



Книжные проекты Дмитрия Зимина

Эта книга издана в рамках программы
“Книжные проекты Дмитрия Зимина”
и продолжает серию
“Библиотека фонда «Династия»”.
Дмитрий Борисович Зимин —
основатель компании “Вымпелком” (*Beeline*),
фонда некоммерческих программ “Династия”
и фонда “Московское время”.

Программа “Книжные проекты Дмитрия Зимина”
объединяет три проекта, хорошо знакомых
читательской аудитории:
издание научно-популярных
книг “Библиотека фонда «Династия»”,
издательское направление фонда “Московское время”
и премию в области русскоязычной
научно-популярной литературы
“Просветитель”.

Подробную информацию
о “Книжных проектах Дмитрия Зимина”
вы найдете на сайте

ZIMINBOOKPROJECTS.RU

Оглавление

Пролог: Испуганные	11
--------------------------	----

Часть I

Предыстория

Глава 1. Истоки искусственного интеллекта	29
Глава 2. Нейронные сети и подъем машинного обучения	50
Глава 3. Весна ИИ	59

Часть II

Смотреть и видеть

Глава 4. Что, где, когда, кто и зачем?	87
Глава 5. Сверточные нейронные сети и <i>ImageNet</i>	104
Глава 6. Подробнее об обучаемых машинах	123
Глава 7. Надежный и этичный ИИ	149

Часть III

Обучение игре

Глава 8. Награды для роботов	165
Глава 9. Игра началась	179
Глава 10. Не ограничиваясь играми	204

Часть IV
Искусственный интеллект
и естественный язык

Глава 11. Слова и их соседи	217
Глава 12. Перевод как кодирование и декодирование	240
Глава 13. Спроси меня о чем угодно	259

Часть V
Барьер понимания

Глава 14. О понимании	282
Глава 15. Знания, абстракции и аналогии в искусственном интеллекте ..	296
Глава 16. Вопросы, ответы и гипотезы	319

<i>Благодарности</i>	339
<i>Примечания</i>	341
<i>Сведения об иллюстрациях</i>	371
<i>Предметно-именной указатель</i>	375

*Посвящается моим родителям,
которые научили меня
быть думающим человеком
и много чему еще*

Пролог

Испуганные

Складывается впечатление, что компьютеры с пугающей скоростью становятся все умнее, но кое-что им все же не под силу — они по-прежнему не могут оценить иронию. Именно об этом я думала несколько лет назад, когда по пути на встречу по вопросам искусственного интеллекта (ИИ) заблудилась в столице поиска — в *Googleplex*, штаб-квартире *Google* в Маунтин-Вью, в штате Калифорния. Более того, я заблудилась в здании *Google Maps*. Это была ирония судьбы в квадрате.

Найти само здание *Google Maps* оказалось несложно. У двери стояла машина *Google Street View*, на крыше которой громоздилась установка с камерой, похожей на черно-красный футбольный мяч. Оказавшись внутри и получив у охраны хорошо заметный гостевой пропуск, я растерялась и заблудилась в лабиринтах кабинок, занятых стайками работников *Google*, которые, надев наушники, сосредоточенно стучали по клавишам компьютеров *Apple*. В конце концов мои бессистемные поиски (в отсутствие плана здания) увенчались успехом: я нашла нужную переговорную и присоединилась к собравшимся на целый день.

Эту встречу в мае 2014 года организовал Блез Агуэра-и-Аркас, молодой специалист по компьютерным технологиям, который недавно ушел с высокой должности в *Microsoft*, чтобы возглавить разработку машинного интел-

лекта в *Google*. В 1998 году компания *Google* начала с одного “продукта” — веб-сайта, на котором использовался новый, исключительно успешный метод поиска в интернете. С годами *Google* превратилась в главную технологическую компанию мира и теперь предлагает широкий спектр продуктов и услуг, включая *Gmail*, “*Google* Документы”, “*Google* Переводчик”, *YouTube*, *Android* и множество других, которыми вы пользуетесь каждый день, и таких, о которых вы, может, и не слышали вовсе.

Основатели *Google*, Ларри Пейдж и Сергей Брин, долгое время лелеяли мысль о создании искусственного компьютерного интеллекта, и эта сверхзадача предопределила одно из главных направлений деятельности *Google*. За последние десять лет компания наняла множество специалистов в области искусственного интеллекта, включая знаменитого изобретателя и противоречивого футуролога Рэя Курцвейла, который утверждает, что в ближайшем будущем наступит технологическая сингулярность, то есть момент, когда компьютеры станут умнее людей. Курцвейла наняли в *Google*, чтобы он помог воплотить эту идею в жизнь. В 2011 году внутри *Google* создали группу исследования ИИ, которую назвали *Google Brain*, а после этого компания приобрела впечатляющее количество ИИ-стартапов со столь же многообещающими названиями, среди которых *Applied Semantics*, *DeepMind* и *Vision Factory*.

Иными словами, *Google* уже нельзя назвать просто поисковым сервисом — даже с натяжкой. *Google* быстро превращается в компанию прикладного ИИ. Именно искусственный интеллект, подобно клею, связывает различные продукты, услуги и смелые исследования *Google* и его головной организации, *Alphabet*. Идеальная цель компании отражена в оригинальной концепции входящей в ее состав группы *DeepMind*: “Постичь интеллект и использовать его, чтобы постичь все остальное”¹.

ИИ и “ГЭБ”

Устроенной в *Google* встречи по вопросам ИИ я ждала с нетерпением. Я начала работать с различными аспектами ИИ еще в аспирантуре, в 1980-х годах, а достижения *Google* меня восхищали. У меня также был целый ряд неплохих идей, которыми я хотела поделиться. Но я должна признать, что встречу собрали не ради меня. Ее организовали, чтобы лучшие исследователи ИИ из *Google* смогли побеседовать с Дугласом Хофштадтером, легендой ИИ и автором знаменитой книги с загадочным названием “Гёдель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда”, или коротко: “ГЭБ”. Если вы специалист в области компьютерных наук или просто увлекаетесь компьютерами, вероятно, вы слышали об этой книге, читали ее или пытались прочесть.

В написанной в 1970-х “ГЭБ” нашли отражение многие интеллектуальные увлечения Хофштадтера: обращаясь к математике, искусству, музыке, языку, юмору и игре слов, он поднимает глубокие вопросы о том, как разум, сознание и самосознание, неотъемлемо присущие каждому человеку, возникают в неразумной и бессознательной среде биологических клеток. В книге также рассматривается, как компьютеры в итоге смогут обрести разум и самосознание. Это уникальная книга — я не знаю ни одной другой, которая могла бы с ней сравниться. Вчитаться в нее нелегко, но она тем не менее стала бестселлером и принесла своему автору Пулитцеровскую премию и Национальную книжную премию. Несомненно, “ГЭБ” вдохновила заняться ИИ больше молодежи, чем любая другая книга. Среди этой молодежи была и я.

В начале 1980-х годов, окончив колледж, где я изучала математику, я обосновалась в Нью-Йорке, устроилась работать учителем и готовила подростков к поступлению в колледж. Я была несчастна и пыталась понять, чем мне на самом деле хочется заняться в жизни. Прочитав восторженный отзыв в журнале *Scientific American*, я узнала о “ГЭБ”

и незамедлительно купила книгу. Следующие несколько недель я читала ее, все больше убеждаясь, что хочу не просто стать специалистом по ИИ, но и работать с Дугласом Хофштадтером. Никогда прежде я не приходила в такой восторг от книги и не чувствовала такой уверенности в выборе профессии.

В то время Хофштадтер преподавал информатику в Индианском университете. У меня родился отчаянный план подать документы на поступление в аспирантуру по информатике, приехать и убедить Хофштадтера принять меня на программу. Была лишь одна загвоздка: я никогда не изучала информатику. Я выросла в окружении компьютеров, потому что в 1960-х мой отец работал специалистом по ЭВМ в технологическом стартапе, а в свободное время собирал мейнфрейм в домашнем кабинете. На машине *Sigma 2*, размером с холодильник, красовался значок “Я молюсь на фортране” — и я почти не сомневалась, что в ночи, когда все засыпают, компьютер и правда тихонько читает молитвы. Мое детство пришлось на 1960-е и 1970-е, а потому я постигла азы популярных в то время языков — сначала фортрана, а затем бейсика и паскаля, — но почти ничего не знала о методах программирования, не говоря уже о многих других вещах, которые должен знать человек, решивший поступить в аспирантуру по информатике.

Чтобы ускорить свое продвижение к цели, в конце учебного года я уволилась с работы, переехала в Бостон и стала изучать основы информатики, готовясь сменить карьеру. Через несколько месяцев после начала новой жизни я пришла на занятие в Массачусетский технологический институт (MIT) и заметила объявление о лекции Дугласа Хофштадтера, которая должна была два дня спустя состояться в том же кампусе. Я прослушала лекцию, дождалась своей очереди в толпе почитателей и сумела поговорить с Хофштадтером. Оказалось, что он приехал в MIT в разгар годовичного академического отпуска, по окончании которого планировал перейти из Индианского университета в Мичиганский университет в Энн-Арбор.

Если не вдаваться в детали, я проявила настойчивость и убедила Хофштадтера взять меня на должность лаборанта — сначала на лето, а затем на оставшиеся шесть лет учебы в аспирантуре, после чего получила докторскую степень по информатике в Мичиганском университете. Мы с Хофштадтером продолжили тесно общаться, часто обсуждая ИИ. Он знал, что я интересуюсь исследованиями ИИ, которые проводятся в *Google*, и любезно предложил мне присоединиться к нему на встрече.

Шахматы и первое зерно сомнения

В переговорной, которую я так долго искала, собралось около двадцати человек (не считая нас с Дугласом Хофштадтером). Все они работали инженерами в *Google* и занимались исследованиями ИИ в составе разных команд. В начале встречи все по очереди представились. Несколько человек отметили, что занялись ИИ, потому что в юности прочитали “ГЭБ”. Им всем не терпелось услышать, что легендарный Хофштадтер скажет об ИИ. Затем Хофштадтер поднялся и взял слово. “Я хочу сказать несколько слов об исследованиях ИИ в целом и работе *Google* в частности, — начал он, преисполненный энтузиазма: — Я напуган. Очень напуган”.

Хофштадтер продолжил свое выступление². Он рассказал, что в 1970-х, когда он приступил к работе над ИИ, все это казалось интересным, но таким далеким от жизни, что не было “ни опасности на горизонте, ни чувства, что все это происходит *на самом деле*”. Создание машин с человекоподобным интеллектом сулило чудесные интеллектуальные приключения в рамках долгосрочного исследовательского проекта, до воплощения которого, как говорили, оставалась по меньшей мере “сотня Нобелевских премий”³. Хофштадтер полагал, что теоретически ИИ возможен: “Нашими «врагами» были люди вроде Джона Сёрла, Хьюберта Дрейфуса и других скептиков, которые утверждали, что ИИ невозмо-