

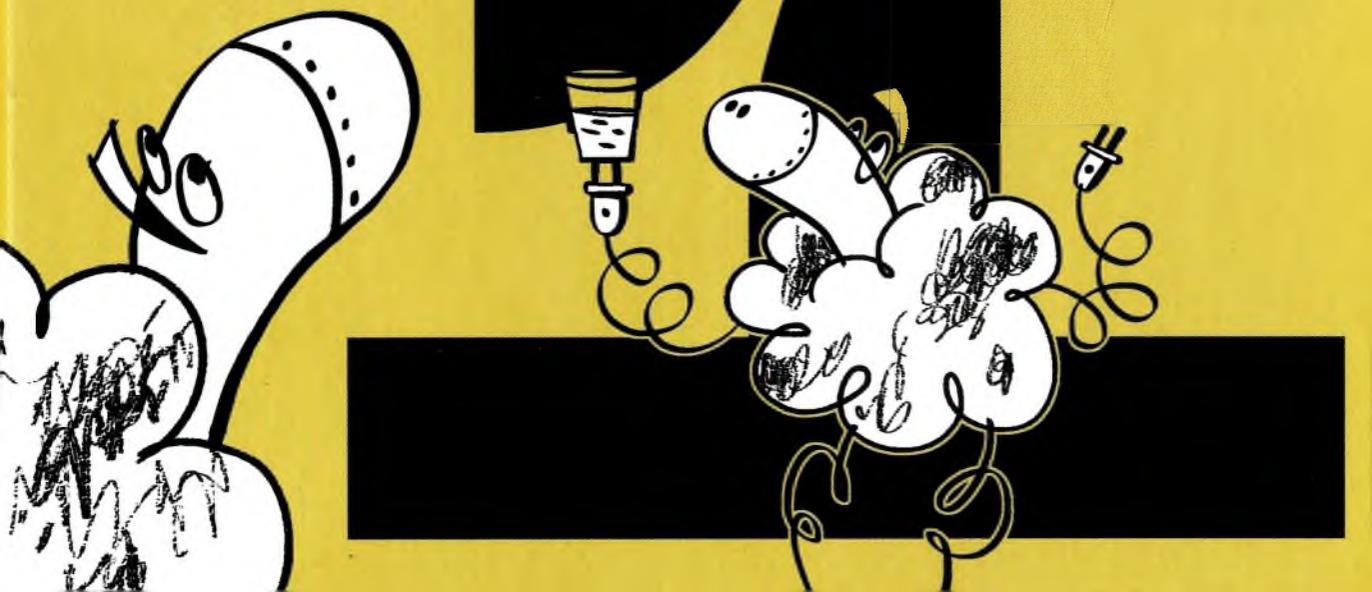
004  
N268

Сергей  
Марков

# Охота на электро- овец

ТОМ

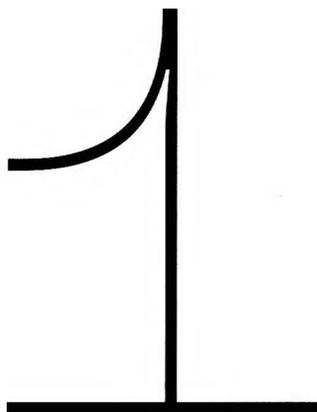
Большая  
книга  
искусственного  
интеллекта



Сергей Марков

# Охота на электроовец

Большая книга  
искусственного  
интеллекта



ТОМ

Москва

2024

УДК 004.8:004.9

ББК 16.6

М26

**Марков С.**  
М26 Охота на электроовец. Большая книга искусственного интеллекта. — Москва, 2024. — 568 с. (1 том).

ISBN 978-5-6052656-1-0 (том 1)

Новый этап в области компьютерных технологий часто называют очередной «весной искусственного интеллекта». Её начало обычно отсчитывают с момента появления нейронной сети, сегодня известной под названием AlexNet, успех которой в распознавании зрительных образов возвестил о начале «революции глубокого обучения». В результате этой революции машинам удалось превзойти человеческий уровень при решении множества задач. Сегодня уже мало кого удивляют победы машин над сильнейшими игроками в го, создание ими музыки и картин, предсказание нейронными сетями пространственной структуры белков и другие вещи, которые десять лет назад мы посчитали бы чудесами. Алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) быстро вошли в нашу жизнь и стали её неотъемлемой частью. Например, каждый раз, когда вы делаете фотографию при помощи смартфона, её обработку выполняет нейронная сеть.

На смену весне искусственного интеллекта приходит лето. Эта книга рассказывает о том, какие события в истории науки привели к началу этого лета, о современных технологиях ИИ и их возможностях, а также пытается приоткрыть завесу, скрывающую от нас мир ближайшего будущего.

Мифы и заблуждения об искусственном интеллекте, страхи, насущные проблемы, перспективные направления исследований — обо всём этом вы узнаете из «Большой книги искусственного интеллекта».

УДК 004.8:004.9

ББК 16.6

553 379



ISBN 978-5-6052656-1-0 (том 1)

ISBN 978-5-6052656-0-3 (оба тома)

© С. Марков, текст, 2024

© О. Добровольский, иллюстрации, 2024

© С. Кравецкая, А. Кравецкий, инфографика, 2024

© Артоника, макет, 2024

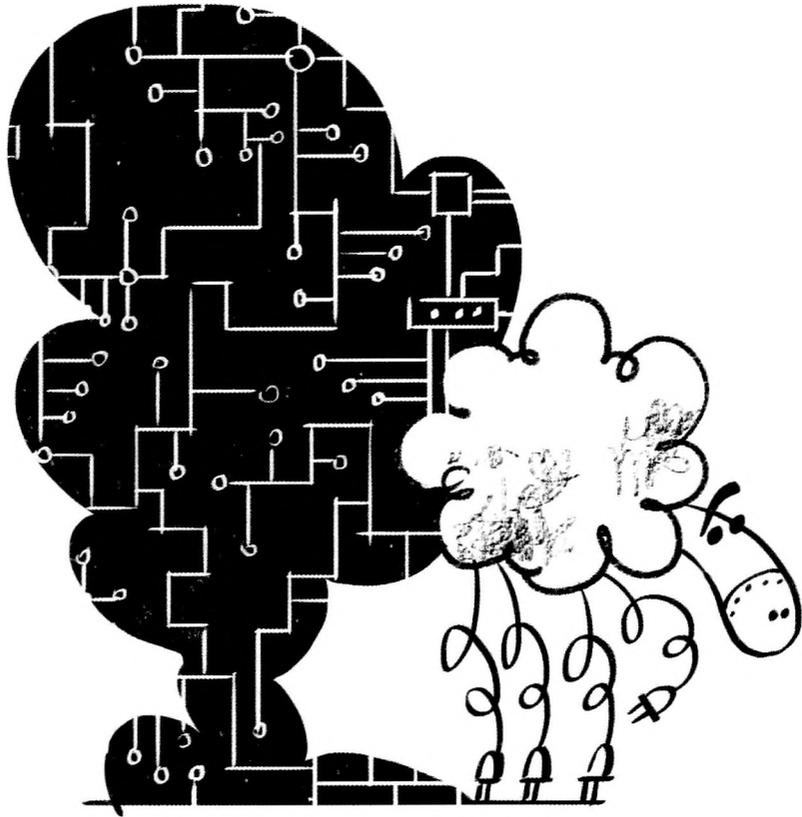
# Оглавление

Предисловие .....	9
<b>1 Договоримся об определениях .....</b>	<b>13</b>
1.1 Понятие ИИ. Прикладной/слабый ИИ, сильный ИИ (AGI) .....	20
1.2 Тест Тьюринга, китайская комната Сёрля .....	22
1.3 Машинное обучение, его виды и области применения .....	29
1.3.1 Виды машинного обучения .....	31
1.3.2 Задачи, решаемые с помощью машинного обучения .....	33
1.3.3 Области применения машинного обучения .....	38
<b>2 Сквозь тьму веков. История думающих машин .....</b>	<b>41</b>
2.1 Древние счётные устройства и механизмы .....	45
2.1.1 Счёты, абак и астролыбия .....	45
2.1.2 Антикитерский механизм .....	55
2.2 Неперовы палочки .....	69
2.3 Машина Шиккарда и паскалина .....	73
2.4 Машины Бэббиджа .....	78
2.4.1 Юность Бэббиджа. Проект де Прони как источник вдохновения .....	78
2.4.2 Доработка таблиц «Морского альманаха». Первая модель разностной машины .....	83
2.4.3 Развитие и проблемы проекта разностной машины .....	85
2.4.4 Последователи Бэббиджа: Георг Шутц и другие .....	89
2.4.5 Идеи Бэббиджа и их реализация .....	91
2.4.6 История перфокарт .....	93
2.4.7 Современники Бэббиджа — Ада Лавлейс и Луиджи Менабреа ...	99
2.4.8 Последние годы Бэббиджа и дальнейшая жизнь его идей. ....	104
2.5 Табулятор Холлерита .....	109
2.6 Вершины механических вычислительных систем: военные баллистические вычислители .....	123
2.7 От электромеханических машин к ЭВМ .....	137
2.7.1 Конрад Цузе, создатель первого компьютера Z1 .....	138
2.7.2 Говард Эйкен и компьютер Mark I .....	145
2.7.3 Кто же был первым? .....	149
2.7.4 Теоретики — Гёдель, Чёрч, Тьюринг .....	150
2.7.5 Забытый изобретатель Джон Винсент Атанасов .....	159
2.7.6 Взлом немецких военных шифров .....	167
2.7.7 Создатели советских ЭВМ — Сергей Лебедев и Исаак Брук .....	179

3	Машины, которые играют в игры, и игры, в которые играют машины	187
3.1	Ним и ниматрон	193
3.2	Крестики-нолики	198
3.3	Играть на уровне бога: от Цермело до «Ломоносова» (первое отступление)	205
3.3.1	Основоположник теории игр Эрнст Цермело	206
3.3.2	Метод обратной индукции	209
3.3.3	Применение обратной индукции для анализа шахматных окончаний	215
3.3.4	Виды решений: сильное, слабое, ультраслабое	220
3.3.5	Гекс — игра без ничьих	222
3.3.6	Решения разных игр	227
3.4	Шашки	229
3.4.1	Начало. Шашечная программа Кристофера Стрейчи	230
3.4.2	Продолжение. Шашечная программа Артура Сэмюэла	235
3.4.3	Дебют программы Chipook Джонатана Шеффера	242
3.4.4	Первый матч против чемпиона мира	249
3.4.5	Решающий матч	253
3.4.6	Нахождение слабого решения шашек	254
3.5	Шахматы	259
3.5.1	Шахматные автоматы и механизмы	259
3.5.2	Шахматные программы... без шахматных машин	267
3.5.3	Алекс Бернстайн и первая полноценная шахматная программа	272
3.5.4	СССР и США — творческая атмосфера созидания	278
3.5.5	Первые матчи шахматных программ и история «Каиссы»	283
3.5.6	Рассуждения о теоретической основе шахматного программирования и идеи Ботвинника	293
3.5.7	Прогресс в компьютерных шахматах в конце XX века	303
3.5.8	Появление и развитие проекта Фэнсюна Сюя	307
3.5.9	Первый матч против чемпиона мира	314
3.5.10	Второй матч против чемпиона мира	320
3.5.11	Компьютерные шахматы после Deep Blue	333
3.6	Грубая сила машины: отделяем правду от вымысла (второе отступление)	337
3.7	Го — новая цель	345
3.8	Итоги и перспективы	349

## 4 Нейронные сети и глубокое обучение.....353

4.1 Бионика и история изучения мышления.....	355
4.2 Лягушки, мыши, кальмары, люди и другие животные в цепких руках нейрофизиологов.....	360
4.2.1 От экспериментов на животных до открытия нейронов.....	360
4.2.2 История исследований электрической активности мозга.....	365
4.2.3 Первые математические модели нейрона — Хорвег, Вейс и Лапик.....	372
4.2.4 Принцип «всё или ничего» — Лукас, Эдриан, Като.....	381
4.2.5 Два английских джентльмена и долгопёрый прибрежный кальмар.....	391
4.2.6 Мышонок Гарольд и его увлекательная жизнь после смерти ...	396
4.2.7 Коннектомика сегодня.....	399
4.3 История первой модели искусственного нейрона: Мак-Каллок и Питтс.....	406
4.3.1 Учёный, беспризорник и иммигрант.....	407
4.3.2 «Мы знаем, как мы знаем».....	414
4.3.3 Удивительные приключения нейронных сетей в мире кибернетики: работа с Норбертом Винером.....	416
4.3.4 Научная богема и экспериментальная эпистемология.....	423
4.3.5 Грустный эпилог.....	427
4.4 Фрэнк Розенблатт, перцептрон, кот Тобермори и крысы.....	431
4.4.1 Наследие Мак-Каллока и Питтса.....	431
4.4.2 Развитие нейросетевых моделей.....	434
4.4.3 Исследования нейробиологов.....	438
4.4.4 Первые эксперименты в области искусственных нейронных сетей.....	441
4.4.5 Перцептрон Розенблатта.....	450
4.4.6 Первые нейрокомпьютеры.....	455
4.4.7 Нейросетевые исследования 1960-х годов.....	461
4.4.8 Теоретические результаты.....	464
4.4.9 Друзья, увлечения и крысы Розенблатта.....	467
4.5 «Чистюли» и «грязнули» — разные школы ИИ.....	472
4.6 Марвин Минский и зима искусственного интеллекта.....	477
Указатель.....	493
Источники.....	517



# Предисловие

Отвечает пылкой дочке  
 Рассудительный Фердуси:  
 «На деревьях мёрзнут почки,  
 В облаках умолкли гуси,  
 Труд — глубокая криница,  
 Зачерпнул я влаги мало,  
 И алмазов на страницах  
 Лишь немного заблестало.  
 Не волнуйтесь, подождите,  
 Год я буду неустанным,  
 И тогда, кого хотите,  
 Назовёте вы желанным».

Дмитрий Кедрин. *Приданое*

Весной 2016 г. в Москве, в научно-популярной библиотеке «Научка»\*, я прочитал свою первую научно-популярную лекцию под названием «Искусственный интеллект: история и перспективы». Аннотация этой лекции звучала следующим образом: *«Инженер М. С. Лось приглашает желающих лететь с ним 18 августа на планету Марс явиться для личных переговоров от 6 до 8 вечера. Ждановская набережная, дом 11, во дворе» «Что объединяет древний Антикитерский механизм и суперкомпьютер Deep Blue? Действительно ли машины выигрывают у людей в шахматы благодаря феноменальным вычислительным способностям? Какие напитки употребляли изобретатели первой искусственной нейронной сети и какую роль сыграла поэзия в истории кибернетики? Скоро ли с конвейера сойдут первые машины, которым будет позволено убивать людей, и как мы будем жить в таком мире? Об этом и многом другом — на 48 слайдах за 128 минут. Из популярной лекции вы узнаете об истории и современном состоянии дел в области искусственного интеллекта».*

Причина, по которой специалист, занимающийся главным образом решением прикладных задач в области машинного обучения, решил забраться на табуретку и начать вещать *urbi et orbi* прописные истины, до банальности проста — у меня капитально подгорело из-за того, что в одной из научно-популярных лекций о прогрессе в области искусственного интеллекта я услышал

\* Официально: Первая научно-популярная библиотека «Научка» (ГБУК г. Москвы ОКЦ ЦАО ЦДБ 14 «Научка»). — Здесь и далее примечания автора.

10 чудовищную чепуху о достижениях нейронных сетей в шахматах. Дело в том, что разработка систем искусственного интеллекта для игр много лет была одним из моих главных хобби, а в течение некоторого времени и работой. И хотя во второй половине 2000-х я постепенно перешёл от программирования игр к созданию систем для финансового сектора, шахматное программирование оставалось частью моих исследовательских интересов. В начале 2010-х гг. быстрый прогресс в области глубоких нейронных сетей стал причиной роста интереса общества к машинному обучению, и тут ВНЕЗАПНО специалистам открылась в самом что ни на есть выпуклом виде страшная истина: массовое сознание полно совершенно дремучих мифов и стереотипов об искусственном интеллекте. Путаница в понятиях, поверхностные однобокие и категоричные суждения, банальное незнание текущего положения дел в науке и технологиях, страхи и предубеждения, пустопорожня трескотня недалёких маркетологов и «гениальных стартаперов», обещающих золотые горы, — всё это со скоростью взрыва заполняло пробелы в представлениях людей. И самым грустным для меня было то, что это происходит в минуты, когда технический прогресс формирует наше будущее, меняет привычные правила игры, определяет грядущий взлёт и упадок гигантских компаний и целых отраслей. Разруха в головах — явление чрезвычайно опасное, когда многим из этих голов предстоит завтра принимать решения, определяющие важнейшие направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, решения о финансировании тех или иных проектов, о приоритетах образования и социальной политики. Наивно было бы полагать, что отдельные научно-популярные лекции или книги могут радикально изменить ситуацию, но в то же время ещё глупее было бы запереться в «башне из слоновой кости» и надеяться, что проблема решится сама собой.

Мне трудно однозначно определить жанр этой книги.

С одной стороны, я попытался провести читателя по извилистым тропам, проложенным наукой и технологиями в поисках святого Грааля искусственного интеллекта. Ведь изучение предмета в развитии позволяет лучше понять его внутренние взаимосвязи, глубже постичь природу явления. Мне кажется, что это хороший антидот против поспешных действий и однобоких суждений. Рассказывая об истории технологий искусственного интеллекта, я сделал акцент на решениях, принимавшихся ключевыми действующими лицами «на распутье», и на причинах этих решений. Меня интересовали не только сухие биографические факты и объективные условия, в которых приходилось действовать людям, вершившим технологическую историю человечества, но и особенности их характера, их ценности и жизненные приоритеты. Именно поэтому предметно-именной указатель в этой книге получился весьма объёмным.

С другой стороны, значительная часть книги посвящена современным достижениям в области машинного обучения — здесь вы найдёте описание многих современных исследований и ссылки на них, рассказ о лучших и перспективных моделях, численные оценки прогресса, достигнутого

в решении различных задач искусственного интеллекта. Также я постарался уделить внимание актуальным проблемам отрасли (как «распиаренным», так и известным лишь небольшому кругу специалистов) и намеченным путям их решения. Среди этих проблем не только технологические, но и социальные — ведь практически любые значимые достижения технологий приводят к видимым последствиям для общества, которые нельзя просто игнорировать.

Книга не требует от читателя какой-то особенной подготовки — большая её часть будет хорошо понятна любому студенту или учащемуся старших классов общеобразовательной школы. По совету Стивена Хокинга я старался уменьшить число формул в книге, и, хотя их число не удалось сократить до нуля, вы не найдёте здесь ничего, что потребовало бы от читателя глубоких познаний в области вершин арифметики. В целом я попытался найти разумный баланс, который сделал бы книгу интересной совершенно разным людям: радикальным технарям и бескомпромиссным гуманитариям, управленцам и рядовым сотрудникам, молодым людям и убелённым сединами старцам. Не знаю, насколько хорошо мне удалось решить эту задачу и не было ли это фатальной ошибкой — ответ на этот вопрос может дать только время. Я очень надеюсь, мой дорогой читатель, что эта книга понравится лично вам. В любом случае я буду очень благодарен за любые отзывы, указания на неточности, различные замечания и предложения, которые помогут улучшить эту книгу в будущем. Их можно отправлять мне в виде сообщений в социальных сетях или по адресу моей личной электронной почты: [sergei.markoff@gmail.com](mailto:sergei.markoff@gmail.com).

Приятного вам чтения!