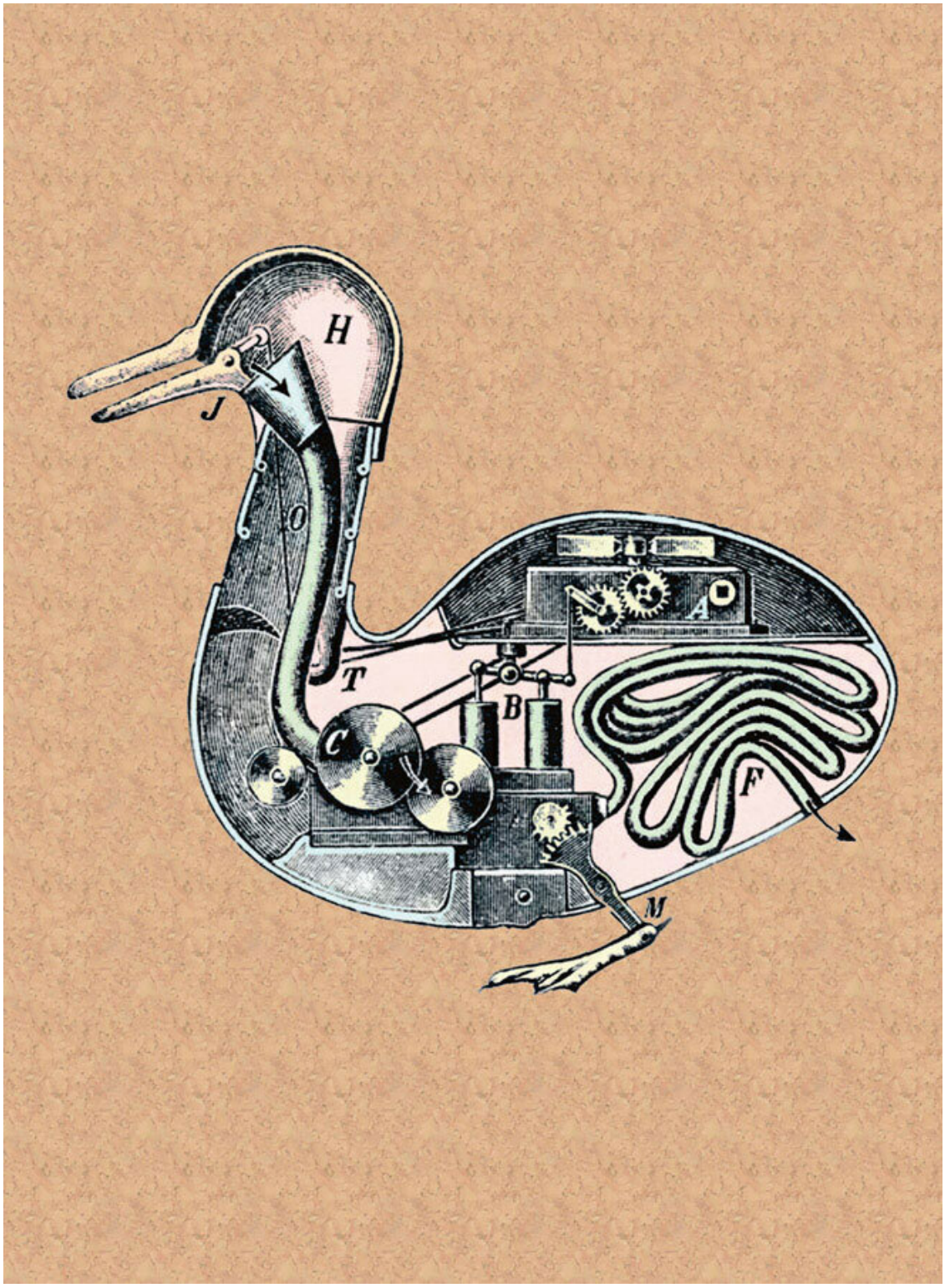
«В 1738 г. 29-летний французский часовщик Жак де Вокансон (1709–1782) выставил в саду Тюильри экспонат, который можно назвать одним из самых знаменитых роботов всех времен», – пишет американский нейробиолог Пол Глимчер. У утки де Вокансона были сотни движущихся частей и перьев. Она крутила головой, мутила воду клювом, хлопала крыльями, крякала, заглатывала пищу из рук смотрителя и весьма реалистично совершала множество других действий. Спустя несколько минут остатки «переваренной» пищи выводились наружу. Конечно, на самом деле утка ничего не переваривала: в ее хвост заранее незаметно загружалось некое подобие экскрементов. И все же этот разносторонний автоматон спровоцировал дискуссии о границе между живым и чисто механическим, а также о том, насколько эта граница может размываться по мере того, как роботизированные сущности становятся все более универсальными.

Со временем интерес к знаменитой «переваривающей утке» только возрастал, и это странное существо даже упоминается в известном романе Томаса Пинчона «Мейсон и Диксон», опубликованном в 1997 г. Там механическая утка обретает сознание и преследует французского шеф-повара, терроризируя его своим *bec de la mort* (клювом смерти).

Де Вокансон также создал необыкновенного робота-флейтиста, который издавал звуки благодаря нескольким мехам, соединенным с тремя духовыми каналами. Шестеренки и кулачковые механизмы приводили в действие рычаги, управлявшие пальцами, языком и губами музыканта. По словам историка Джессики Рискин, механический флейтист «был первым примером того, что в „Энциклопедии“ Дидро определялось как андроид, – то есть антропоморфной фигурой, выполняющей человеческие действия». В 1740-х гг. де Вокансон изобрел нечто более практичное – ткацкие станки для изготовления шелка. Увы, из-за этого ткачи взбунтовались и забросали его на улице камнями.

Глимчер отмечает: «Утка де Вокансона подняла перед обществом XVIII века давние вопросы, которые и сегодня не дают покоя нейробиологам: достаточно ли одних только механических взаимодействий, происходящих внутри каждого человека, чтобы производить те сложные модели поведения, которые все мы демонстрируем? Что именно делает нас людьми: сложность нашего поведения или особенности взаимодействующей материи, которая, по-видимому, его определяет?»

СМ. ТАКЖЕ Механический парк в Эдене (ок. 1300), Робот-рыцарь Леонардо да Винчи (ок. 1495), Мельница Лейбница (1714), «Паровой человек в прериях» (1868), «Большой черный страус Электрического Боба» (1893)



Популярное изображение утки-автоматона де Вокансона, появившееся в журнале *Scientific American* 21 января 1899 г. Хотя изображенный здесь механизм не вполне соответствует реальному внутреннему устройству утки, стрелка верно указывает на выходное отверстие.

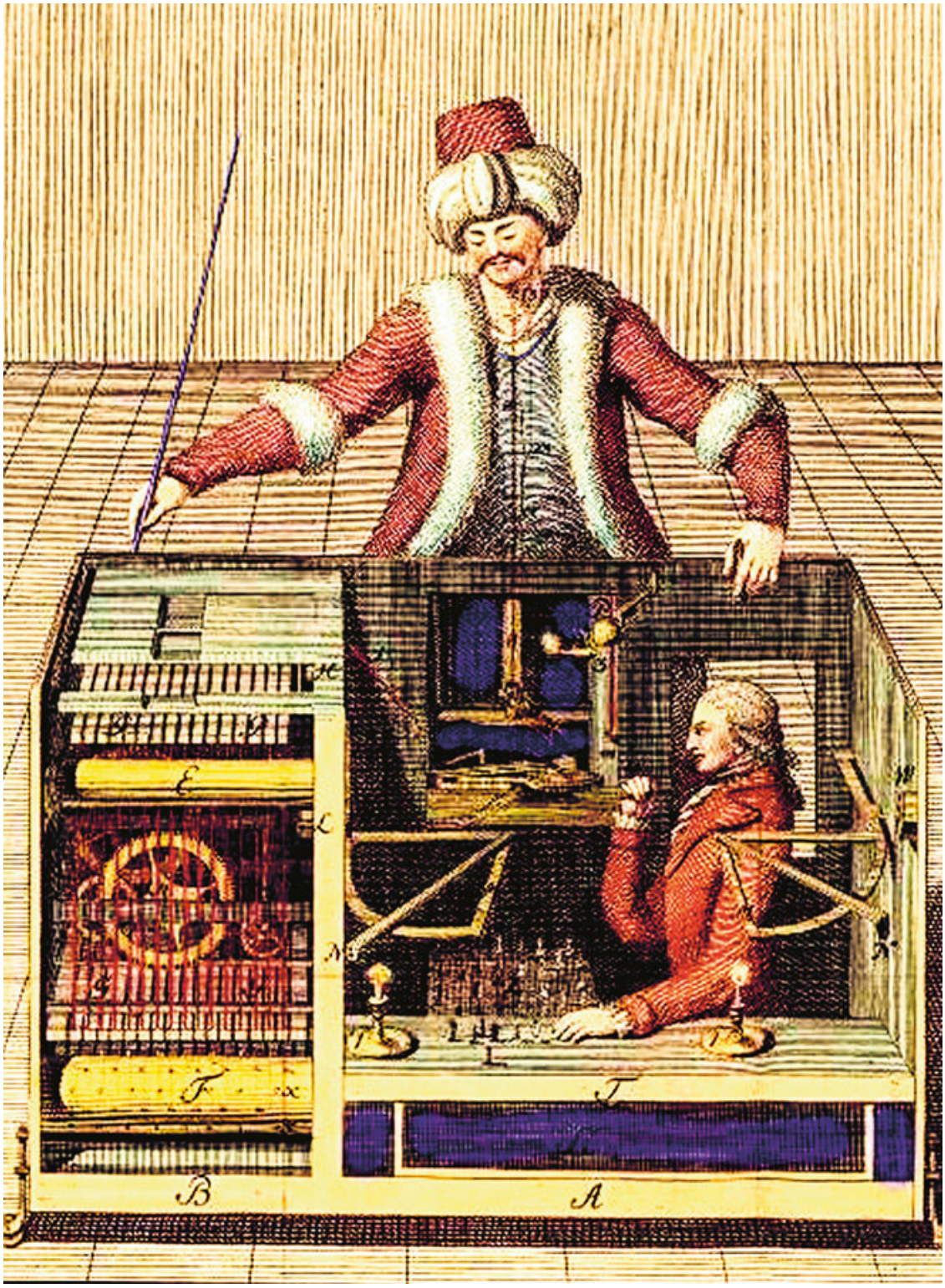
Механический турок. 1770

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 – с черной бородой, 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 разными частями тела андроида. Чтобы добавить таинственности, перед игрой Кемпелен открывал дверцы ящика, демонстрируя внутренний заводной механизм, за которым, казалось, негде было спрятаться человеку. Хотя многие догадывались, что турок – это лишь хитрый фокус, автомат все же заставлял людей задуматься, на что еще способны машины и какой человеческий труд они могли бы взять на себя.

О работе механического шахматиста было написано множество статей с неверными догадками. Например, Эдгар Аллан По ошибочно предполагал, что человек сидел внутри самого андроида. Интересно, что один из отцов современных компьютеров Чарльз Бэббидж, вероятно, вдохновлялся турком Кемпелена: начав разрабатывать механические вычислительные машины, он задавался вопросом, могут ли машины «думать» или, по крайней мере, выполнять очень сложные вычисления.

Элла Мортон отмечает: «Хотя успех [турка], по сути, был обусловлен действиями человека и элементами старомодной магии, его убедительно механическая природа вызывала удивление и беспокойство. Появившись в самый разгар промышленной революции, турок поднял непростые вопросы о природе автоматизации и возможности создания мыслящих машин. Дело в том, что турок, работавший, как казалось, на заводных механизмах… опровергал идею о том, что шахматы – „территория одного лишь разума“».

СМ. ТАКЖЕ Механический компьютер Бэббиджа (1822), «Слоны не играют в шахматы» (1990), Шашки и искусственный интеллект (1994), *Deep Blue* обыгрывает чемпиона мира по шахматам (1997)



Внутренний механизм турка согласно гипотезе Йозефа фон Ракница (1744–1818). (Из книги *Über den schachspieler des herrn von Kempelen und dessen nachbildung* [О Шахматисте господина фон Кемпелена и его копии], Лейпциг и Дрезден, 1789.)

Автоматоны Жаке-Дро. 1774

«Это могли быть огромные марионетки или высокие куклы-манекены, брошенные в панике, как я догадался, из-за какой-то чумы… которая пронеслась по городу и заставила жителей покинуть его. Я остался наедине с этими симулякрами любви… завороженный неподвижными блестящими глазами всех этих автоматонов», – писал романист Жан Лоррен (1845–1906).

Эти жутковатые мысли о натуралистичных автоматах напоминают о давнем увлечении человечества роботоподобными существами и об особой группе таких автоматонов, созданных в XVIII в. Учитывая сложность и программируемость этих андроидов, их можно назвать далекими предками компьютеров. Речь идет о трех устройствах, созданных часовщиком Пьером Жаке-Дро (1721–1790) между 1768 и 1774 гг. и привлекавших толпы поклонников: мальчик-писарь (состоящий примерно из 6000 деталей), девушка-музыкант (2500 деталей) и мальчик-художник (2000 деталей). Мальчик-писарь, макая гусиное перо в чернила, писал тексты длиной до сорока символов; содержание текстов программировалось на особом зубчатом диске. Время от времени андроид опускал перо в чернильницу, а выводя буквы, следил глазами за написанным.

Механическая девушка-музыкант играла на миниатюрном органе, по-настоящему нажимая на клавиши пальцами. Будто оживая, она весьма естественно двигалась, поводила головой и следила взглядом за руками. Она «дышала» даже до и после своих выступлений, а во время игры ее тело словно выражало эмоции, соответствующие мелодии. Мальчик-художник умел делать четыре наброска: собаку, портрет Людовика XV, Купидона, управляющего колесницей, и королевскую чету.

Эти автоматоны примечательны тем, что их механизмы скрыты внутри самих фигур (а не, например, в соседнем предмете мебели), поэтому их программируемость, реалистичность и миниатюрные размеры особенно восхищают. Конструировать их Пьеру Жаке-Дро помогали его сын Анри-Луи и приемный сын Жан-Фредерик Лешо, талантливый механик. По некоторым данным, позднее изобретатель изготовил две руки-протеза для человека с врожденными патологиями. По слухам, эти руки, облаченные в белые перчатки, были настолько универсальны, что с их помощью можно было писать и рисовать.

СМ. ТАКЖЕ Автоматы Аль-Джазари (1206), Механический парк в Эдене (ок. 1300), Религиозные автоматы (1352), Механическая утка де Вокансона (1738)

Механический мальчик-писарь, созданный Жаке-Дро, в Музее искусства и истории в Невшателе (Швейцария). Автоматоны работают и по сей день.

«Франкенштейн». 1818

«“Франкенштейн” был написан во время первой промышленной революции, – пишет Паоло Галло, директор по кадрам Всемирного экономического форума. – Это был период грандиозных перемен, которые у многих вызывали беспокойство и замешательство. В романе поднимались важные вопросы о взаимоотношениях человека и технологий: не создаем ли мы монстра, которого не сможем контролировать? Не утрачиваем ли мы человечность, сострадание, способность сопереживать и испытывать эмоции?»

Опасность, которую представляет особый вид ИИ, – одна из главных тем романа Мэри Шелли (1797–1851) «Франкенштейн, или Современный Прометей» (1818). Главный герой, ученый Виктор Франкенштейн, похищает со скотобоен и кладбищ куски неживой плоти, чтобы создать из них существо, которое впоследствии оживляет «искрой жизни». Он смотрит на свое творение как на эксперимент по достижению бессмертия: «Мне первому предстояло преодолеть грань жизни и смерти и озарить наш темный мир ослепительным светом. Новая порода людей благословит меня как своего создателя… Раз я научился оживлять мертвую материю, рассуждал я, со временем… я сумею также давать вторую жизнь телу, которое смерть уже обрекла на исчезновение»[6].

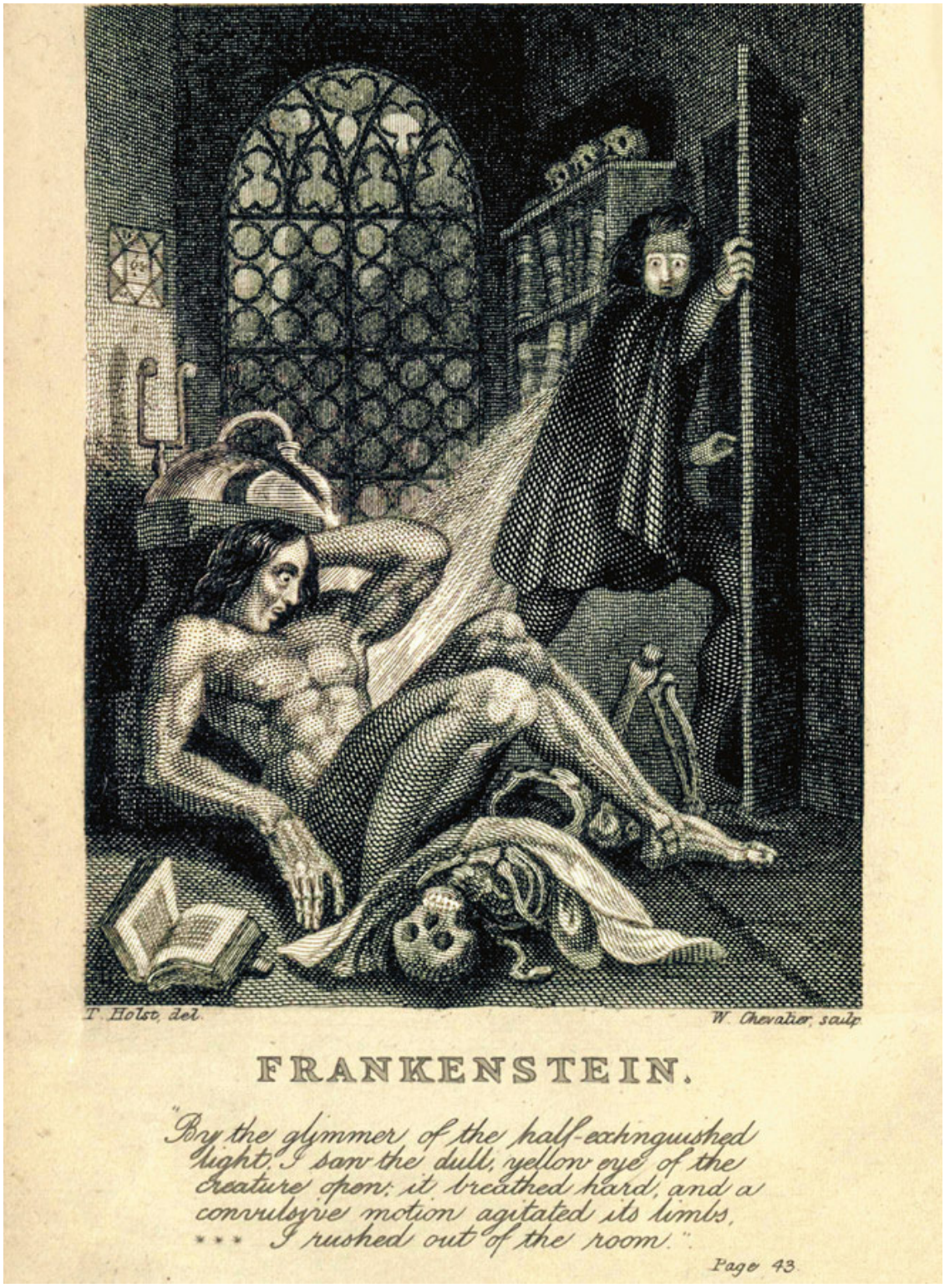
Мэри Шелли закончила свой роман, когда ей было 19 лет. Сюжетная идея пришла к писательнице во сне. В то время в Европе были популярны теории, согласно которым электричество играет большую роль в биологии и может быть использовано для оживления мертвых тканей. Известно также, что примерно в 1803 г. в Лондоне итальянский физик Джованни Альдини (1762–1834) предпринимал многочисленные публичные попытки оживления людей с помощью электричества.

Мотивами смерти и разрушения пронизан весь роман, в котором погибают многие персонажи. Так, Виктор уничтожает незавершенную женщину – подругу для монстра, а сам монстр (которого, кстати, в романе ни разу не называют Франкенштейном) убивает Элизабет, жену ученого. Виктор преследует свое творение до Северного полюса, где сам он умирает, а монстр клянется сжечь себя на своем погребальном костре.

Журналист Даниэль Д’Аддарио отмечает: «“Франкенштейн” строится на идее, что люди склонны отвергать искусственный разум как странный и неестественный. Во многом это объясняется отвратительным видом чудовища Франкенштейна… Но что произойдет, когда ИИ явится нам в более привлекательной и практичной сборке?»

СМ. ТАКЖЕ Талос (ок. 400 до н. э.), Голем (1580), «Паровой человек в прериях» (1868), *R.U.R.* (1920)

[6] Пер. З. Е. Александровой.



Фронтиспис издания «Франкенштейна» 1831 г., выпущенного в Лондоне издательством Генри Колберна и Ричарда Бентли.

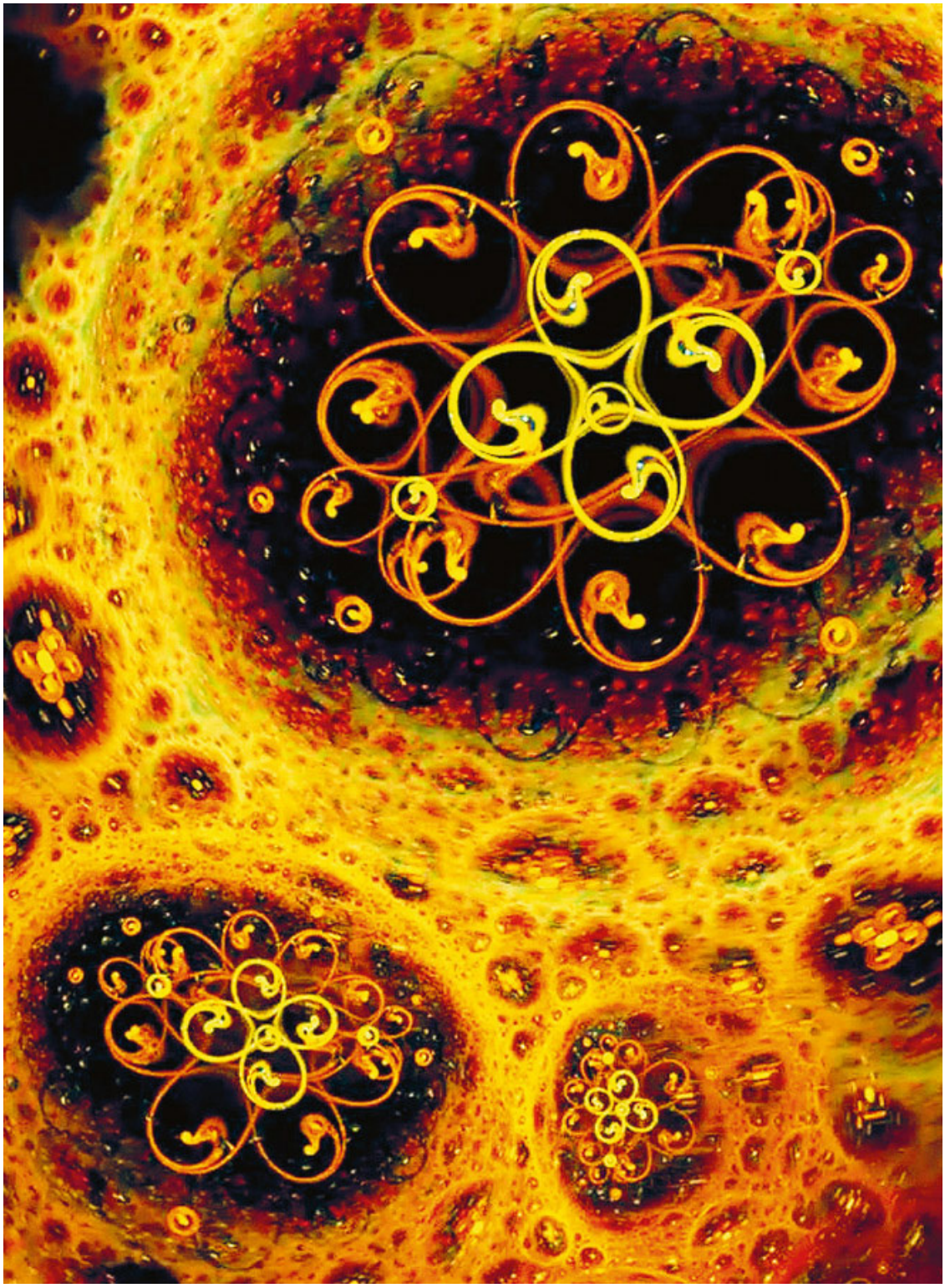
Машинное творчество. 1821

«Наше общество ревниво оберегает все, что связано с творчеством, – пишут Саймон Колтон и Герейнт Уиггинс, исследователи из вычислительного подразделения Голдсмитского колледжа. – Человеческое творчество опирается на весь спектр наших умственных способностей, поэтому его моделирование – серьезная техническая проблема. Нам кажется справедливым считать машинное творчество пределом возможностей ИИ – вероятно, его последним пределом».

У термина «машинное творчество» есть несколько значений. Мы подразумеваем под ним область разработки ИИ, в которой творчество моделируется с помощью компьютера или другой машины. Результаты такого моделирования часто кажутся оригинальными и потенциально полезными. К машинному творчеству также относят программы, расширяющие творческие возможности человека. Например, с помощью искусственных нейросетей и других инструментов можно писать музыку или картины в стиле известных художников. Порождающие состязательные сети (GAN, комбинации из двух соперничающих нейросетей) создают фотореалистичные изображения смоделированных лиц, цветов, птиц и интерьеров. С помощью машинного творчества создают новые формы визуального искусства, поэтические и прозаические произведения, математические теоремы, кулинарные рецепты, объекты патентования, игры и шахматные задачи, конструкции антенн и теплообменников и многое другое. Компьютер может порождать такие объекты, которые, будь они созданы человеком, считались бы актом творчества.

К числу ранних и простых примеров машинного творчества относится *компониум* – механический музыкальный орган, способный создавать огромное число вариаций на музыкальную тему. Его сконструировал в 1821 г. изобретатель Дитрих Винкель (1777–1826). У компониума было два цилиндра, которые поочередно исполняли два такта из случайно выбранного музыкального произведения. Выбор вариаций определял специальный маховик, выполнявший функцию программирующего устройства. По словам Винкеля, если бы каждое выступление длилось пять минут, то компониуму потребовалось бы больше 138 триллионов лет, чтобы воспроизвести все возможные музыкальные комбинации!

СМ. ТАКЖЕ *Ars Magna* Раймунда Луллия (ок. 1305), Станок для написания книг в Лагадо (1726), «Кибернетическая проницательность» (1968), Генетические алгоритмы (1975), Компьютерное искусство и *DeepDream* (2015)



«Электрическая овца». Эта абстрактная заставка для экрана была сгенерирована в рамках коллективного художественного проекта *Electric Sheep*, основанного Скоттом Дрейвсом. Так называемые «овцы» (узоры), наиболее популярные среди пользователей, живут дольше и размножаются при помощи генетического алгоритма, скрещиваясь и мутируя.

Механический компьютер Бэббиджа. 1822

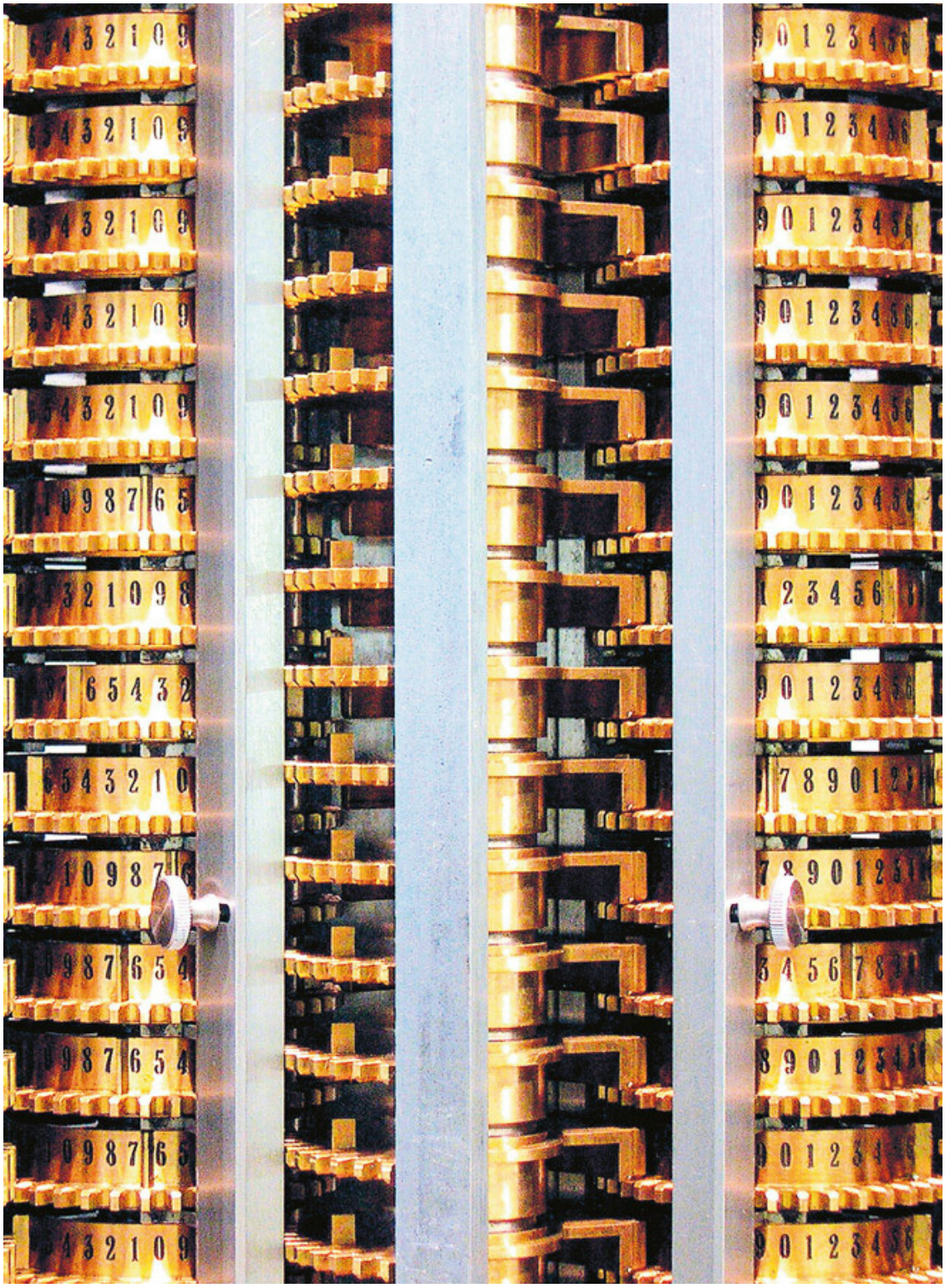
Чарльз Бэббидж (1791–1871) – английский математик, статистик и изобретатель. В 1819 г. он увидел механического турка, когда тот гастролировал по Англии и обыгрывал живых людей в шахматы. Конечно, Бэббидж наверняка догадывался, что турок был каким-то фокусом, но многие считают, что этот андроид вдохновил математика на размышления о других, более практичных думающих машинах и это стало первым шагом на пути к ИИ.

Бэббиджа часто называют самым выдающимся математиком-инженером в предыстории компьютеров. В частности, он создал грандиозный механический калькулятор с ручным приводом – прообраз современного компьютера. Бэббидж считал, что этот прибор будет особенно полезен при составлении математических таблиц, но его беспокоили ошибки, которые могут допустить люди, переписывая результаты с металлических барабанов (всего их было 31). Сейчас мы понимаем, что Бэббидж примерно на столетие опередил свое время и что общество и технологии его эпохи были недостаточно развиты для воплощения высоких мечтаний ученого.

Разностная машина Бэббиджа, работа над которой началась в 1822 г., но так и не была завершена, предназначалась для вычисления значений многочленных функций и состояла примерно из 25 тысяч механических деталей. Ученый также планировал создать устройство более общего назначения – аналитическую машину, которую можно было бы программировать с помощью перфокарт и у которой имелись бы отдельные участки для вычисления и сохранения результатов. Согласно расчетам, аналитическая машина, способная хранить тысячу пятидесятизначных чисел, имела бы длину более тридцати метров. Ада Лавлейс (1815–1852), дочь английского поэта Байрона, составила подробное описание аналитической машины и написала для нее программу. Хотя Аде помогал в этом Бэббидж, многие считают ее первым программистом в истории.

В 1990 г. Уильям Гибсон и Брюс Стерлинг написали роман «Машина различий», в котором изобразили возможные последствия появления механических устройств Бэббиджа в викторианском обществе. В конце романа описывается альтернативный 1991 г., в котором осознающий себя компьютер эволюционировал и, по-видимому, стал рассказчиком книги.

СМ. ТАКЖЕ Счеты (ок. 190 до н. э.), Механический турок (1770), ЭНИАК (1946)



Рабочая модель части разностной машины Чарльза Бэббиджа. В настоящее время хранится в лондонском Музее науки.

«Мастер красоты». 1844

«Мастер красоты» Натаниэля Готорна (1804–1864) – это первый в мире рассказ о роботе-насекомом, завораживающе прекрасный и примечательный поднятыми вопросами об ИИ и отношении к нему человечества. Рассказ, опубликованный в 1844 г. – задолго до изобретения электрической лампочки, – повествует о жизни талантливого мастера Оуэна Уорленда, который работает в часовой мастерской. Оуэн – тонко чувствующий молодой человек, тайно влюбленный в Энни Ховенден, дочь старого часовщика, хозяина мастерской. С самого детства ему хотелось «воссоздать ту первозданную красоту, которая присуща полету птиц и движениям маленьких животных»[7].

В конце концов Оуэну удается сделать механическую бабочку. Старый часовщик обнаруживает первую модель и едва не разрушает механизм, «хрупкий и миниатюрный, как внутренности бабочки». Он резко заявляет: «Оуэн, в этих звеньях, винтиках и колесиках какая-то черная магия».

В заключительной сцене рассказа Оуэн решает показать Энни свое новое творение. Бабочка «уселась на кончик Эннииного пальца, трепеща дивными пурпурными в золотых крапинках крыльями, словно собираясь продолжить полет. Никакими словами не передать ее красоты, сотворенной из блеска, великолепия, нежно-переливчатой яркости. В ней был воплощен идеал живой бабочки, созданной самой Природой, – но не блеклой, что летает среди земных цветов, а той, что носится над райскими лугами, радуя маленьких ангелов и души умерших младенцев.

– Красавица! Красавица! – воскликнула Энни. – Она живая? Живая?»

Насекомое летает по комнате и порхает вокруг головы Энни. История заканчивается печально для бабочки: беззаботный младенец давит ее, превращая в кучку крошечных блестящих обломков. Однако у Оуэна наступает некое прозрение: он понимает, что красота бабочки вечна.

Любопытно, что в 2015 г. в США был выдан патент № US9046884 на роботизированную бабочку, способную чувствовать, реагировать и двигаться в соответствии с эмоциональным состоянием человека, чтобы улучшать его настроение.

СМ. ТАКЖЕ Механическая утка де Вокансона (1738), Автоматоны Жаке-Дро (1774), Тик-Ток (1907), «Искусственный разум» Спилберга (2001)

[7] Пер. Э. Л. Линецкой.

В рассказе «Мастер красоты» описано создание прекрасной и хрупкой механической бабочки, обладающей как реалистичными, так и мистическими свойствами.

Булева алгебра. 1854

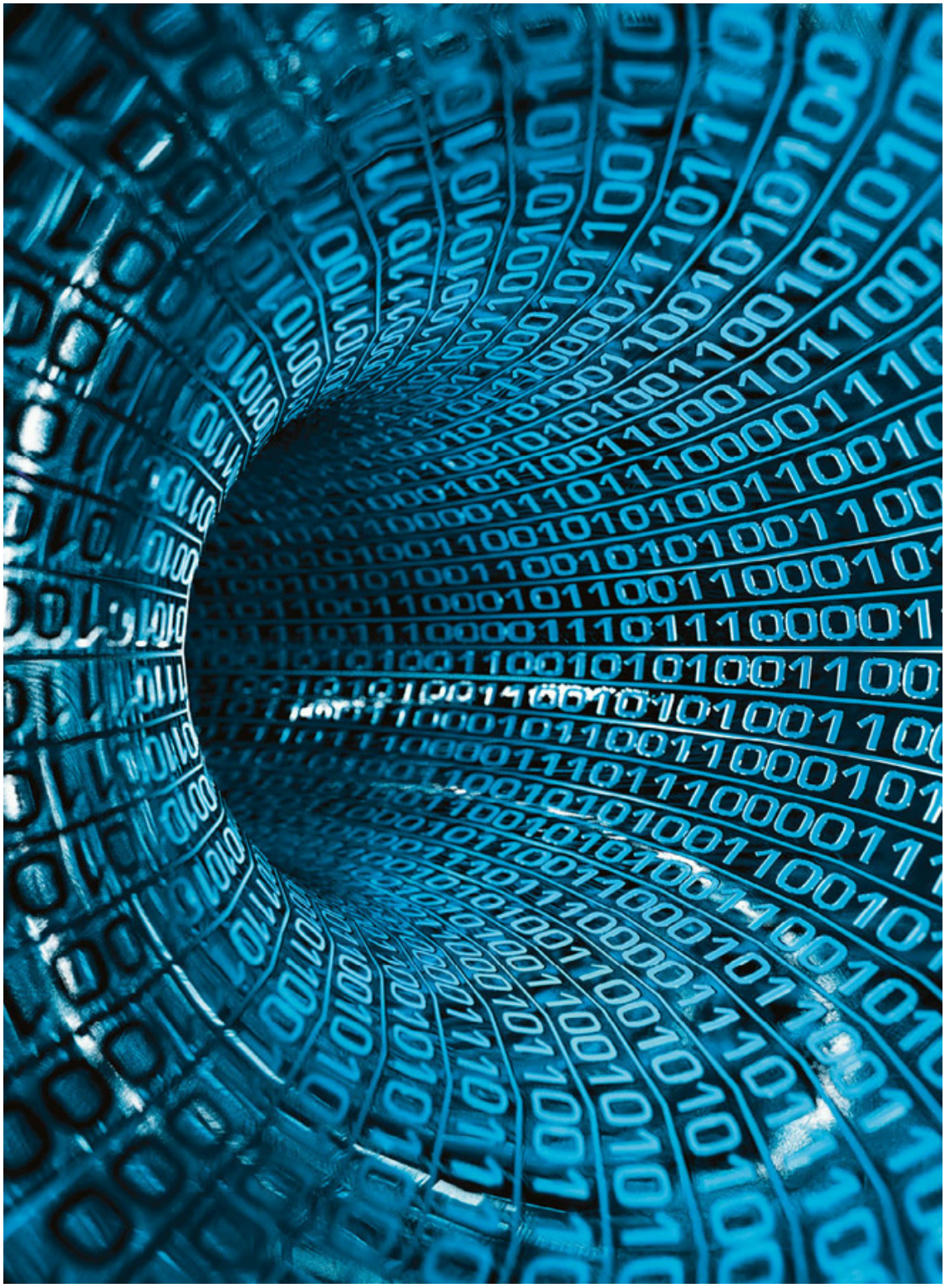
В 200-ю годовщину со дня рождения английского математика Джорджа Буля (1815–1864) журналист Джеймс Титкомб назвал его «первым теоретиком искусственного интеллекта, полагавшим, что человеческую мысль можно полностью свести к ряду математических правил и что машины способны заменить монотонный человеческий труд».

В своем главном труде Буль писал, что его целью было «изучить фундаментальные законы мыслительных операций, по которым выполняется рассуждение… собрать… некоторые возможные указания на природу и устройство человеческого разума». Его знаменитый трактат 1854 г. назывался «Исследование законов мышления, на которых основываются математические теории логики и вероятностей». Буля интересовала возможность свести логику к простой алгебре, используя только две величины, 0 и 1, и три простые операции: *и, или* и *не*. В наши дни булева алгебра находит широкое применение в телефонной коммутации и проектировании компьютеров.

Буль также указывал и на иную цель своих изысканий: «раскрыть тайные законы и взаимосвязи тех высоких функций мышления, с помощью которых мы постигаем и обдумываем все то, что находится за пределами чувственного познания мира и нас самих». Другой британский математик, Огастес де Морган (1806–1871), который ввел термин *математическая индукция*, высоко оценил работу Буля в своей посмертно опубликованной книге «Бюджет парадоксов»: «Система логики Буля – это лишь одно из многих свидетельств гениальности и терпения вместе взятых… В то, что символьные алгебраические операции, изобретенные для арифметических вычислений, подходят для выражения любых мыслительных действий и представляют собой грамматику и словарь всеохватной системы логики, никто не поверил бы, пока это не было доказано».

Примерно через семьдесят лет после смерти Буля американский математик Клод Шеннон (1916–2001), узнавший о булевой алгебре еще в студенческие годы, показал, как можно использовать ее для оптимизации систем телефонных коммутаторов. Он также продемонстрировал, что схемы с реле могут решать задачи булевой алгебры. Таким образом, Буль и Шеннон заложили одну из основ нашего цифрового века.

СМ. ТАКЖЕ «Органон» Аристотеля (ок. 350 до н. э.), Счеты (ок. 190 до н. э.), Нечеткая логика (1965)



Разрабатывая свою алгебру, Джордж Буль писал, что одной из его целей было «изучить фундаментальные законы мыслительных операций, по которым выполняется рассуждение».

«Дарвин среди машин». 1863

Английский писатель и энциклопедист Сэмюэл Батлер (1835–1902) одним из первых обрисовал ИИ-системы, которые могут появиться в будущем. В частности, он предвосхитил концепцию самосовершенствующегося машинного сверхразума и предсказал его потенциальные риски. В своем поразительном эссе 1863 г. «Дарвин среди машин» Батлер рассуждает о будущем «механической жизни»: «Мы сами создаем себе преемников; мы день ото дня делаем их физическую организацию все красивее и утонченнее; мы день за днем наделяем их все большей властью и снабжаем всевозможными хитроумными инструментами, формируя ту саморегулируемую, автономную силу, которая станет для них тем же, чем интеллект был для человеческой расы. Через несколько веков мы начнем считать себя низшей расой».

С поразительной проницательностью Батлер рисует картину постепенного подавления машинами человеческой воли: «Мы все больше от них зависим; все больше людей каждодневно становятся рабами, чтобы о них заботиться… посвящая все свои жизненные силы развитию механической жизни… Придет время, когда машины обретут реальную власть над миром и его обитателями…»

В «Книге машин» (1872) Батлер размышляет о том, что моллюск едва ли обладает особым сознанием, однако у человека сознание появилось в процессе эволюции. Точно так же, по мнению автора, машины смогут развить у себя сознание, а потому он призывает нас «поразмыслить над необычайным прогрессом, которого машины достигли за последнюю пару сотен лет, и обратить внимание на то, как медленно эволюционируют животные и растения. Более высокоорганизованные машины – это творения даже не вчерашнего дня, а последних пяти минут…».

Идеи Батлера эхом отозвались в XX в., когда отец кибернетики Норберт Винер (1894–1964) написал: «Если мы движемся к созданию машин, которые учатся и оттачивают свое поведение посредством опыта, мы должны признать: каждый новый уровень независимости, который мы открываем машине, становится уровнем возможного неповиновения нашим требованиям. Джинн не захочет добровольно вернуться в свою бутылку, и у нас нет никаких оснований ожидать, что машины будут к нам благосклонны».

Сегодня, когда технологии XXI в. проникли во все сферы человеческой жизни, размышления Батлера и Винера об ИИ выглядят особенно пророческими.

СМ. ТАКЖЕ «Левиафан» Гоббса (1651), «Человеческое использование человеческих существ» (1950), Интеллектуальный взрыв (1965), Герметичный ящик для искусственного интеллекта (1993), Максимизатор скрепок (2003)

В книге «Дарвин среди машин» Сэмюэл Батлер писал: «Мы сами создаем себе преемников… Через несколько веков мы начнем считать себя низшей расой».

«Паровой человек в прериях». 1868

Одно из первых описаний механического человека в американских «десятицентовых романах» (недорогих книгах в мягкой обложке) можно найти в «Паровом человеке в прериях». Этот роман был написан уроженцем Огайо Эдвардом Эллисом (1840–1916) и многократно переиздавался с 1868 по 1904 г. Его главный герой, подросток-изобретатель по имени Джонни Брейнерд, создает трехметрового робота и возит его по Среднему Западу США. Паровой человек носит шляпу-дымоход, таскает повозку, ходит и бегает на шипованных ногах со скоростью до 60 миль в час. Джонни с друзьями и роботом путешествуют по прериям, преследуя бизонов, пугая индейцев и помогая добывать золото.

Эллис так описывает парового человека: «невероятно крупный, распухший, будто олдермен, – что в общем-то выглядело гармонично, учитывая его громадный рост». Роботу сделали широкий корпус, чтобы в нем помещались все механизмы. Кроме того, «лицо было изготовлено из железа… с парой жутких глаз и здоровенным ухмыляющимся ртом… Походка казалась естественной, но во время бега осанка отличалась от человеческой».

Образ парового человека был вдохновлен реальным паровым человекоподобным роботом, запатентованным в 1868 г. американскими изобретателями Цадоком Дедериком и Айзеком Грассом. Увлекательные романы Эллиса представляют собой ранние образцы жанра «эдисонады»: в них обычно фигурирует молодой изобретатель, который спасается от опасностей благодаря своей смекалке. Историк Эндрю Липтак отмечает: «Рассказывая о приключениях на малоосвоенных землях, Эллис описывал повседневность людей, живущих на краю неизвестности. Это напоминает современные сюжеты, разворачивающиеся на далеких рубежах Солнечной системы… Книги Эллиса позволяют погрузиться в мировоззрение той эпохи и понять, каким тогда виделось будущее и насколько с тех пор изменился мир».

СМ. ТАКЖЕ «Большой черный страус Электрического Боба» (1893), Тик-Ток (1907), Подвижный робот Электро (1939)

Обложка книги «Паровой человек в прериях» Эдварда Эллиса (1868).

Ханойская башня. 1883

Игра «Ханойская башня», изобретенная в 1883 г. французским математиком Франсуа Эдуаром Люка (1842–1891), с момента появления и по сей день вызывает любопытство во всем мире. Эта математическая головоломка состоит из нескольких дисков разного диаметра, которые нанизываются на любой из трех стержней. В исходной позиции диски нанизаны на один стержень в порядке уменьшения размера (самый маленький располагается наверху). В процессе игры можно переносить на другой стержень по одному диску за раз: брать верхний диск из любой стопки и помещать его на вершину любой другой стопки. Диск большего диаметра нельзя помещать поверх меньшего. Цель – переместить всю исходную стопку (обычно состоящую из семи или восьми дисков) на другой стержень. Минимальное число ходов составляет $2^n - 1$, где n – количество дисков.

Считается, что создателя игры вдохновила легенда об индийском храме, в котором жрецы-брамины постоянно переносят 64 золотых диска с одного алмазного стержня на другой, руководствуясь описанными выше правилами. Согласно этой легенде, когда будет сделан последний ход, наступит конец света. Заметим, что если бы жрецы могли перемещать по одному диску в секунду, то на $2^{64} - 1$, или 18 446 744 073 709 551 615 ходов потребовалось бы примерно 585 миллиардов лет – это примерно в 42 раза больше нынешнего расчетного возраста нашей Вселенной.

Головоломка «Ханойская башня» и ее многочисленные вариации используются в различных робототехнических тестах, поскольку позволяют легко оценить по унифицированной шкале интеграцию высокоуровневой логики с восприятием и действиями робота. В таких тестах ключевую роль играет планирование задач и движений (с участием одной или нескольких рук робота).

Для вариаций с тремя стержнями существуют простые пошаговые решения, поэтому игра часто используется на уроках программирования для обучения рекурсивным алгоритмам. Однако найти оптимальное решение задачи «Ханойская башня» (и ее вариаций) с большим количеством стержней не так просто. А для многоруких роботов приходится еще и рассчитывать траектории, позволяющие избежать столкновений.

СМ. ТАКЖЕ Крестики-нолики (ок. 1300 до н. э.), Механический турок (1770), Четыре в ряд (1988), Роботы собирают кубик Рубика (2018)

В игре «Ханойская башня» можно переносить диски на другие стержни по одному: брать верхний диск из какой-либо стопки и помещать его на вершину любой другой стопки. Нельзя класть больший диск поверх меньшего.

«Большой черный страус Электрического Боба». 1893

Серия романов Роберта Тумбса об Электрическом Бобе, подобно «Паровому человеку в прериях» Эдварда Эллиса, показывает, как в США конца XIX в. возрастал интерес к механическим устройствам в виде людей и животных. Главный герой книги «Большой черный страус Электрического Боба» (1893) – десятилетний технический гений по прозвищу Электрический Боб, потомок изобретателя телеграфа Сэмюэла Морзе (1791–1872). Боб живет неподалеку от Нью-Йорка и конструирует различные механизмы: уже упомянутого страуса, гигантского белого аллигатора и других животных, которых можно использовать как транспорт. Как правило, эти роботы снабжены боеприпасами, имеют броню и умеют передвигаться по пересеченной местности.

Главному герою приходит в голову, что большой электрический страус мог бы перенести его с друзьями через скалистую пустыню на юго-западе США, позволив им избежать встречи со змеями. Боб тщательно изучает анатомию и физиологию страусовых и конструирует идеальное средство передвижения: «Большая голова страуса возвышалась почти на тридцать футов над землей. Центр тела находился в двадцати футах от земли, шея имела в длину около восьми футов… Энергия поступала от мощных аккумуляторных батарей, расположенных в теле птицы аккурат между бедрами. Они обеспечивали скорость от двадцати до сорока миль в час – в зависимости от свойств почвы, по которой мы передвигались».

Примечательно, что автор делится с читателем множеством технических подробностей. Например, в романе даются описания всех материалов и деталей механической птицы, включая полые стальные ноги и пуленепробиваемые алюминиевые крылья и хвост. Боб объясняет: «Здесь находятся канистры с водой, места для хранения провизии, боеприпасов и всего такого, а вот и наш пулемет… [который] состоит из увеличенного вращающегося барабана с двадцатью пятью винтовочными патронами и короткого тяжелого ствола. Чтобы стрелять, нужно поворачивать эту рукоятку».

Хотя подобная беллетристика не поднимает философских вопросов, связанных с созданием механических форм жизни, «эдисонады» показывают нам мировоззрение той эпохи – а также ее предрассудки, надежды и устремления.

СМ. ТАКЖЕ Механическая утка де Вокансона (1738), «Паровой человек в прериях» (1868), Тик-Ток (1907)

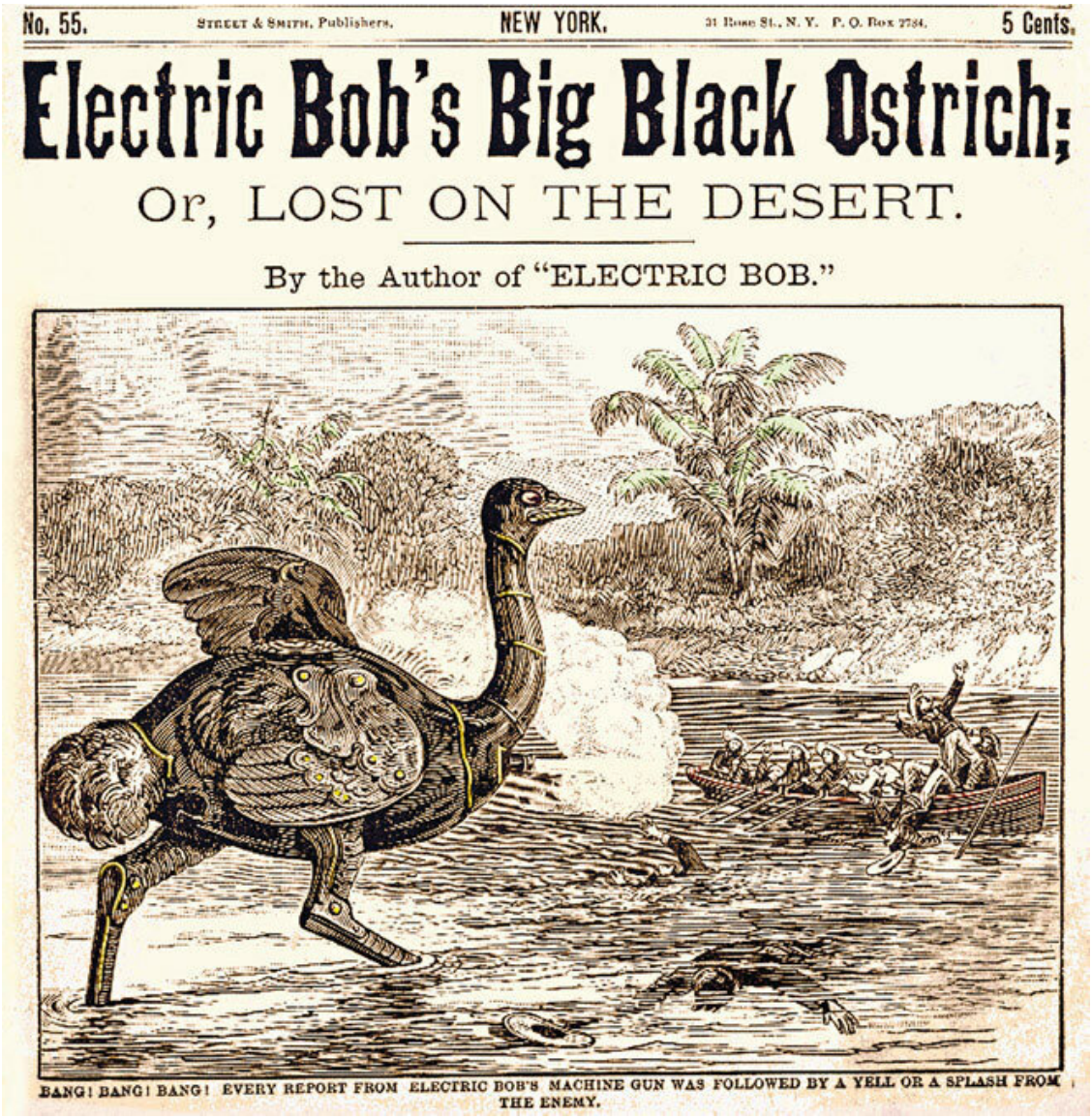


Иллюстрация к роману Роберта Тумбса «Большой черный страус Электрического Боба» из издательской серии New York Five Cent Library, 1893 г.

«Заимствованный разум» Теслы. 1898

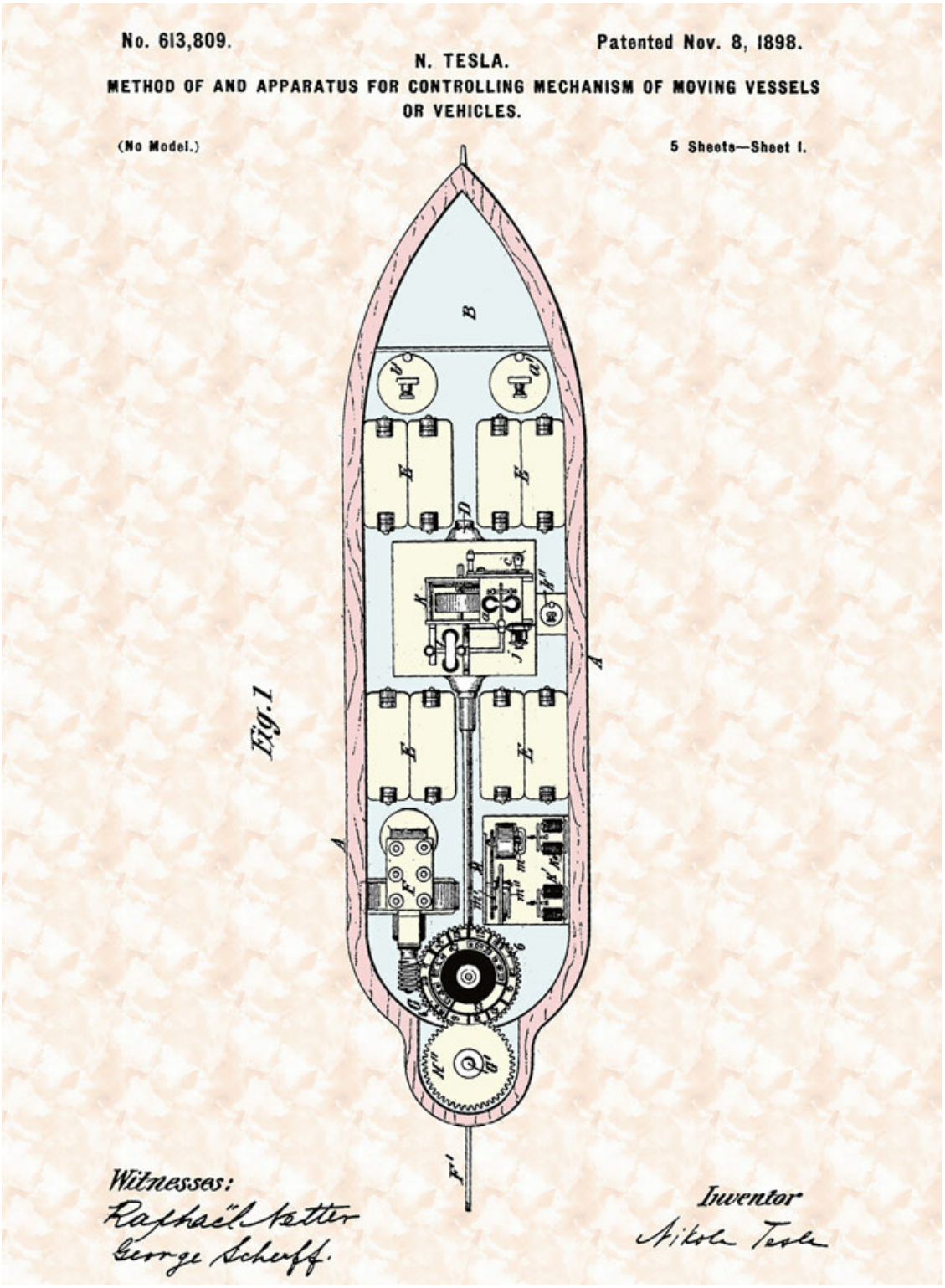
В 1898 г. сербско-американский изобретатель Никола Тесла (1856–1943) представил публике радиоуправляемую лодку, которая совершала маневры на глазах у изумленных зрителей. Некоторые даже думали, что в дело замешана магия, телепатия или дрессированная обезьяна. Когда репортер *New York Times* узнал о первом в мире радиоуправляемом судне, он предположил, что изобретение Теслы могло бы служить боевым орудием, если дополнить его динамитом. Тесла посоветовал репортеру взглянуть на вопрос более широко и осознать, что перед ним первый представитель расы автоматов (слово «робот» еще не появилось) – механических людей, которые будут выполнять утомительную работу за человека.

В своем эссе 1900 г. «Проблема увеличения энергии человечества» Тесла писал о своих плавучих автоматах: «Знания, опыт, способность принимать решения – иными словами, разум – находящегося на расстоянии оператора воплотились в машине, наделив ее способностью двигаться и разумно выполнять все свои операции… Можно сказать, что автоматы „заимствуют разум“, поскольку каждый из них, по сути, представляет собой некое продолжение находящегося на расстоянии оператора».

Тесла пошел еще дальше и предположил, что «можно создать автомат, который будет обладать „собственным разумом“ и сможет без всякого оператора полностью самостоятельно выполнять самые разные действия и операции в ответ на внешние раздражители, воздействующие на его органы чувств, как если бы он обладал интеллектом».

Теслу часто называют великим пророком нынешнего века технологий, когда реалистичные андроиды (человекоподобные роботы), такие как Надин и София, сбивают людей с толку своим умением вести беседу. На самом же деле Тесла считал, что люди – это те же автоматы, которые реагируют на внешние раздражители и именно поэтому думают и действуют. Одной из великих идей Теслы было создание «автомата, который был бы моей механической копией и реагировал бы на внешние воздействия так же, как я, но, конечно, гораздо более примитивным образом. Такой автомат, очевидно, должен обладать источником энергии, органами передвижения, управляющими органами и одним или несколькими органами чувств, способными воспринимать внешние стимулы… Не столь важно, будет ли этот автомат состоять из плоти и костей или же из дерева и стали: главное, чтобы он выполнял все функции, которые от него требуются как от разумного существа».

СМ. ТАКЖЕ Смертоносные боевые роботы (1942), «Человеческое использование человеческих существ» (1950), Беспилотные автомобили (1984)



Полученный в 1898 г. патент Николы Теслы на роботизированную лодку с беспроводным управлением, оснащенную аккумулятором, моторным винтом, рулем и фонарями. Тесла верил, что в будущем появятся разумные «телеавтоматы», которые произведут революцию в обществе.

Тик-ток. 1907

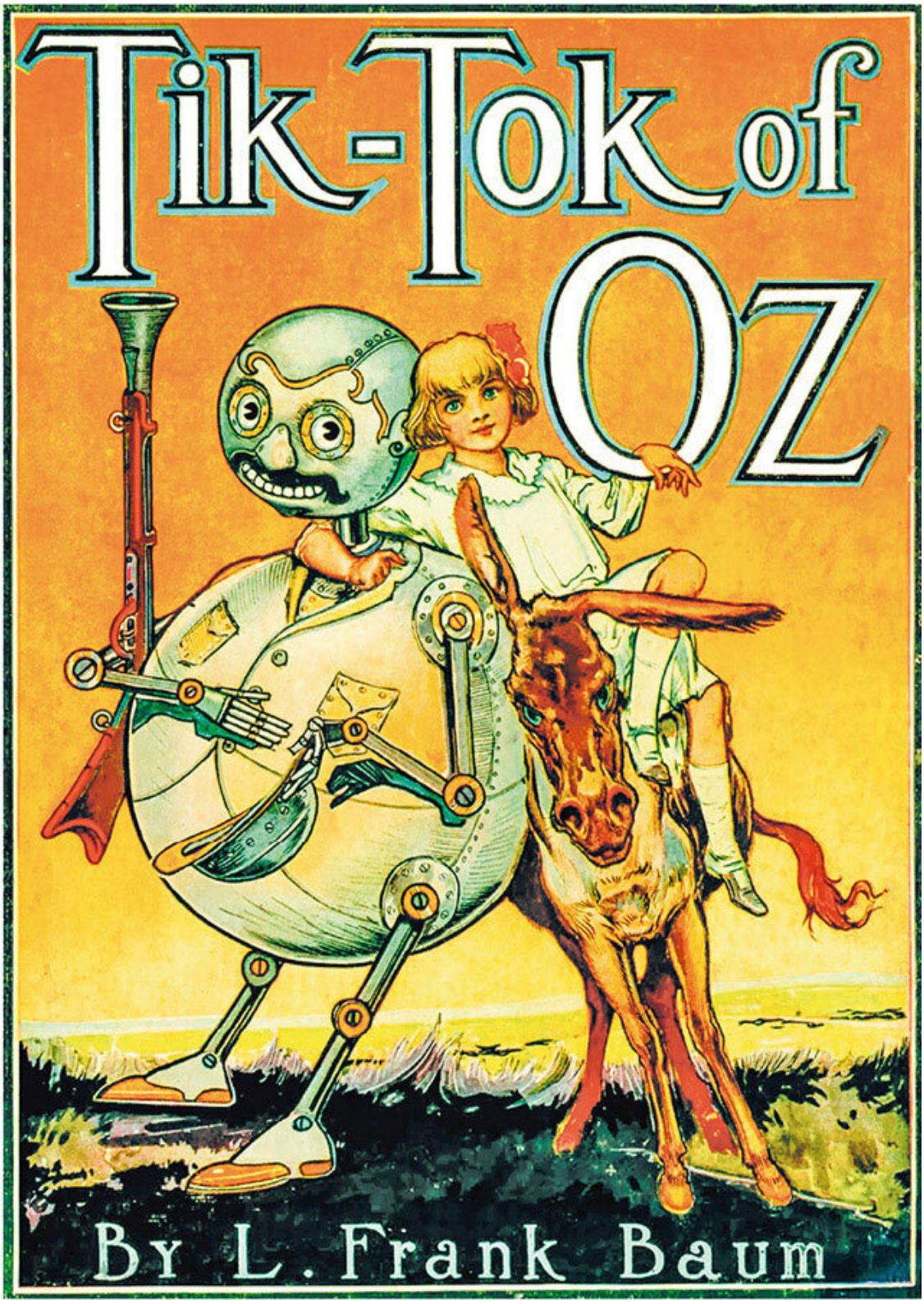
Приступая к изучению ИИ, «мы сразу же сталкиваемся с фундаментальными вопросами о природе жизни, о смерти, межполовых отношениях, работе и механизмах разума, – пишут исследователи Пол Абрам и Стюарт Кентер. – Это трудное дело требует глубокого погружения в литературу, философию и множество других областей науки и техники». Одной из первых думающих машин, описанных в художественной литературе и поднявших вопрос о тонкой грани между машинами и людьми, стал Тик-Ток – разумный медный робот, впервые появившийся в романе 1907 г. «Озма из страны Оз» американского писателя Фрэнка Баума (1856–1919). Чтобы привести в действие этого робота, требуется периодически подзаводить три его пружины, которые по отдельности отвечают за его мысли, действия и речь. Например, можно запустить мысли робота, но не действия или речь, тем самым создав изолированный «ИИ в коробке». Или же можно включить его речь, не запуская мысли: так он сможет выдавать примитивную голосовую реакцию, но будет лишен средств обработки естественного языка. Но даже когда робот полностью заведен, его модули обработки языка не вполне естественны, о чем свидетельствуют его монотонно звучащий голос и буквальная интерпретация многих вопросов и команд. По словам Баума, Тик-Ток «делает все, но не живет» и не испытывает никаких эмоций. Он не чувствовал боли от наказаний колотушками, поскольку они лишь «полировали» его медное тело.

Тик-Ток осознает свое место в мире. Например, когда его благодарят за доброту, он отвечает: «Я-машина. Я-не-добр-и-не-зол. Я-не-радуюсь-и-не-огорчаюсь»[8]. Хотя роман адресован юным читателям, Баум заставляет нас задуматься о будущем ИИ. Являются ли эмоции главным свойством, отличающим человека от машины? В какой степени литература и кино влияют на подходы к созданию ИИ и задают те ограничения, которые мы налагаем на думающие машины?

«Киборги, роботы и другие механические существа – ключевые образы для понимания технофильских и технофобских мечтаний того или иного столетия, – пишет профессор Алекс Гуди. – Они воплощают страх перед вторжением технологий, открывают перспективы технологической трансцендентальности и бросают вызов идее уникальности человека как самостоятельного субъекта».

СМ. ТАКЖЕ Медные рыцари из легенды о Ланселоте (ок. 1220), «Паровой человек в прериях» (1868), Три закона робототехники Азимова (1942), Обработка естественного языка (1954), Герметичный ящик для искусственного интеллекта (1993)

[8] Пер. С. Б. Белова.



Обложка книги «Тик-Ток из страны Оз» (1914) с иллюстрациями Джона Нила (1877–1943).

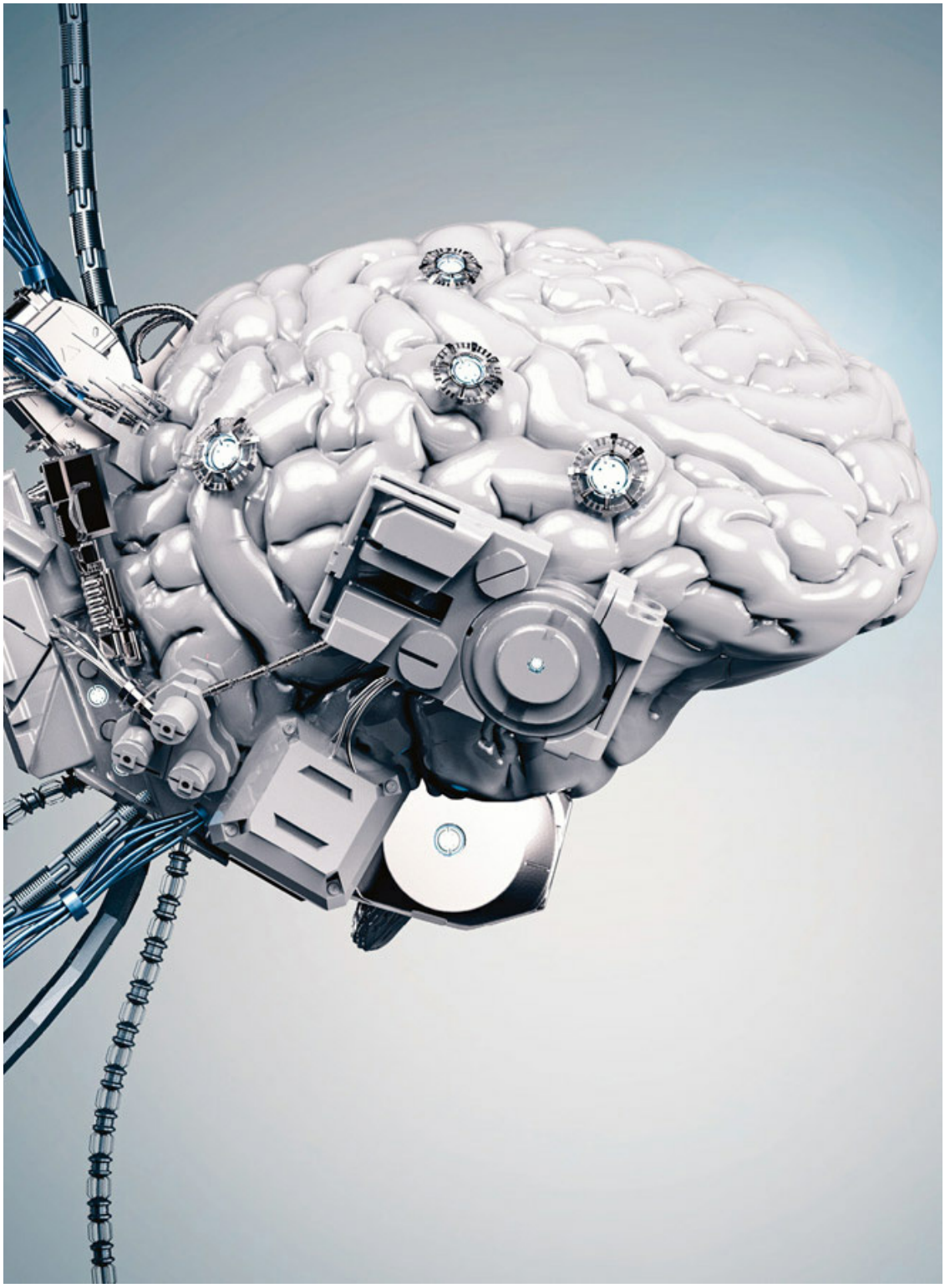
Поиски души. 1907

В своей работе 1950 г. «Вычислительная техника и интеллект» информатик Алан Тьюринг (1912–1954) писал, что, пытаясь создать машину с ИИ, мы «узурпируем» божественную «способность создавать души» не более, чем при деторождении: «Скорее мы становимся инструментами Его воли, предоставляя вместилища для душ, которые Он создает». Некоторые футурологи полагают, что, все больше узнавая о структуре мозга, человечество все ближе подходит к созданию мыслящего ИИ, который возникнет путем моделирования сознания или загрузки компонентов нашего сознания в компьютер. Эти предположения основаны на материалистической точке зрения, согласно которой сознание возникает из мозговой деятельности. С другой стороны, французский философ XVII в. Рене Декарт (1596–1650) полагал, что разум, или душа, существует отдельно от мозга. По его мнению, душа соединяется с мозгом через особый орган – шишковидное тело, которое служит воротами между мозгом и разумом.

Различные суждения о раздельном существовании души и материи отражают философию картезианского дуализма. В 1907 г., пытаясь доказать справедливость этой концепции, американский врач Дункан Макдугалл (1866–1920) помещал умирающих от туберкулеза пациентов на весы. Макдугалл рассудил, что в момент смерти, когда душа покидает тело, весы должны показывать снижение массы. По итогам экспериментов врач оценил массу души в 21 грамм. Увы, ни самому Макдугаллу, ни другим исследователям так и не удалось воспроизвести этот результат.

Более материалистический взгляд на разум и тело подкрепляется экспериментами, которые показали, что наши мысли, память и личные качества могут меняться при повреждении отдельных областей мозга. Методы мозгового картирования позволяют соотнести наши чувства и мысли с конкретными участками мозга. Вот лишь один любопытный пример: повреждение правой лобной доли мозга может вызвать внезапную страсть к изысканным ресторанам и деликатесам – так называемый *синдром гурмана*. Конечно, дуалист Декарт мог бы возразить, что повреждение мозга влияет на поведение лишь потому, что именно через мозг действует сознание. Скажем, если мы уберем руль из автомобиля, то автомобиль начнет вести себя иначе, но это не будет означать, что в нем нет водителя.

СМ. ТАКЖЕ Мельница Лейбница (1714), Трансгуманизм (1957), Жизнь в симуляции (1967), «Искусственный разум» Спилберга (2001)



Алан Тьюринг писал, что, когда люди создадут совершенные мыслящие машины, они тем самым вовсе не посягнут на божественную способность творить души – как не посягают и сейчас, когда производят на свет детей.

Распознавание текста. 1913

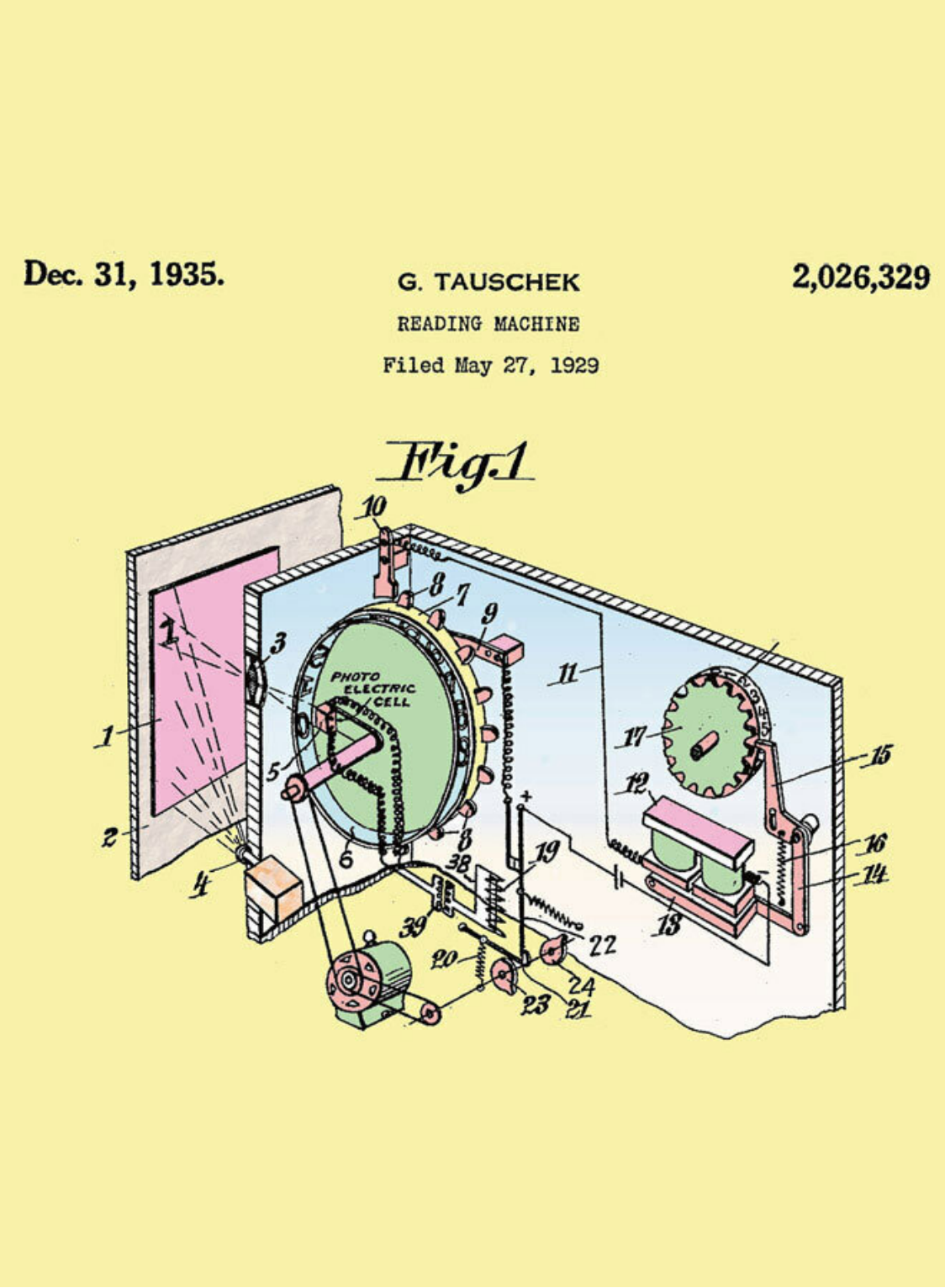
Президенту Джону Адамсу приписывают высказывание: «Единственное, что большинство людей делает лучше, чем кто-либо другой, – это разбирает собственный почерк». Попытки создания автоматизированных систем, способных читать печатный текст, имеют долгую историю. Методология *оптического распознавания символов* включает в себя целый ряд областей исследований: компьютерное зрение, искусственный интеллект, распознавание образов и т. д. Технологии позволяют преобразовывать изображения текстов (рукописных, печатных, набранных на компьютере) в машинно-кодированный текст. Машины умеют сканировать и распознавать тексты на почтовых конвертах, номерных знаках автомобилей, книжных страницах, уличных указателях и в паспортах. Эти же технологии используются для преобразования текста в речь для удобства слепых.

Один из первых изобретателей в области распознавания текста – ученый российского происхождения Эмануэль Гольдберг (1881–1970). В 1931 г. он запатентовал устройство, в котором использовались фотоэлементы, позволявшие найти нужную информацию на микрофильмированных документах. Еще раньше, примерно в 1913 г., ирландский физик Эдмунд Фурнье д'Альба (1868–1933) изобрел *оптофон* для слепых читателей: устройство сканировало текст с помощью фотодатчиков и генерировало звуки, соответствующие буквам. В 1974 г. американский изобретатель Рэй Курцвейл (р. 1948) создал читающую машину для слепых, которая сканировала тексты, напечатанные разными шрифтами, и производила речевой вывод.

Обработка распознаваемого текста включает ряд этапов: его поворот по мере необходимости, удаление шума (случайных пятен) и сглаживание краев. Система может сравнивать символы с сохраненными образцами и/или анализировать отдельные графические элементы (например, петли и линии).

Другая близкая область – *распознавание рукописного текста*. Оно может включать в себя мониторинг и анализ движений ручки для «узнавания» слова в процессе его написания. При этом обычно используется оптическое распознавание символов, но для большей точности его дополняют технологией определения наиболее вероятных слов в конкретном контексте. Для совершенствования систем распознавания печатных и рукописных текстов применяются также искусственные нейросети.

СМ. ТАКЖЕ Искусственные нейронные сети (1943), Распознавание речи (1952), Машинное обучение (1959)



На иллюстрации изображена читающая машина австрийского инженера Густава Таушека (1899–1945), на которую был выдан патент США № 2026329. На сравнивающем устройстве (диск 6) имелись прорези в виде букв и цифр. Когда изображение символа совпадало с прорезью, печатался соответствующий символ.

R.U.R. 1920

Слово «робот» вошло в английский и другие языки благодаря пьесе *R.U.R.* («Универсальные роботы Россума»), написанной в 1920 г. чешским искусствоведом и 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. Одна из главных героинь, Елена, мечтает освободить роботов. Увы, роботы, распространившись по всему миру, в конце концов уничтожают человеческую расу. Но поскольку они не обладают секретной формулой для самовоспроизводства, роботов тоже рано или поздно ждет вымирание. В конце пьесы два робота, представляющие собой своеобразных Адама и Еву для будущего планеты, влюбляются друг в друга.

Слово «робот» происходит от чешского *robota* – «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? Когда эти машины станут настолько совершенными, что потребуют для себя прав или начнут представлять угрозу? По словам Ребекки Стефофф, *R.U.R.* наводит на мысль, что «неуловимая искра человечности таится в том, как существа чувствуют и действуют, а не в том, как они были созданы».

«Философски насыщенная и противоречивая пьеса *R.U.R.* с момента своего появления была единодушно признана шедевром и стала классикой в жанре технологической антиутопии», – пишет Лучано Флориди (р. 1964), профессор философии и информационной этики Оксфордского университета. Идеи пьесы оказались настолько сильны, что к 1923 г. она была переведена более чем на тридцать языков. В 1922 г. в Нью-Йорке состоялась американская премьера постановки, после чего спектакль был сыгран там еще более сотни раз.

СМ. ТАКЖЕ «Метрополис» (1927), «Человеческое использование человеческих существ» (1950), Интеллектуальный взрыв (1965), Герметичный ящик для искусственного интеллекта (1993)

Афиша спектакля *R.U.R.*, поставленного кукольником Ремо Буфано в Нью-Йорке в 1939 г. Спектакль был профинансирован Федеральным театральным проектом (1935–1939), направленным на поддержку искусства в США в период Великой депрессии, в рамках «Нового курса» президента Франклина Рузвельта.

«Метрополис». 1927

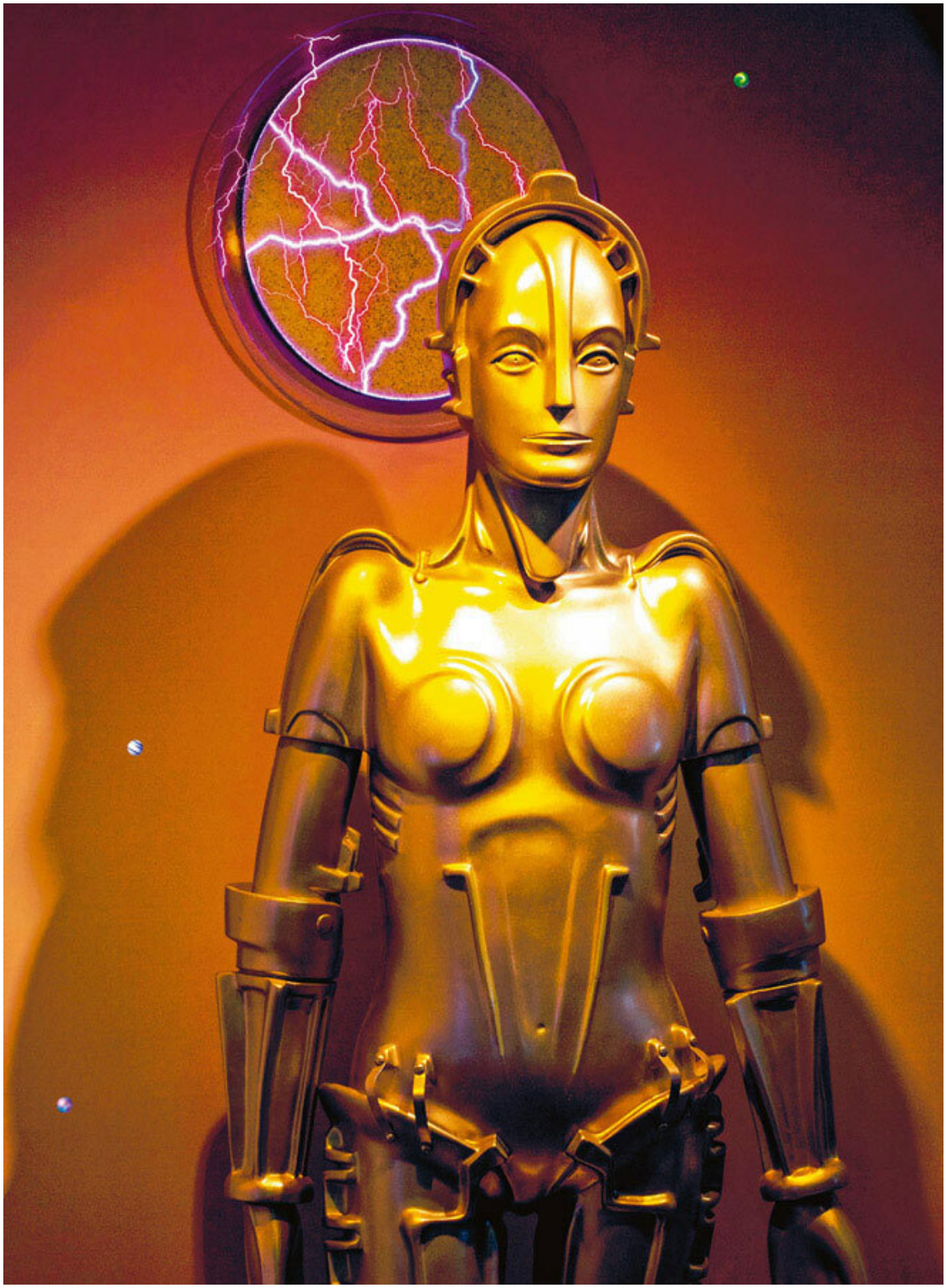
В «Метрополисе» – немом фильме 1927 г., снятом режиссером Фрицем Лангом (1890–1976) по сценарию Теи фон Харбоу (1888–1954), – один из персонажей, изобретатель Ротванг, утверждает, что его роботы никогда не устают и не ошибаются и что эти рабочие будущего вскоре не будут отличаться от людей. Действие происходит в футуристическом городе, чьи жители делятся на праздный класс, правящий городом, и низший класс, который обслуживает гигантскую подземную машину.

Героиня фильма Мария – молодая женщина, которой небезразлична судьба рабочих и трудности их жизни. По мере развития сюжета Ротванг создает робота, похожего на Марию, который по замыслу должен разрушить ее репутацию среди рабочих и отбить у них желание бунтовать. Лже-Мария, напротив, побуждает рабочих к восстанию, но позднее ее ловят и сжигают на костре. Пока она горит, человеческая оболочка тает, обнажая металлические конструкции.

Девиз этого великолепно снятого фильма – «Посредником между головой и руками должно быть сердце», а потому в нем поднимается вопрос о ключевых различиях между человеком и искусственным интеллектом. Анализируя сюжетные хитросплетения «Метрополиса», футуролог Томас Ломбардо отмечает: «По сути, робот появился в научной фантастике как условный синтез человека и машины: насколько человек становится подобен машине, будучи поглощен созданием технологии, настолько же машина уподобляется человеку, воплощая наши худшие качества и проявления… Роботы олицетворяют наш страх перед наукой и техникой, а также перед тем, кем мы можем стать».

Идеи «Метрополиса» эхом отдаются в современных научно-фантастических фильмах, таких как культовая картина об искусственных людях «Бегущий по лезвию» (1982). Конечно, чрезмерная зависимость от технологий и будущее труда в эпоху ИИ сегодня стали особенно горячими темами для дискуссий. Но «Метрополис» не утратит актуальности и в будущем, поскольку мы все чаще ошибочно принимаем ИИ-объекты за живых людей. Когда машины научатся выдавать себя за тех, кому мы доверяем и кого уважаем, или станут «смоделированными существами», в которых мы будем влюбляться, последствия могут зайти очень далеко.

СМ. ТАКЖЕ *R.U.R.* (1920), Тест Тьюринга (1950), Этика искусственного интеллекта (1976), «Бегущий по лезвию» (1982)



Робот Мария из фильма «Метрополис» в Зале славы роботов Научного центра Карнеги в Питтсбурге, штат Пенсильвания.

Подвижный робот Электро. 1939

Электро заслуживает отдельной главы в этой книге, поскольку он был провозглашен одним из первых в мире «роботов-знаменитостей» и «старейшим сохранившимся роботом Америки».

Электро был сконструирован корпорацией *Westinghouse Electric* и экспонировался на Всемирной выставке 1939–1940 гг. в Нью-Йорке, где сразу же привлек всеобщее внимание. Этот гуманоид ростом 2,1 м двигался в ответ на голосовые команды, произносил сотни слов и даже курил сигареты. Его фотоэлектрические глаза различали красный и зеленый свет. В 1940 г. у него появился компаньон – робот-собака Спарко, который мог лаять и двигаться. Посетители Всемирной выставки выстраивались в огромные очереди, чтобы посмотреть на их двадцатиминутные выступления.

Понимая, что многие могут ошибочно решить, будто робота приводит в движение сидящий внутри человек, создатели Электро намеренно вырезали в его корпусе отверстие. На самом деле механизм состоял из распределительных валов, шестерен и моторов, которые приводили в движение голову, рот и руки. Изобретатель робота, инженер Джозеф Барнетт, также использовал 78-оборотные проигрыватели, соединенные с релейными переключателями, чтобы сгенерировать словарный запас из 700 слов. Электро мог произносить фразы вроде «Мой мозг больше твоего» и реагировать на чужую речь с учетом количества услышанных слов или слогов. Например, любые три произнесенных слова активировали реле, которое останавливало движение робота. Увы, Электро и Спарко не могли уйти далеко, поскольку их контролировали операторы через специальные электрические кабели, подсоединенные к ногам.

В последующие годы Электро вдохновил множество детей на выбор инженерной профессии. Он также появился в комедийном фильме 1960 г. «Сексапильные кошечки идут в колледж». Вскоре после этого он был разобран, а его голову подарили уходящему на пенсию сотруднику *Westinghouse*. Однако в 2004 г. были обнаружены различные части робота, и Электро собрали заново.

СМ. ТАКЖЕ Робот-рыцарь Леонардо да Винчи (ок. 1495), «Паровой человек в прериях» (1868), Робот Шейки (1966), *ASIMO* и друзья (2000)

Подвижный робот Электро, представленный корпорацией *Westinghouse Electric* на Всемирной выставке 1939–1940 гг. в Нью-Йорке.

Синтез речи. 1939

Вам, вероятно, доводилось слышать синтезированный голос астрофизика Стивена Хокинга (1942–2018), который в течение многих лет использовал для общения речевой синтезатор, поскольку мышечная атрофия лишила его возможности говорить естественным образом. На самом деле технологии преобразования текста в речь служат многим полезным целям, включая чтение вслух для слабовидящих, маленьких детей и тех, кому по разным причинам трудно читать самим. Синтезированная речь также помогает разнообразным голосовым помощникам создавать впечатление человеческого интеллекта и живого общения. Новые технологии с использованием нейросетей уже позволяют имитировать естественную речь конкретных людей – а значит, в дальнейшем будет все труднее определить, действительно ли голос того, кому мы доверяем (например, делового партнера, родителя, ребенка), принадлежит самому этому человеку. Что произойдет, если кто-то «похитит» чужой голос и заставит его произносить что-либо по своему желанию?

В системах синтеза речи задействуются разные технологии. Например, система может хранить оцифрованные речевые единицы и соединять их (то есть последовательно выстраивать) во время воспроизведения. В других случаях используются акустические характеристики звуков речи (то есть форманты) – этот метод называется *формантным синтезом*. А с помощью метода *артикуляторного синтеза* можно смоделировать речевой тракт, подобный человеческому. Разумеется, простые устройства вроде говорящих часов, автомобилей, игрушек и калькуляторов хранят для воспроизведения лишь несколько предварительно записанных слов.

Существует немало сложностей, связанных с преобразованием текста в естественную и понятную речь. Например, произношение английских слов *tear, bass, read, project, desert* и многих других зависит от контекста.

Первые заметные успехи в синтезе речи связаны с именем инженера Гомера Дадли (1896–1980): он изобрел *вокодер* (кодировщик голоса), который с помощью различных электронных фильтров мог производить речь, и голосовой синтезатор *VODER* (демонстратор голосовых операций) с консолью, с помощью которой оператор создавал речь. *VODER*, имитирующий работу человеческого речевого тракта, экспонировался на Всемирной выставке в Нью-Йорке в 1939 г.

СМ. ТАКЖЕ Распознавание речи (1952), Обработка естественного языка (1954), Этика искусственного интеллекта (1976)

Голосовой синтезатор VODER, имитирующий работу человеческого речевого тракта, восхищал посетителей Всемирной выставки 1939 г. в Нью-Йорке. Для работы с устройством использовалась консоль, с помощью которой оператор создавал речь.

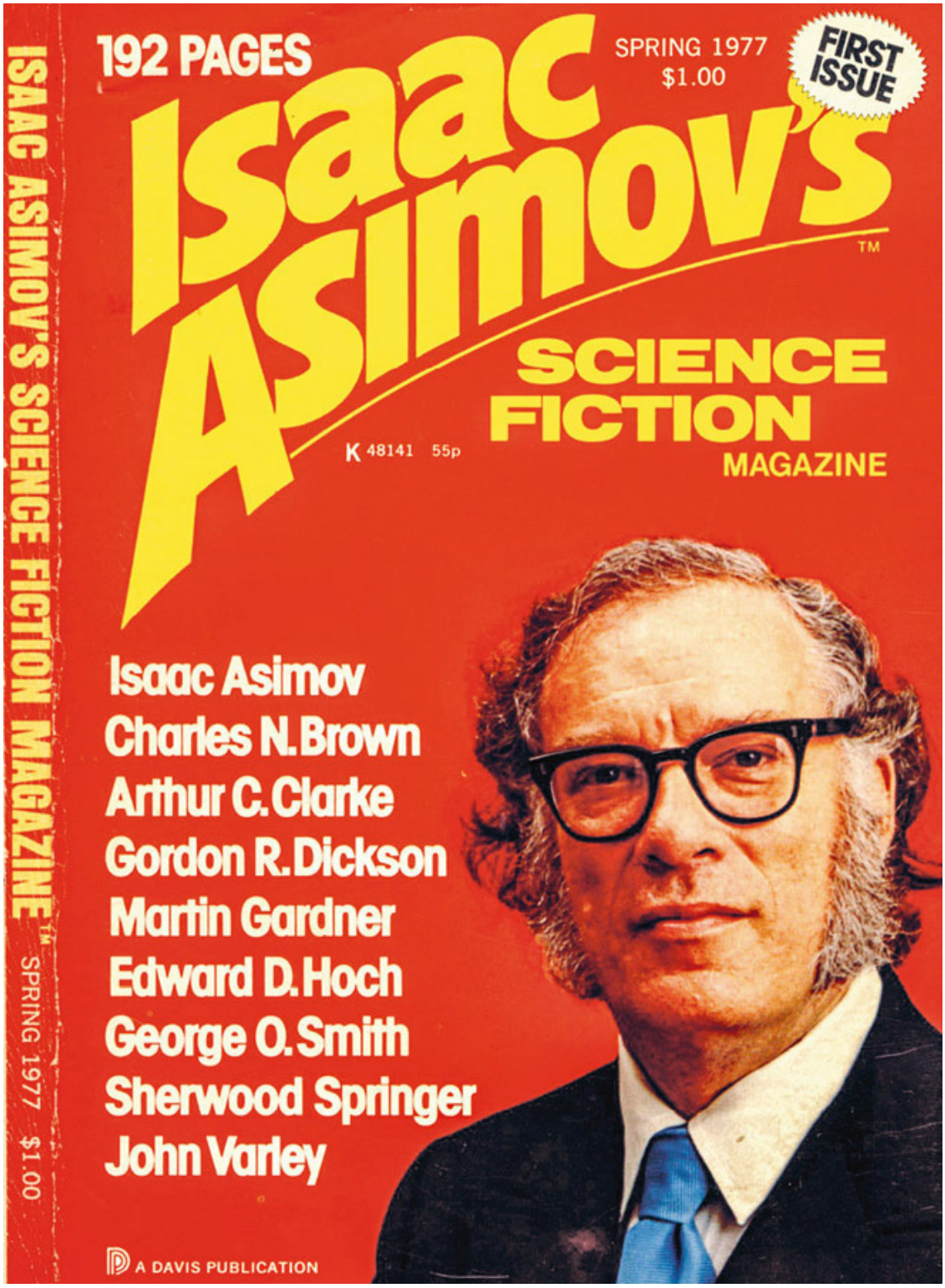
Три закона робототехники Азимова. 1942

В ближайшие десятилетия технологии ИИ и робототехника продолжат активно развиваться. Возникает вопрос: какие законы нам предстоит разработать, чтобы наши новые творения не причиняли вред людям? В 1942 г. писатель и популяризатор науки Айзек Азимов (1920–1992) в рассказе «Хоровод», повествующем о взаимоотношениях умного робота с людьми, сформулировал знаменитые три закона робототехники: 1) робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред; 2) робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат первому закону; 3) робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в какой это не противоречит первому или второму закону.

Позднее писатель предложил дополнительный «нулевой» закон: «Робот не может причинить вред человечеству или своим бездействием допустить, чтобы человечеству был причинен вред». Законы Азимова оказали большое влияние не только на писателей-фантастов, но и на экспертов в области ИИ. Знаменитый ученый Марвин Мински (1927–2016) отметил, что после знакомства с законами робототехники он «не переставал думать о том, как может работать сознание. Когда-нибудь мы создадим думающих роботов. Но как и о чем они будут думать? Для достижения одних целей достаточно логики, однако для других ее мало. Как создать роботов, обладающих здравым смыслом, интуицией, сознанием и эмоциями? И как со всем этим справляется наш мозг?»

Три закона робототехники полезны тем, что поднимают бесконечное количество вопросов. Какими еще законами можно дополнить триаду Азимова? Имеют ли роботы право притворяться людьми? Должны ли роботы «знать», что они роботы, и уметь объяснить, почему поступили так, а не иначе? Что, если некий террорист использует нескольких роботов, чтобы причинить вред людям, но ни один робот не будет в курсе всего плана и потому не нарушит первый закон? Как эти законы повлияют на действия армейских медицинских роботов, которым в силу невозможности помочь всем сразу придется сортировать раненых? Или на поведение беспилотного автомобиля, который должен будет решить, врезаться ли ему в играющих на дороге детей или свернуть в сторону и убить пассажира? Наконец, способен ли робот определить, что значит «причинить вред человечеству», если последствия его действий проявятся через много лет?

СМ. ТАКЖЕ Смертоносные боевые роботы (1942), Этика искусственного интеллекта (1976), «Бегущий по лезвию» (1982), Беспилотные автомобили (1984)



Писатель Айзек Азимов, сформулировавший три закона робототехники, на обложке своего научно-фантастического журнала (1977). В этом журнале был опубликован рассказ Азимова «Думай!», где автор развивает идею искусственного интеллекта.

Смертоносные боевые роботы. 1942

В XX в. роботов нередко применяли в военных операциях. Один из примеров – немецкая самоходная гусеничная мина «Голиаф», которую вермахт начиная с 1942 г. использовал на всех фронтах Второй мировой. «Голиафы» управлялись дистанционно с помощью соединительного кабеля и несли на себе взрывчатку; сами машины взрывались вместе с намеченными целями.

В наше время в качестве эффективных систем вооружения используются дроны (беспилотные летательные аппараты), оснащенные ракетами. Однако для их применения обычно требуется дистанционное участие человека: машины запрашивают «разрешение», прежде чем уничтожить цель. Первые в истории смертельные авиаудары беспилотника (*MQ-1 Predator*) были совершены в 2001 г. по целям в Афганистане. Сегодня ведутся активные дискуссии о применении в будущем *автономного* смертоносного оружия, которое сможет выявлять и атаковать военные цели без участия человека. Уже существуют автоматические оборонительные системы, в том числе машины, которые самостоятельно идентифицируют и уничтожают приближающиеся ракеты.

У военных роботов есть множество преимуществ: они не устают и не испытывают страха; они способны быстро выполнять маневры, опасные для живых пилотов; теоретически они могут сохранять жизни солдат и сокращать ущерб и число жертв среди мирного населения. Можно включить в программу робота ряд правил, например запрет на стрельбу, если точно не установлено, является ли цель вражеским бойцом, а не мирным жителем. Для большей точности можно использовать технологии распознавания лиц. Военные роботы могли бы работать плечом к плечу с солдатами, расширяя их возможности, – подобно тому как программное обеспечение и робототехника уже используются при проведении медицинских операций. Но насколько самостоятельными должны быть боевые машины? Кто будет виноват, если робот случайно атакует школу?

В 2015 г. большая группа экспертов по ИИ выступила с открытым письмом, адресованным Международной конференции по ИИ и предупреждающим об опасности военного применения не контролируемого человеком автономного наступательного оружия. По их мнению, это может привести к глобальной гонке вооружений с использованием ИИ. В числе прочих письмо подписали Стивен Хокинг, Илон Маск, Стив Возняк и Ноам Хомский.

СМ. ТАКЖЕ «Заимствованный разум» Теслы (1898), Три закона робототехники Азимова (1942), «Колосс: проект Форбина» (1970), Этика искусственного интеллекта (1976), Автономные роботы-хирурги (2016), Состязательные примеры (2018)

На иллюстрации изображен смертоносный дрон, атакующий вражеские танки после визуального распознавания и подтверждения цели с помощью ИИ.

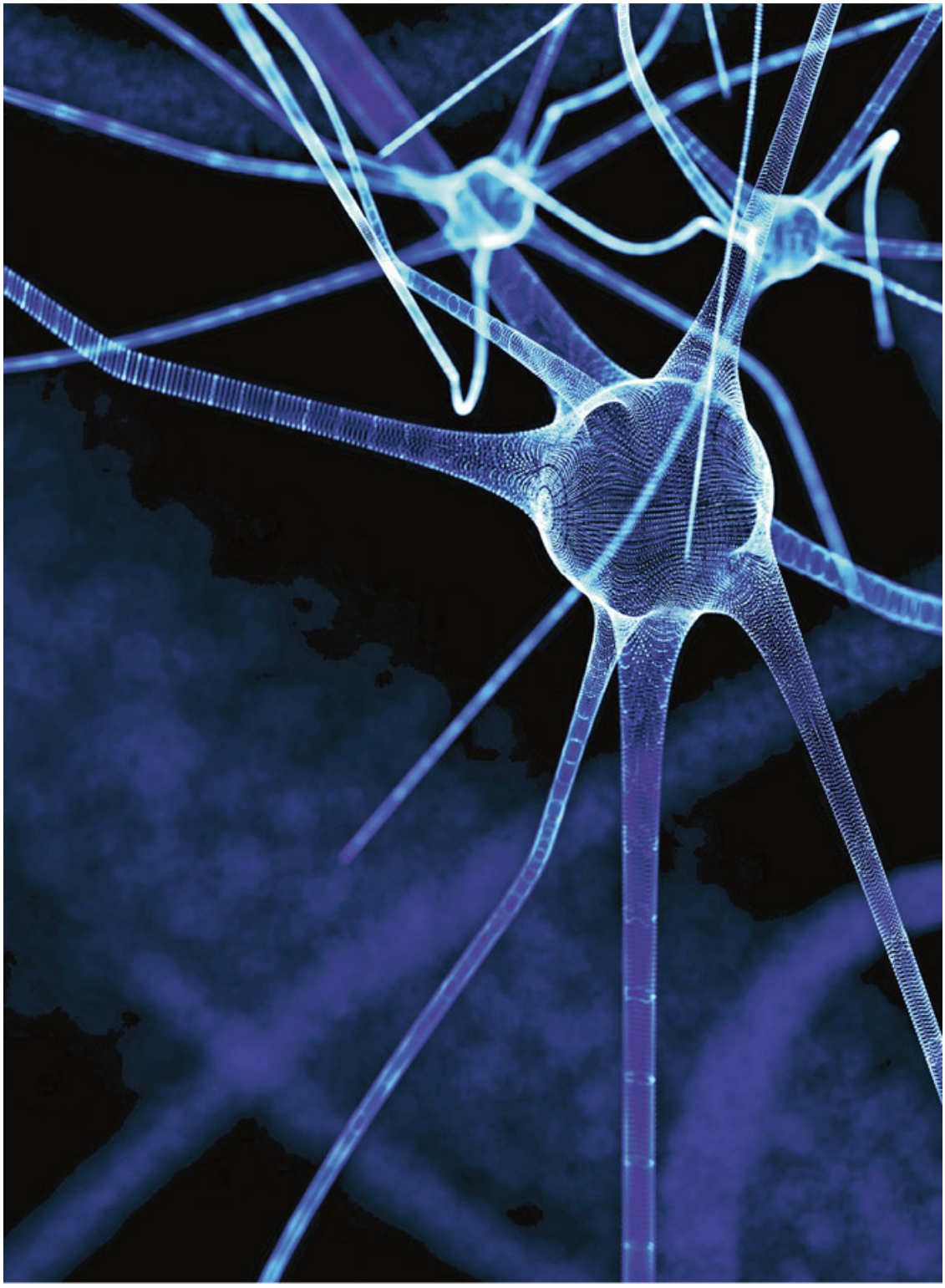
Искусственные нейронные сети. 1943

Искусственные нейросети иногда схематично изображают в виде слоеного пирога. Слои состоят из нейронов (простых вычислительных единиц), которые возбуждаются и передают возбуждение другим связанным нейронам. При этом разные весовые коэффициенты определяют, какой именно объем возбуждения должен передаваться дальше. Изначально веса и их граничные значения назначаются случайным образом, но постепенно корректируются, пока система учится выполнять задачи – например, распознавать на картинках слонов, анализируя многочисленные изображения, помеченные как «слон» и «не слон». Сегодня нейросети находят практическое применение в играх, управлении транспортом, разработке лекарств, диагностике рака по медицинским снимкам, переводах и во многих других областях.

Некоторые из базовых вычислительных моделей, применяемых в нейросетях, были рассмотрены нейрофизиологом Уорреном Маккалоком (1898–1969) и логиком Уолтером Питтсом (1923–1969) в статье 1943 г. «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности», опубликованной в «Бюллетене математической биофизики». В 1957 г. Фрэнк Розенблатт (1928–1971) создал перцептронный алгоритм распознавания образов, который впоследствии был реализован на компьютере. В XXI в. ценность нейросетей возросла благодаря использованию распределенных вычислений (вычислений на разных компьютерах, объединенных в сеть) и графических процессоров.

Искусственные нейросети, созданные по принципу биологических сетей нейронов, используются в машинном обучении: компьютеры «учатся», не будучи специально запрограммированными на выполнение какой-либо задачи. Одна из проблем, связанных с нейросетями, заключается в том, что входными данными можно намеренно манипулировать, обманывая нейросеть и заставляя ее выдавать заведомо неверные ответы. И все же, размышляя о недавних примерах полезного применения нейросетей, сотрудник компании *Google*, эксперт по ИИ Джефф Дин (р. 1968) замечает: «Тот этап эволюции, на котором у животных развились глаза, стал большим шагом вперед. Теперь глаза есть и у компьютеров».

СМ. ТАКЖЕ Обучение с подкреплением (1951), Перцептрон (1957), Машинное обучение (1959), Глубокое обучение (1965), Компьютерное искусство и *DeepDream* (2015)



Искусственные нейросети устроены по принципу биологических сетей нейронов – вроде тех, по которым передаются сигналы в головном мозге.

ЭНИАК. 1946

В 1946 г. газеты пестрели восторженными отзывами об ЭНИАКе и рассуждениями о будущем думающих машин. «Механический мозг расширяет человеческие горизонты», – писала *Philadelphia Inquirer*. «Калькулятор посрамил человека», – выносила приговор *Cleveland Plain Dealer*; в той же статье говорилось о «новой эпохе в сфере человеческой мысли». Внимание СМИ к успехам в электронном воплощении мышления наряду с другими технологическими достижениями естественным образом подталкивало мир к изучению новых возможностей ИИ.

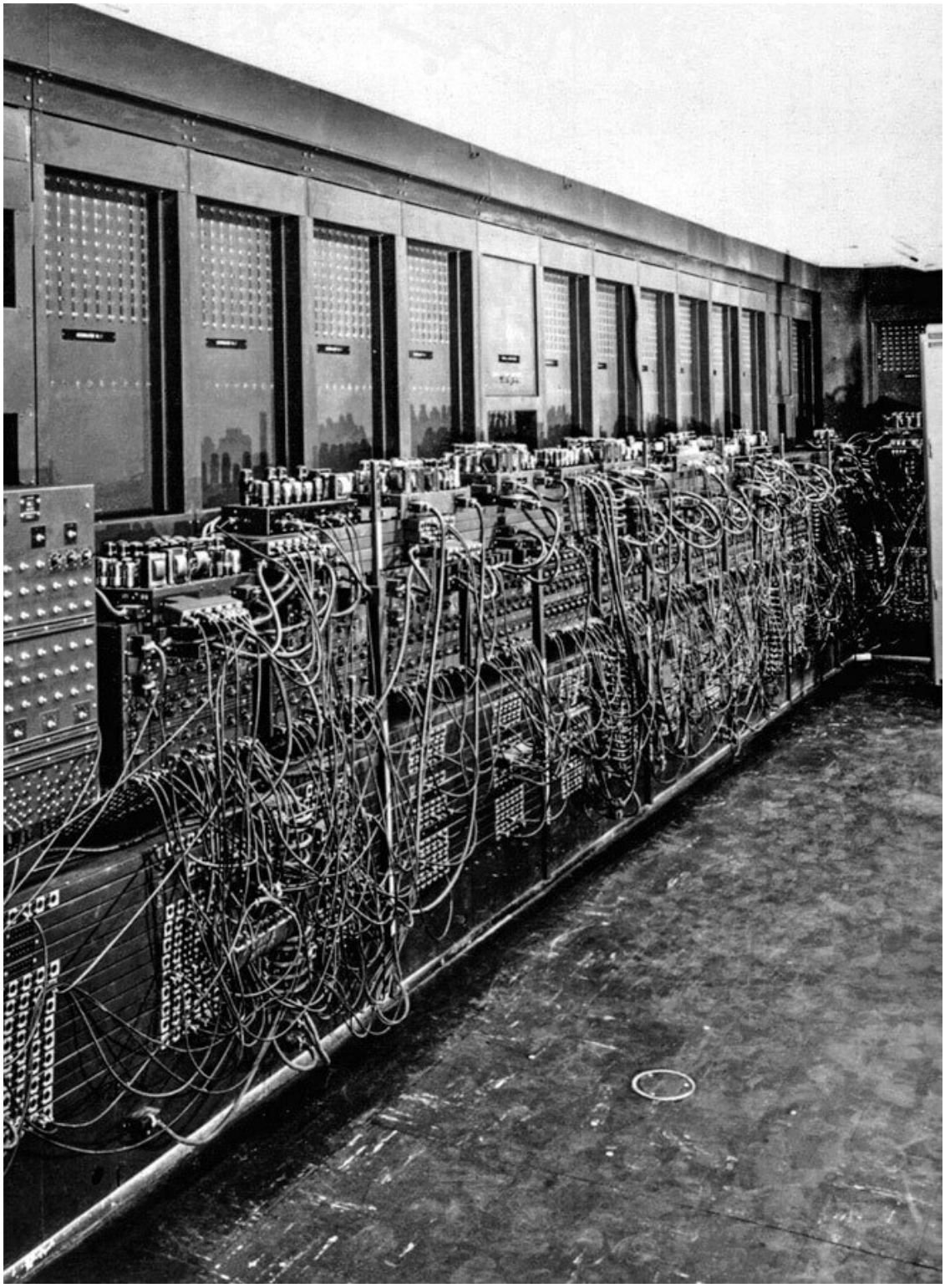
ЭНИАК («Электронный числовой интегратор и вычислитель») был построен в Пенсильванском университете американскими учеными Джоном Мокли (1907–1980) и Джоном Эккертом (1919–1995). Это устройство стало одним из первых электронных перепрограммируемых цифровых компьютеров, которые использовались для решения широкого круга вычислительных задач. Изначально ЭНИАК создавался для расчетов баллистических таблиц для армии США, однако его первое важное применение было связано с разработкой водородной бомбы.

Создание ЭНИАКа обошлось почти в 500 тысяч долларов. Аппарат был представлен в 1946 г. и почти непрерывно использовался до 2 октября 1955 г., когда был выключен окончательно. Машина содержала более 17 тысяч электронных ламп и около пяти миллионов спаянных вручную соединений. Для ввода и вывода данных использовались устройство для считывания перфокарт и карточный перфоратор. В 1995 г. группа студентов-инженеров под руководством профессора Яна ван дер Шпигеля в точности воссоздала тридцатитонный ЭНИАК на одной интегральной схеме!

Среди других важных электрических вычислительных машин 1930–1940-х гг. следует упомянуть американский компьютер Атанасова – Берри (представленный в октябре 1939 г.), немецкий Z3 (май 1941 г.) и британский «Колосс» (декабрь 1943 г.). Но, в отличие от ЭНИАКа, эти машины либо не были полностью электронными, либо имели узкое назначение.

Авторы патента на ЭНИАК (№ 3120606, зарегистрирован в 1947 г.) писали: «С приходом сложных вычислений в повседневную жизнь скорость расчетов вышла на первый план, и сегодня на рынке нет машины, способной полностью удовлетворить спрос на современные вычислительные методы… Данное изобретение призвано сократить длительность расчетов до нескольких секунд…»

СМ. ТАКЖЕ Счеты (ок. 190 до н. э.), Механический компьютер Бэббиджа (1822), «Гигантские мозги, или Машины, которые думают» (1949)



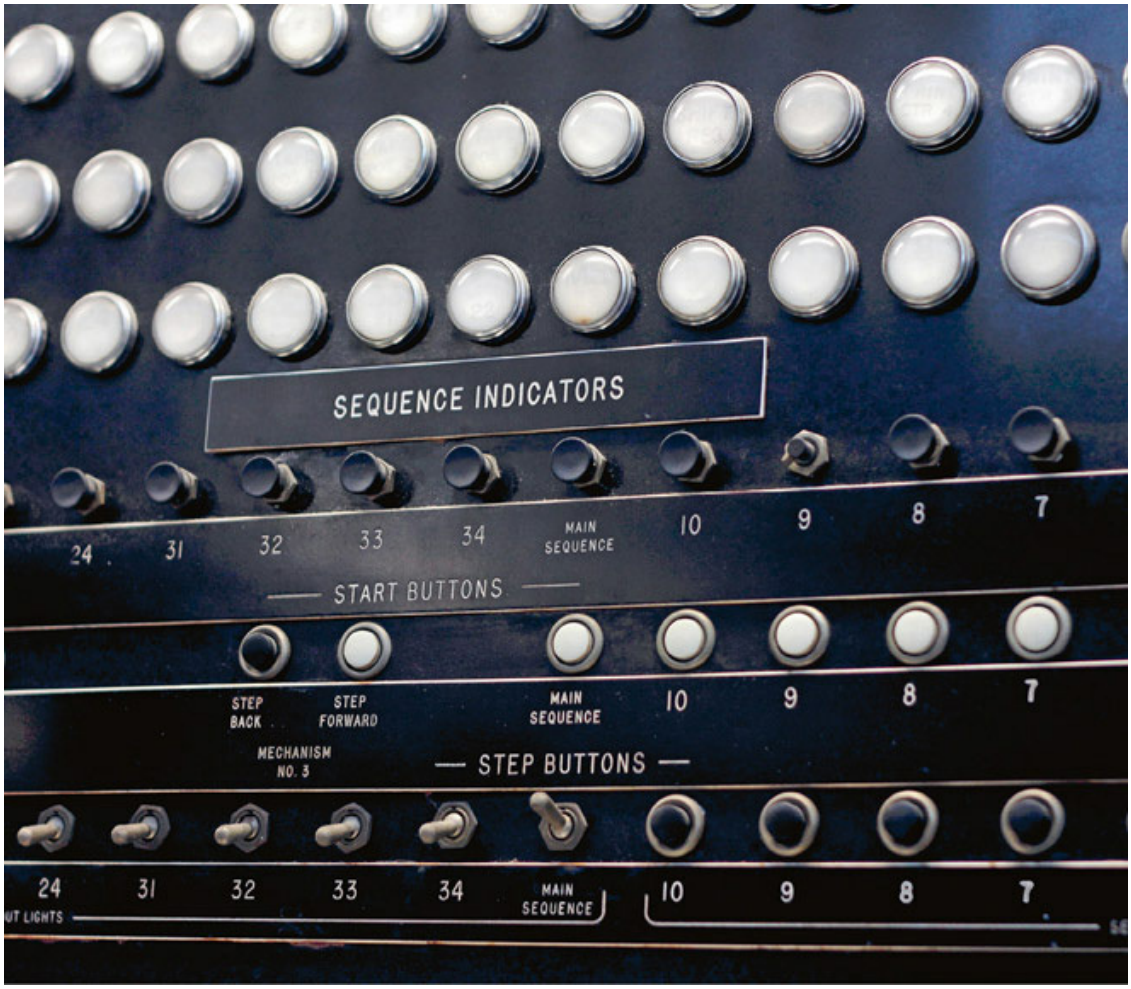
ЭНИАК был одним из первых электронных перепрограммируемых цифровых компьютеров, которые использовались для решения широкого круга вычислительных задач. Машина содержала более 17 тысяч электронных ламп.

«Гигантские мозги, или Машины, которые думают». 1949

В 1949 г. американский информатик Эдмунд Беркли (1909–1988) опубликовал книгу «Гигантские мозги, или Машины, которые думают» – вероятно, первое популярное издание о компьютерах для широкой аудитории. Книга была примечательна тем, что в ней поднимались вопросы о целесообразности употребления слов «мозг» и «думать» по отношению к компьютерам. Эти вопросы остаются открытыми и по сей день. Беркли писал: «В последнее время мы часто слышим о странных гигантских машинах, которые могут мастерски и с огромной скоростью обрабатывать информацию. Они проводят расчеты и логически рассуждают. Некоторые из них особенно умны – они способны решать гораздо больше различных задач… Им под силу проблемы, для решения которых жизнь человека слишком коротка… Примерно так выглядел бы мозг, если бы был сделан из железа и проволоки, а не из плоти и нервов. Поэтому вполне логично называть эти машины механическими мозгами».

Поразительный факт: когда Беркли писал свою книгу, электронные компьютеры были практически неизвестны широкой публике. Существовало лишь небольшое число таких «гигантских мозгов», и Беркли описывает некоторые из них. Это, например, дифференциальный анализатор № 2 в Массачусетском технологическом институте, *Mark I* в Гарвардском университете (также известный как «автоматический вычислитель, управляемый последовательностями» компании *IBM*), ЭНИАК в Школе Мура, универсальный релейный калькулятор в *Bell Laboratories* и логическая машина Калина – Беркхардта, созданная двумя студентами Гарварда. В примечаниях к изданию 1961 г. Беркли выдвигает предположение, что когда-нибудь машины смогут освоить даже интуитивное мышление: «Возможно, интуитивное мышление – это очень быстрый перебор возможных вариантов в уме вкупе с очень быстрой их оценкой: человек приходит к некоему выводу, почти не осознавая, как этот вывод был получен. В этом случае, конечно, можно запрограммировать компьютеры таким образом, чтобы они проявляли то, что мы называем интуитивным мышлением, – с той лишь разницей, что метод получения выводов нам будет известен».

СМ. ТАКЖЕ «Левиафан» Гоббса (1651), Мельница Лейбница (1714), ЭНИАК (1946), «Колосс: проект Форбина» (1970), «Назовем их искусственными пришельцами» (2015)



«Гигантский мозг». На фото – индикаторы последовательности и переключатели компьютера *Mark I* («автоматического вычислителя, управляемого последовательностями» компании *IBM*) в здании исследовательского центра Гарвардского университета.

Тест Тьюринга. 1950

Французский философ Дени Дидро (1713–1784) однажды заметил: «Если бы нашелся попугай, способный ответить на любые вопросы, я без колебаний назвал бы его разумным существом». Это подводит нас к вопросу: можно ли считать разумными созданиями, способными «думать», запрограммированные должным образом компьютеры? В 1950 г. английский информатик Алан Тьюринг попытался ответить на этот вопрос в своей знаменитой статье «Вычислительные машины и разум», опубликованной в журнале *Mind*. Он предположил, что если бы компьютер вел себя так же, как человек, то мы могли бы назвать его разумным. Далее Тьюринг предложил особый тест для оценки интеллекта компьютера. Представим, что компьютер и человек в текстовой форме отвечают на текстовые вопросы экзаменатора-человека, который не видит, кто или что ему отвечает. Если после изучения ответов экзаменатор не сможет отличить компьютер от человека, это будет означать, что компьютер успешно прошел типовую версию того, что сегодня называется тестом Тьюринга.

В наше время каждый год проводится конкурс на Премию Лёбнера, в котором программисты соревнуются в создании программ, наиболее близких к прохождению теста Тьюринга. Конечно, тест Тьюринга уже многие годы вызывает активные дискуссии, в которых поднимаются сложные вопросы. Например, если компьютер на самом деле окажется гораздо «умнее» людей, ему придется прикинуться менее умным, поскольку тест предполагает имитацию человеческого поведения. Поэтому, чтобы перехитрить жюри, разработчики часто используют обманные и неожиданные приемы: опечатки, изменение темы беседы, шутки, встречные вопросы судьям и т. д. В 2014 г. робот-собеседник, разработанный программистами из России и Украины, прошел версию теста Тьюринга, представившись тринадцатилетним украинским мальчиком Женей Густманом.

Еще одна проблема, связанная с тестом Тьюринга, заключается в том, что его результат во многом зависит от уровня подготовки судей. Однако что бы ни говорилось о способности теста выявлять «интеллект», он определенно вдохновляет на творчество программистов и разработчиков.

СМ. ТАКЖЕ «Дарвин среди машин» (1863), «Гигантские мозги, или Машины, которые думают» (1949), Обработка естественного языка (1954), Психотерапевт *ELIZA* (1964), Китайская комната (1980), Парадокс Моравека (1988)

«Человеческое использование человеческих существ». 1950

Норберт Винер (1894–1964), авторитетный американский математик и философ, был одним из отцов *кибернетики* – дисциплины, которая изучает обратную связь во многих областях человеческой деятельности и технологий. По словам эксперта по ИИ Даниэля Кревье, Винер считал, что механизмы обратной связи – это «устройства обработки информации: они получают информацию и принимают решения на ее основе. Винер высказывал гипотезу, что все разумное поведение – следствие работы механизмов обратной связи; возможно, и разум как таковой – результат получения и обработки информации».

В своей книге «Человеческое использование человеческих существ» (1950) Винер размышляет о том, каким образом люди будут сотрудничать с машинами. Его идеи, безусловно, актуальны и в нашу эпоху почти непрерывной электронной коммуникации: «Главный тезис этой книги состоит в том, что общество можно понять только путем изучения его информационных посланий и средств связи и что в будущем развитие коммуникации и средств связи между человеком и машинами, машинами и человеком, а также между машиной и машиной будет играть все более важную роль».

Винер прозорливо отмечал, что в будущем понадобится создать обучаемые машины, но вместе с тем предупреждал, как опасно делегировать процессы принятия решений машинам, мыслящим буквально: «Любая машина, построенная для принятия решений, если она не способна к обучению, будет мыслить исключительно буквально. Горе нам, если мы доверим ей руководить нами, не изучив прежде ее принципов действия и не убедившись, что она будет работать по приемлемым для нас правилам! [Машина, которая] способна учиться и принимать решения на основе обучения, вовсе не будет обязана принимать такие решения, которые приняли бы мы сами или которые будут для нас приемлемы. [Делегировать ответственность машине], способной или неспособной к обучению, – все равно что бросить ответственность на ветер и увидеть, как она возвращается вместе с бурей».

Эти предостережения актуальны и сегодня, когда многие футурологи говорят о необходимости сделать общий ИИ безопасным.

СМ. ТАКЖЕ «Дарвин среди машин» (1863), «Заимствованный разум» Теслы (1898), Дартмутский семинар по искусственному интеллекту (1956), Интеллектуальный взрыв (1965), Глубокое обучение (1965)

Обучение с подкреплением. 1951

Обучение с подкреплением напоминает поведение подопытных кошек, желающих получить вознаграждение. В начале XX в. психолог Эдвард Торндайк (1874–1949) помещал кошек в клетки, из которых можно было выбраться, только наступив на рычаг. После некоторых блужданий по клетке кошка в конце концов случайно наступала на рычаг, дверца открывалась, и животное получало что-то в награду – например, еду. По мере того как кошки учились связывать нужное действие с вознаграждением, они сбегали из клетки все быстрее и в итоге нажимали на рычаг сразу после попадания в клетку.

В 1951 г. ученый-когнитивист Марвин Мински (1927–2016) и его студент Дин Эдмундс сконструировали *SNARC* – нейросетевую машину, состоящую из 3000 электронных ламп, которые имитировали 40 связанных нейронов. Мински использовал эту машину для изучения сценария, в котором условная крыса бегала по лабиринту. Когда крыса случайно совершала последовательность полезных движений и выбегала из лабиринта, связи, соответствующие этим движениям, усиливались, тем самым подкрепляя желаемое поведение и ускоряя обучение. Среди других ранних примеров устройств для обучения с подкреплением следует отметить системы для игры в шашки (1959), крестики-нолики (1960) и нарды (1992).

Как следует из этих примеров, обучение с подкреплением – это разновидность машинного обучения, которое предполагает прохождение определенных состояний в поисках вознаграждения или максимизации ожидаемого совокупного вознаграждения. «Ученик» (программный агент) совершает множество действий, чтобы выяснить, какие из них приносят наибольшее вознаграждение. Сейчас обучение с подкреплением часто совмещают с глубоким обучением, при котором задействуется крупная нейросеть, зачастую для распознавания закономерностей в данных. При обучении с подкреплением системы и машины учатся без заранее сформулированных инструкций. Это означает, что беспилотные автомобили, промышленные роботы и дроны развивают и совершенствуют свои навыки методом проб и ошибок, постепенно накапливая опыт. Однако широко применять подобный метод проблематично: он требует огромных массивов данных и тренировочных симуляций.

СМ. ТАКЖЕ Крестики-нолики (ок. 1300 до н. э.), Искусственные нейронные сети (1943), Машинное обучение (1959), Победа над чемпионом мира по коротким нардам (1979), Шашки и искусственный интеллект (1994)

Обучение с подкреплением – метод обучения программных агентов полезным действиям для максимизации общего вознаграждения. Среди ранних примеров применения метода – решение для прохождения лабиринтов, а также системы для игры в шашки, крестики-нолики и короткие нарды.

Распознавание речи. 1952

Недавно журнал *Economist* приравнял использование современных устройств с технологией распознавания речи к «произнесению магического заклинания», которое позволяет людям «управлять миром с помощью одних только слов». Это перекликается с утверждением писателя Артура Кларка: любая достаточно развитая технология неотличима от магии. «Стремительное развитие технологий обработки голоса подтверждает тезис Кларка… Скажите несколько слов в пространство – и ближайшее устройство исполнит ваше желание».

Теория и практика *машинного распознавания звучащей речи* имеют долгую историю. В 1952 г. *Bell Laboratories* разработала на основе ламповой схемы систему *AUDREY*, которая понимала произносимые вслух числа. Десять лет спустя на Всемирной выставке 1962 г. в Сиэтле была представлена машина *IBM Shoebox*: она распознавала шестнадцать слов, включая цифры от 0 до 9, и выполняла арифметические операции, если слышала такие слова, как «плюс». В 1987 г. американский производитель игрушек *Worlds of Wonder* создал куклу Джули, которая понимала несколько простых фраз и отвечала на них.

Технологии машинного распознавания речи значительно эволюционировали. Поначалу в них использовалась скрытая марковская модель – статистический метод предсказания того, соответствует ли звук слову. В наше время для достижения высокой точности распознавания применяется глубокое обучение (то есть искусственные нейросети с множеством слоев). Например, система распознавания речи может слышать звуковой поток в шумной среде и строить «догадки» о том, что говорится, определяя вероятность появления разных слов и фраз, с которыми она сталкивалась в тренировочных текстах. Специальные приложения могут располагать данными о вероятности использования той или иной фразы и определять, например, следует ли ранжировать слова «аневризма брюшной аорты» высоко или низко, с учетом того, услышаны ли они системой голосового ввода в рентгеновском кабинете или автомобильной системой, ожидающей простой команды.

Сегодня многочисленные цифровые помощники – в наших домах, автомобилях, офисах и мобильных телефонах – отвечают на голосовые команды и вопросы и пишут заметки под нашу диктовку. Речевой ввод также облегчает жизнь слабовидящим и людям с ограниченными физическими возможностями.

СМ. ТАКЖЕ Синтез речи (1939), Искусственные нейронные сети (1943), Обработка естественного языка (1954)

Обработка естественного языка. 1954

В 1954 г. вышел пресс-релиз *IBM*: «Сегодня электронный „мозг“ впервые осуществил перевод с русского языка на английский. Знаменитый компьютер 701 за несколько секунд перевел текст на удобочитаемый английский язык. Девушка, не понимавшая ни слова на языке Страны Советов, выбивала на перфокартах русские фразы». Далее сообщалось, что «„мозг“ печатает английские переводы на принтере с невероятной скоростью – две с половиной строки в секунду».

В 1971 г. информатик Терри Виноград (р. 1946) написал программу *SHRDLU*, которая переводила человеческие команды («поместить красный кубик рядом с синей пирамидой») в физические действия. В наше время под *обработкой естественного языка* понимается множество ИИ-технологий, включая распознавание речи, восприятие естественных языков (то есть понимание машиной прочитанного) и синтез речи. Одна из целей этого направления состоит в том, чтобы упростить взаимодействие между человеком и компьютером.

Поначалу для обработки естественного языка использовались сложные наборы правил, прописанных вручную; но с 1980-х гг. их заменили алгоритмы машинного обучения: машины самостоятельно осваивают правила путем анализа больших наборов данных, то есть входного языкового материала. К типичным задачам обработки языка относятся машинный перевод, ответы на вопросы («Как называется столица Франции?»), анализ тональности текста (отношение говорящего к теме) и т. д. Системы обработки естественного языка, анализирующие входные данные из текстов, аудио и видео, фильтруют спам в электронной почте, конспектируют длинные статьи и отвечают на вопросы в приложениях для смартфонов.

Обработка естественного языка сопряжена со многими трудностями. В живой речи звуки соседних слов сливаются друг с другом, и вычислительная система должна учитывать синтаксис (грамматику), семантику (значения слов) и прагматику (цель высказывания или намерение говорящего), а также контекст высказывания. Сегодня точность обработки языка удается повысить за счет широкого применения искусственных нейросетей.

СМ. ТАКЖЕ Синтез речи (1939), Искусственные нейронные сети (1943), Тест Тьюринга (1950), Распознавание речи (1952), Машинное обучение (1959), «Симбиоз человека и компьютера» Ликлайдера (1960), Психотерапевт *ELIZA* (1964), *SHRDLU* (1971), Параноик *PARRY* (1972), *Watson* участвует в телевикторине (2011)

Дартмутский семинар по искусственному интеллекту. 1956

«Летом 1956 года, когда Элвис Пресли эпатировал публику вращениями бедер… а президент Дуайт Эйзенхауэр провозгласил фразу “На Бога уповаем” национальным девизом США, состоялась первая официальная конференция по ИИ», – пишет журналист Люк Дормель. Именно там, на Дартмутском летнем исследовательском семинаре по искусственному интеллекту, начал употребляться сам термин «искусственный интеллект», предложенный информатиком Джоном Маккарти (1927–2011).

Семинар был организован по инициативе Маккарти из Дартмутского колледжа, Марвина Мински (1927–2016) из Гарвардского университета, Натаниэля Рочестера (1919–2001) из *IBM* и Клода Шеннона (1916–2001) из *Bell Telephone Laboratories.* Свою заявку они сформулировали так: «Мы предлагаем исследование искусственного интеллекта сроком в 2 месяца с участием 10 человек летом 1956 г. … Исследование основано на предположении, что всякий аспект обучения или любое другое свойство интеллекта теоретически можно описать настолько точно, что машина сможет его смоделировать. Мы попытаемся выяснить, как обучить машины использовать естественные языки, формировать абстракции и концепции, решать задачи, сейчас подвластные только людям, и улучшать самих себя… Мы считаем, что вполне возможен существенный прогресс, если специально подобранная группа ученых будет работать над проблемой в течение лета». В заявке также упоминается ряд других ключевых областей исследования, в том числе «нейронные сети» и «случайность и творчество».

Во время мероприятия Аллен Ньюэлл (1927–1992) и Герберт Саймон (1916–2001) из Университета Карнеги – Меллона представили программу *Logic Theorist* для автоматического доказательства теорем с помощью математической логики. Автор книг об ИИ Памела Маккордак так пишет о Дартмутском семинаре: «Они были убеждены… что то, что мы называем мышлением, действительно может происходить вне человеческого черепа, что его можно изучить формальными и научными методами и что лучший инструмент для этого, помимо человека, – цифровой компьютер».

Отчасти из-за сложности технологий ИИ, отчасти из-за того, что участники мероприятия приезжали и уезжали в разные даты, ожидания от конференции не вполне оправдались. Тем не менее Дартмутский семинар собрал вместе самых разных исследователей, которые задавали тон в этой области в течение следующих двадцати лет.

СМ. ТАКЖЕ Искусственные нейронные сети (1943), Обработка естественного языка (1954), «Симбиоз человека и компьютера» Ликлайдера (1960)