



GENIUS  
MAKERS

СОЗДАТЕЛИ  
ИСКУССТВЕННОГО  
ГЕНИЯ

О бунтарях, которые наделили  
интеллектом Google, Facebook  
и весь мир

**Кейд Метц**

Кейд Метц

**Создатели искусственного  
гения. О бунтарях, которые  
наделили интеллектом  
Google, Facebook и весь мир**

«Попурри»

2021

## **Метц К.**

Создатели искусственного гения. О бунтарях, которые наделили интеллектом Google, Facebook и весь мир / К. Метц — «Попурри», 2021

ISBN 978-985-15-5268-5

В этой книге журналист New York Times из Кремниевой долины Кейд Метц рассказывает о том, как создавался искусственный интеллект, как он внедрялся в бизнес, социальную сферу и в повседневную жизнь. Перед читателем раскрывается драматичный конфликт между корпоративными и научными интересами и защитой частной жизни. Книга, как настоящий роман, наполнена эксцентричными, сложными персонажами и ставит перед читателем сложнейшие нравственные вопросы.

ISBN 978-985-15-5268-5

© Метц К., 2021  
© Попурри, 2021

## Содержание

Пролог	6
Часть первая	13
Глава 1	13
Глава 2	21
Конец ознакомительного фрагмента.	26

# Кейд Метц

## Создатели искусственного гения: О бунтарях, которые наделили интеллектом Google, Facebook и весь мир

*Памяти Уолта Метца, который верил в правду, добро и красоту*

*И сейчас настало изумительное время: все, что мы почитали  
знанием, лопнуло, точно мыльный пузырь.*

*Том Стоппард, «Аркадия», действие I, сцена 4*

*Когда будут раскрыты все тайны и утрачен последний смысл, мы  
останемся одни. На пустынном берегу.*

*Действие II, сцена 7*



Перевод с английского выполнил *Павел Самсонов*  
по изданию: Cade Metz. Genius Makers: The Mavericks Who Brought AI to Google,  
Facebook, and the World. – Dutton.

Публикуется с разрешения автора и его литературных агентов Ross Yoon Agency (США)  
через агентство Александра Корженевского (Россия).



Copyright © 2021 by Cade Metz

© Cover Image. Shutterstock.com. agsandrew

© Перевод, оформление, издание на русском языке. ООО «Попурри», 2021

## Пролог

### Человек, который никогда не садится

Декабрь 2012 г.

Забравшись в автобус, чтобы начать путешествие из Торонто к озеру Тахо, Джефф Хинтон садиться не стал. Он не садился уже семь лет. «Последний раз я присел в 2005 году, – часто рассказывал он, – и это было ошибкой». Еще будучи подростком, он надорвал спину, когда по просьбе матери хотел переставить тяжеленный тепловой аккумулятор. Когда годы стали приближаться к шестидесяти, каждый раз, когда он присаживался, возникала опасность, что спину прострелит – а если спину прострелит, боль гарантированно прикует его к постели на несколько недель. Поэтому он перестал садиться. В своем кабинете в университете Торонто он работал, стоя за высоким столом. Чтобы поесть, он клал на пол пенопластовый коврик и становился на колени перед низким столиком, словно буддистский монах, готовящийся к медитации. В машине он ложился на заднее сиденье. А на большие расстояния предпочитал перемещаться поездом. Летать он не мог, по крайней мере коммерческими рейсами, потому что там его принуждали садиться на место во время взлета и посадки. «Дошло до того, что я начал опасаться, что в какой-то момент превращусь в неспособного передвигаться инвалида, так все было серьезно, – говорит он. – Если эту проблему запустить, других проблем у тебя уже не будет».

Той осенью, прежде чем, лежа на заднем сиденье автобуса, добраться до Нью-Йорка, потом поездом доехать до станции Траки, находящейся за перевалом хребта Сьерра-Невада в штате Калифорния, а оттуда уже, лежа на заднем сиденье такси, еще полчаса подниматься выше в горы к спрятавшемуся там озеру Тахо, Джефф Хинтон основал новую фирму. В ее штате было еще два человека, оба – аспиранты из его лаборатории. Никакой продукции они не выпускали. У них и планов таких не было. И на странице их веб-сайта отображалось лишь одно их название<sup>1</sup> – DNNresearch, – еще менее привлекательное, чем сама страница. Шестидесяти-четырёхлетний Хинтон, который в стенах университета чувствовал себя как дома – всегда в шерстяном свитере, со взъерошенной сединой и вечными шутками-прибаутками, – не очень-то и хотел создавать эту фирму, но эти двое аспирантов насели и таки уговорили его. Но еще до того, как он добрался до озера Тахо, одна из крупнейших китайских компаний уже успела предложить за его новорожденный стартап 12 миллионов долларов, а чуть позже к торгу подключились еще три компании, в том числе две крупнейшие американские.

Он направлялся к Narrah's и Harvey's, двум отелям-казино, расположенным у подножия горнолыжного склона на южной стороне озера. В этих двух гигантских зданиях из стекла, стали и бетона, которые, словно близнецы, возвышаются над невадскими соснами, размещались не только залы казино, но и гостиничные номера, просторные конференц-залы и огромное количество (второразрядных) ресторанов. В том декабре там проходила ежегодная научная конференция, сокращенно именуемая NIPS, что расшифровывается как «нейронные системы обработки информации». Основной сферой интересов ученых, съезжающих на эту конференцию, является искусственный интеллект (ИИ). Уроженец Лондона, один из первопроходцев, занимавшийся тематикой ИИ с начала 1970-х годов в крупнейших университетах Великобритании, США и Канады, Хинтон посещал эти конференции едва ли не каждый год. Но в этот раз все было по-другому. Хотя китайцы уже четко обозначили свою заинтересованность, он знал, что другие претенденты тоже не заставят себя ждать, и конференция NIPS представлялась ему идеальным местом для проведения такого аукциона.

За два месяца до этого Хинтону и его студентам удалось фундаментальным образом усовершенствовать систему «компьютерного зрения». Они построили так называемую *искус-*

ственную нейронную сеть, математическую систему, моделирующую биологическую сеть нейронов в мозгу, которая оказалась способна распознавать образы самых обычных объектов<sup>2</sup> – будь то цветы, собаки или автомобили – с немислимой точностью. Как показали Хинтон и его студенты, такая нейронная сеть может научиться вполне по-человечески распознавать образы, анализируя огромные объемы входящих данных. Методика «глубокого обучения», как назвал этот процесс сам Хинтон, обладала колоссальным потенциалом, и это касалось не только технологий компьютерного зрения, но имело широкие перспективы во множестве других направлений, начиная с «голосовых помощников» и заканчивая разработкой новых лекарств.

Само понятие нейронных сетей восходит к 1950-м годам, но первым ученым, занимавшимся ими, долгое время не удавалось заставить их работать так, как хотелось бы. К началу нового тысячелетия большинство ученых опустили руки и отказались от дальнейших исследований, убежденные в том, что это тупиковая ветвь научно-технического прогресса, и разувившиеся в распространившемся за полвека представлении, что эти математические системы способны тем или иным образом имитировать работу человеческого мозга. Те же ученые, которые продолжали работать над этой темой, предпочитали маскироваться и, когда подавали свои статьи в научные журналы, заменяли словосочетание «искусственные нейронные сети» терминологией, не так резавшей слух разочаровавшейся ученой братии. Хинтон оставался одним из тех, кто твердо верил, что однажды все образуется, и продолжал работать над созданием машин, способных не только распознавать образы объектов, но также различать произносимые слова, понимать естественный язык, поддерживать беседу и, может быть даже, решать задачи, которые не под силу человеческому мозгу, что позволяло бы открывать новые пути постижения тайн биологии, медицины, геологии и других наук. Его позицию считали эксцентричной даже в стенах его родного университета; руководство на протяжении многих лет отказывало ему в просьбе нанять еще одного специалиста, который бы мог сопровождать его на этом трудном и извилистом пути к созданию машин, способных учиться самостоятельно. «Одного сумасшедшего, работающего над этим, более чем достаточно», – так он любил объяснять их позицию.

Но вот весной и летом 2012 года Хинтон и его двое аспирантов совершили настоящий прорыв: они показали, что искусственная нейронная сеть способна распознавать обычные объекты с точностью, выходящей далеко за рамки возможностей любых других технологий. В девятистраничной статье, опубликованной осенью того же года, они провозгласили на весь мир, что идея нейронных сетей все же восторжествовала, как это Хинтон давным-давно предсказывал.

Несколько дней спустя Хинтон получил письмо от Кая Юя, еще одного специалиста по ИИ, работавшего на китайскую технологическую компанию Baidu. Казалось бы, у Хинтона и Юя было очень мало общего. Хинтон родился в семье выдающихся британских ученых, авторитет которых соперничал лишь с их эксцентричностью, учился в Кембридже, потом закончил аспирантуру Эдинбургского университета, где получил ученую степень по специальности «Искусственный интеллект», и последующие тридцать лет занимался преподавательской работой и исследованиями в области информатики. Юй родился на тридцать лет позже Хинтона в коммунистическом Китае. Он был сыном инженера, работавшего на автозаводе, учился в Нанкине, затем в Мюнхене, а потом нашел работу в одной из научных лабораторий Кремниевой долины. Эти два человека были совершенно разными по происхождению, возрасту, культурной, языковой, географической принадлежности, но их объединял общий интерес к необычному предмету: искусственным нейронным сетям. Первый раз они встретились в Канаде во время научного семинара, который был создан в надежде оживить эту почти уснувшую область исследований. В этих же целях был проведен ребрендинг идеи нейронных сетей, и в научный обиход вошло понятие «глубокое обучение». Юй был в числе тех, кто помогал распространять это новое «евангелие». Когда он вернулся в Китай, на его научную деятельность положил глаз генеральный директор Baidu. И когда исследователи из Университета Торонто выпустили в

свет свою девятистраничную статью, Юй доложил членам мозгового штаба Baidu, что им стоит как можно скорее нанять Хинтона. В своем письме он представил Хинтона вице-президенту Baidu, и тот предложил Хинтону 12 миллионов долларов в обмен на несколько лет совместной работы.

Если в Пекине считали, что дело на мази, то сам Хинтон не был в этом уверен. За последние месяцы у него наладились отношения с представителями нескольких других компаний, как крупных, так и не очень, включая двух крупнейших американских конкурентов Baidu. Те тоже звонили ему в Торонто и спрашивали, не захочет ли он перейти к ним на работу вместе со своими аспирантами. Видя перед собой такой широкий спектр возможностей, он спросил у руководства Baidu, согласны ли они на то, чтобы он, прежде чем принять предложенные 12 миллионов, рассмотрел другие варианты. Когда они согласились, он смог перевернуть ситуацию с ног на голову. Подстрекаемый своими аспирантами, да и сам понимающий, что Baidu и их конкуренты с большей охотой заплатят огромные деньги за готовую компанию, вместо того чтобы за ту же сумму нанимать в свой штат нескольких ученых, он учредил свой крошечный стартап. Название компании, DNNresearch, содержало в себе отсылку к «глубоким нейронным сетям» (*deep neural networks*), на которых они специализировались, и Хинтон поинтересовался у своего юриста в Торонто, как бы ему добиться максимальной продажной цены для компании из трех сотрудников, ничего не производящей и не имеющей за плечами практически никакой истории. Юристу виделись два варианта: Хинтон мог бы нанять профессионального переговорщика, рискуя обозлить потенциальных покупателей его крошечного предприятия, или устроить аукцион. Хинтон выбрал аукцион. В конечном счете свои заявки на участие в аукционе подали четыре претендента: Baidu, Google, Microsoft и еще одна небольшая фирма, которая существовала лишь два года и о которой мало кто слышал. Это была лондонская фирма DeepMind, основанная нейробиологом Демисом Хассабисом, которая в последующее десятилетие значительно выросла и вошла в число наиболее известных и влиятельных лабораторий, занимающихся искусственным интеллектом.

За неделю до аукциона Алан Юстас, главный инженер Google, прилетел на южный берег озера Тахо на собственном двухмоторном самолете. Там он пригласил Хинтона и его аспирантов на ужин в один из ресторанов на верхнем этаже комплекса Harrah's, стейк-хаус, украшенный тысячей пустых бутылок из-под вина. Это был шестьдесят пятый день рождения Хинтона. Там присутствовал также один из ведущих инженеров Google Джефф Дин. Сам Хинтон стоял возле барной стойки, а остальные сидели на табуретах и обсуждали амбиции Google, предстоящий аукцион и последние результаты исследований, проводящихся в торонтской лаборатории. Посланцы Google видели главную цель этого ужина в том, чтобы ближе присмотреться к юным аспирантам Хинтона, которых они до того дня в глаза не видели. Компании Baidu, Microsoft и DeepMind также прислали своих представителей на конференцию, и некоторые из них приняли участие в аукционе. Кай Юй из Baidu, по наущению которого и началась эта гонка за Хинтоном и его студентами, тоже встретился с ними троими до начала торгов. Но все вместе – в одно время и в одном месте – претенденты так и не собрались. Аукцион проводился дистанционно: предложения поступали по электронной почте от руководителей заинтересованных компаний – из Калифорнии, Лондона и Пекина. И Хинтон позаботился о том, чтобы участники аукциона не знали друг о друге.

Сам он руководил аукционом, оставаясь в своем номере (731) в отеле Harrah's, выходявшем окнами на снежные горные пики и поросшие соснами склоны. Каждый день он назначал время для очередного раунда торгов, и к условленному часу он и его аспиранты собирались в его двухместном номере и следили за поступающими предложениями через ноутбук. Чтобы Хинтон мог стоя пользоваться ноутбуком, они поместили его на перевернутую мусорную корзину, которую водрузили на стол. Предложения доставлялись через Gmail, онлайн-почтовый сервис Google, – просто потому, что Хинтон пользовался именно этой почтой. Надо ска-

зять, что у Microsoft это первоначально вызвало возражения. Незадолго до аукциона компания высказала опасение, что Google, ее главный конкурент, будет иметь возможность заглядывать в письма своих соперников и пользоваться этим в своих интересах. Хинтон ранее уже обсуждал такую возможность со своими аспирантами, хотя его это беспокоило в меньшей степени и лишь подвигло на лукавый комментарий о растущем могуществе Google. Строго говоря, руководители Google действительно имели доступ к любым письмам, отправляемым через Gmail. Хотя по условиям использования почтового сервиса они обязывались не делать этого, технически они могли нарушить свои обязательства, причем так, что об этом никто бы и не узнал. В конце концов Хинтон и Microsoft решили отбросить свои сомнения («Мы были вполне уверены, что Google не станет читать наши письма», – вспоминал он впоследствии), и это был судьбоносный момент, хотя на тот момент никто из участников этого не сознавал.

Правила аукциона были простые: сделав заявки, четыре компании имели в своем распоряжении час времени, чтобы поднять предлагаемую цену как минимум на миллион долларов. Этот часовой обратный отсчет начинался в тот момент, когда приходила последняя из заявок, и, если по истечении часа никто новых предложений не вносил, торги закрывались. Компания DeepMind в своих заявках предлагала не деньги, а собственные акции, но ей было не под силу тягаться с тремя гигантами, и она быстро сошла с дистанции. Оставались Baidu, Google и Microsoft. Ставки продолжали расти, и когда они достигли 15, а потом и 20 миллионов, компания Microsoft тоже было отказалась от дальнейшего участия, но потом вернулась. Каждая минута на протяжении торгов держала Хинтона и его аспирантов в напряжении, и они не переставали обсуждать, какой из компаний им все-таки стоит отдать предпочтение. Ближе к вечеру, любуясь в окно на горнолыжные склоны и вершины гор, они увидели в небе два самолета, которые, разлетаясь в разные стороны, оставили после себя дымный след в форме огромного X. Возбужденные всей этой атмосферой, они начали спорить, что могло бы означать это знамение, и вдруг вспомнили, что штаб-квартира Google располагается в городе под названием Маунтин-Вью, то есть «горный вид». «Означает ли это, что мы должны присоединиться к Google? – спросил Хинтон. – Или это означает, что не должны?»

Когда цена достигла 22 миллионов, Хинтон приостановил торги для консультации с одним из претендентов, и полчаса спустя компания Microsoft вновь выпала из числа соискателей. Остались Baidu и Google, которые продолжали поднимать ставки. Со стороны Baidu торгами первоначально занимался Кай Юй, но, когда цена достигла 24 миллионов, один из директоров компании взял управление на себя. Юй же время от времени захакивал в номер 731 в надежде хоть как-то почувствовать, что там происходит с торгами.

Хотя Юй даже не подозревал об этом, его визиты составляли для Хинтона немалую проблему. Ему было уже шестьдесят пять, и его организм плохо переносил климат озера Тахо, где воздух сухой, холодный и разреженный. Он боялся заболеть, а еще больше боялся, как бы Юй или кто-нибудь еще не увидели его в болезненном, немощном состоянии. «Я не хотел, чтобы они видели во мне больного старика», – говорит он. Поэтому он снял матрас с раздвижного дивана, стоявшего у стены, и положил его на пол между двумя кроватями. Над матрасом он соорудил навес, перекинув с кровати на кровать гладильную доску и несколько других подобных предметов. Вечером он развешивал на этом каркасе мокрые полотенца и спал каждую ночь под этим импровизированным балдахином, дыша влажным воздухом. Хинтон полагал, что это поможет ему не заболеть. Проблема была, однако, в том, что в дни аукциона Юй, круглолицый коротышка в очках, то и дело заглядывал к нему в номер поболтать. И Хинтону не хотелось, чтобы Юй увидел, *как он старается не заболеть*. Поэтому каждый раз, когда Юй просил разрешения зайти, он поручал двум своим помощникам-студентам спрятать с глаз матрас, гладильную доску и мокрые полотенца. «Самая подходящая работа для вице-президентов», – говорил он им.

После одного такого визита Юй забыл у них свой рюкзачок, и, когда они увидели его на стуле, возникло искушение заглянуть туда и, может быть, обнаружить там что-то, что подскажет, как высоко компания Baidu намерена продолжать поднимать ставки. Но они не стали этого делать, решив, что это было бы непорядочно. В любом случае они скоро узнали, что компания Baidu была готова заплатить гораздо больше: и 25, и 30, и 35 миллионов. И каждая такая новая заявка приходила за минуту или две до истечения часа, после чего торги, которые, казалось, вот-вот закончатся, снова продлевались.

Когда ставки поднялись так высоко, Хинтон решил сократить время на размышление с часа до тридцати минут. Цифры пошли вверх быстрее: 40 миллионов, 41 миллион, 42 миллиона, 43 миллиона... «Мы чувствовали себя почти как в кино», – говорит он. В один из вечеров он приостановил торги уже почти в полночь, когда цена достигла 44 миллионов. Ему нужно было хоть немного поспать.

На следующий день, примерно за полчаса до запланированного возобновления аукциона, он отправил участникам письмо о том, что начало торгов откладывается. Еще через час они получили новое письмо: аукцион завершен. Ночью Хинтон принял окончательное решение продать свою компанию Google – больше не делая попыток дальнейшего повышения цены. В письме, адресованном руководству Baidu, он дал понять, что в дальнейшем любые сообщения от них будут переадресовываться его новому работодателю, хоть и не упомянул, кто именно этот работодатель.

Как он позже признался, на Google он был настроен изначально. Даже Кай Юй был уверен в том, что Хинтон в конечном счете отдаст предпочтение Google или какой-то другой американской компании, потому что с его спиной перебираться в Китай было проблематично. В этой связи Юй почитал за счастье уже то, что компания Baidu оказалась в числе претендентов. Этот аукцион, заставивший американских конкурентов пойти во все тяжкие, полагал он, показал руководителям Baidu, какой огромный потенциал на многие годы вперед таится в технологии глубокого обучения.

Хинтон остановил аукцион потому, что найти оптимальное место для проведения дальнейших исследований было для него гораздо важнее, чем получить максимально возможную цену. Когда он дал знать представителям Google, что останавливает торги на отметке 44 миллиона долларов, они поначалу решили, что он шутит, ведь цену можно было еще поднимать и поднимать. Но он не шутил, и его аспиранты так же хорошо понимали ситуацию, как и он сам. Они были ученые, а не предприниматели, и они преданы в первую очередь идее.

Но Хинтон до конца сам не сознавал, насколько ценной окажется эта идея. Никто этого не сознавал. Вместе с небольшой группой других ученых – распределенных по все тем же четырем компаниям, которые участвовали в аукционе, плюс еще один американский интернет-гигант, а впоследствии плюс еще один новый стартап – Хинтон и его аспиранты сумели внедрить эту идею в самое сердце IT-индустрии. Это позволило резко ускорить прогресс разработок искусственного интеллекта, включая разработки в области голосовых помощников, беспилотных автомобилей, робототехники, кибермедицины, а также – хоть это и не входило в первоначальные намерения – кибероружия и кибербезопасности. «Это изменило мой (и не только мой) взгляд на высокие технологии», – говорит глава инженерного подразделения Google Алан Юстас.

Некоторые ученые, в частности Демис Хассабис, молодой нейробиолог и один из основателей DeepMind, даже поверили в то, что им со временем удастся создать такую машину, которая будет способна делать *все*, что может делать человеческий мозг, только лучше, и это позволит осуществить ту самую мечту, которая вдохновляла первопроходцев компьютерной эры. Никто не может сказать, когда такая машина появится. Но даже в обозримой перспективе распространение «умных» – хоть еще и далеких от настоящего интеллекта – машин будет иметь колоссальные социальные последствия. Эти могущественные технологии всегда пле-

няли и пугали людей, и человечество время от времени пыталось играть с ними. На этот раз ставки настолько высоки, что даже самые выдающиеся умы не представляют, куда это может нас завести. Развитие методики глубокого обучения знаменовало фундаментальные изменения в самом построении цифровых технологий. Вместо того чтобы тщательно предопределять, как должна вести себя машина – правило за правилом, команда за командой, – инженеры приступили к созданию машин, которые учатся решать задачи на своем собственном опыте, и этот опыт охватывает совершенно колоссальные массивы цифровой информации, которые неспособна уместить в себе никакая человеческая голова. В результате возникнет новая порода машин, которые будут не только более могущественными, чем все предыдущие, но также более таинственными и непредсказуемыми.

Когда эта технология обучения только начинала распространяться в интернете, никто еще толком не сознавал, что обучающиеся машины впитывают в себя также и все предрассудки своих создателей. Ученые, первоначально занимавшиеся их созданием, – это по преимуществу белые мужчины, и все нюансы проблематики они оказались способны уловить только тогда, когда им на них указали представители нового поколения исследователей, включающего в себя женщин и небелых. По мере того, как эта технология продвигается все дальше и глубже – в системы здравоохранения, государственной безопасности и в вооруженные силы, – этот перекос может иметь серьезные последствия. Технология глубокого обучения обладает внутренней силой, которую до конца не способны контролировать даже сами разработчики этой технологии, особенно когда эта сила попадает в руки компаний-гигантов, движимых ненасытным стремлением к прибыли.

После того как аукцион, организованный Хинтоном, завершился и подошла к концу конференция NIPS, Кай Юй самолетом отправился в Пекин. На борту он наткнулся на научного сотрудника Microsoft, урожденного китайца по имени Ли Дэн, который тоже сыграл свою роль в аукционе. Юй и Дэн знали друг друга много лет по конференциям и семинарам, посвященным проблематике ИИ, и вот в самолете их места оказались рядом. Хинтон позаботился о том, чтобы ни одна компания, участвовавшая в аукционе, не знала, кто еще участвует, а знать очень хотелось. Дэн любил пообщаться, и они на протяжении всего многочасового перелета бурно обсуждали тему подъема технологии глубокого обучения. Но что касается их участия в аукционе, то здесь они были привязаны клятвой верности своим работодателям и потому, напрямую не говоря об этом, ходили вокруг да около, пытаясь выведать секреты друг у друга и при этом не выдать себя. Да они и без лишних слов понимали, что новая конкурентная война уже началась. Их компаниям так или иначе предстояло дать достойный ответ на этот прорыв Google. Так уж устроен мир интернет-технологий. Это было начало глобальной гонки вооружений, и эта гонка очень скоро приведет к таким последствиям, которые еще несколько лет назад казались немыслимыми.

А Джефф Хинтон тем временем возвращался поездом в Торонто. Через некоторое время он переберется в калифорнийский Маунтин-Вью, где располагается головной офис Google, но, даже став штатным сотрудником этой компании, он сохранит за собой должность профессора Университета Торонто и будет продолжать держаться за свою систему принципов и убеждений, служа примером для многих других ученых, которые вслед за ним пополнили ряды крупнейших технологических компаний. Когда его годы спустя спросили, какие все-таки компании участвовали в том аукционе, он ответил как всегда своеобразно. «Я подписал контракты, которые запрещают мне разглашать, с кем мы вели переговоры, – сказал он. – Один такой контракт я подписал с Microsoft, другой с Baidu, третий с Google. Так что лучше не будем об этом». DeepMind он не упомянул. Но это другая история. После аукциона на озере Тахо Демис Хассабис, основавший лондонскую лабораторию DeepMind, во многом пошел по стопам Хинтона. В чем-то его открытия вторили открытиям последнего, в чем-то он проникал в будущее даже еще дальше. Очень скоро Хассабис тоже вовлекся в глобальную гонку вооружений.

В этой книге рассказывается о Хинтоне, Хассабисе и других ученых, которые стояли у истоков этой гонки, о небольшой, но весьма разношерстной группе исследователей со всего земного шара, которые десятки лет вынашивали свою идею, порой преодолевая неприкрытый скептицизм, пока эта идея не вызрела и не вызвала невероятную, неожиданную суматоху, которая затронула жизненные интересы крупнейших мировых корпораций.

## Часть первая Машина нового типа

### Глава 1 Генезис. «Мыслящее чудовище Франкенштейна, родившееся в недрах ВМС»

Седьмого июля 1958 года несколько человек<sup>3</sup> собрались в офисе Бюро погоды США, расположенного в Вашингтоне, в пятнадцати кварталах от Белого дома. Они обступили электронную машину шириной и высотой с холодильник, но вдвое большую по глубине. Впрочем, это была лишь одна из частей огромного компьютера, другие части которого заполняли комнату, словно мебельный гарнитур. Машина была покрыта серебристым пластиком, отражавшим свет, а передняя панель – усеяна рядами маленьких круглых лампочек, красных квадратных кнопок и толстых пластиковых тумблеров, частично белого, частично серого цвета. Обычно эта электронно-вычислительная машина стоимостью в 2 миллиона долларов<sup>4</sup> выполняла расчеты для Бюро погоды, предшественника нынешней Национальной метеослужбы, но в тот день ее позаимствовали<sup>5</sup> специалисты из научно-исследовательского управления ВМС и тридцатилетний профессор Корнеллского университета по имени Фрэнк Розенблатт.

Как сообщает присутствовавший там газетный репортер, Розенблатт и сопровождавшие его военно-морские инженеры<sup>6</sup> вставили в машину две белые карточки, одна из которых была помечена маленьким квадратиком слева, а другая – таким же квадратиком справа. Поначалу машина не могла их различить<sup>7</sup>, но после прочтения еще полусотни таких карточек<sup>8</sup> ситуация изменилась. Почти в каждом случае машина правильно определяла, где расположена отметка – слева или справа. Как объяснил Розенблатт, машина освоила этот навык вполне самостоятельно<sup>9</sup> – благодаря математической системе, моделирующей работу человеческого мозга. Он назвал эту систему «Перцептроном»<sup>10</sup>. В будущем, говорил он, эта система научится распознавать<sup>11</sup> печатные буквы, слова, написанные от руки, голосовые команды и даже человеческие лица. Она сможет переводить<sup>12</sup> слова и тексты с одного языка на другой. И теоретически, добавлял он, она сможет сама себя клонировать<sup>13</sup> на сборочном конвейере, исследовать далекие планеты и перейдет границу, разделяющую электронные компьютеры и живой разум.

«ВМС представили эмбрион<sup>14</sup> будущего электронного компьютера, который, как ожидается, научится ходить, разговаривать, видеть, писать, размножаться и осознавать свое существование», – говорится в статье, которая наутро появилась в *New York Times*. Вторая статья<sup>15</sup>, уже в воскресном номере, утверждала, что инженеры ВМС даже сомневаются, правильно ли называть это творение машиной – «настолько она будет похожа на человека, пусть и неживая». Розенблатту не очень нравилось<sup>16</sup> то, как это событие трактовалось прессой, – особенно заголовок одной из газет Оклахомы: «Мыслящее чудовище Франкенштейна, родившееся в недрах ВМС». В последующие годы его пыл поулег, и он, как в кругу коллег, так и в СМИ, описывал этот проект в гораздо более сдержанных красках<sup>17</sup>. Он настаивал<sup>18</sup> на том, что речь не шла о попытке создания искусственного интеллекта и что он прекрасно сознавал весьма ограниченные возможности этой системы. И однако сама идея выскользнула из его пальцев и перестала быть его идеей.

«Перцептрон» был одной из первых нейронных сетей, ранним воплощением той самой технологии, которую Джефф Хинтон продал за огромные деньги на аукционе более чем полвека спустя. Но прежде чем цена этой идеи достигла 44 миллионов долларов, не говоря уже о наступлении того экстравагантного будущего, предсказанного на страницах *New York Times*, она была надолго засунута в темный чулан науки. К началу 1970-х, когда все эти громкие прогнозы разбились о недостатки, присущие технологии Розенблатта, идея практически умерла.

\* \* \*

Фрэнк Розенблатт родился<sup>19</sup> в 1928 году в городе Нью-Рошелл, в штате Нью-Йорк чуть севернее Бронкса. Учился он в Bronx Science<sup>20</sup>, элитной муниципальной школе, из которой вышли восемь лауреатов Нобелевской премии<sup>21</sup>, шесть лауреатов Пулитцеровской премии, восемь лауреатов Национальной научной медали США<sup>22</sup> и трое лауреатов премии Тьюринга<sup>23</sup>, самой престижной награды за достижения в области информатики. Этот щуплый коротышка с пухлыми щеками и коротко стриженными черными курчавыми волосами, носивший очки в черной оправе, получил диплом в области психологии, но сфера его интересов была гораздо шире. В 1953 году в *New York Times* вышла статья<sup>24</sup> с описанием тогдашнего компьютера, который он использовал для обработки данных – а именно психологических профайлов своих пациентов – при работе над докторской диссертацией. Это был ЕРАС – «электронная вычислительная машина для анализа профайлов». С годами он все больше утверждался во мнении, что такого рода машины могут в еще большей степени помочь разгадать тайны разума. Защитив диссертацию, он поступил на работу в Корнеллскую лабораторию авионавтики<sup>25</sup>, расположенную в Буффало, почти в ста пятидесяти милях от главного кампуса Корнеллского университета в Итаке. Переданный Корнеллскому университету компанией, производившей в годы Второй мировой войны боевые самолеты, этот авиационный научно-исследовательский центр в послевоенные годы приобрел более разносторонний характер и обладал в отношениях с Итакой значительной автономией. Именно там Розенблатт создал свой «Перцептрон», выполняя заказ научно-исследовательского управления ВМС.

Розенблатт рассматривал этот проект<sup>26</sup> как окно, позволяющее заглянуть во внутреннее устройство мозга. Если бы удалось создать компьютерную модель человеческого мозга, полагал он, это помогло бы разгадать многие тайны «естественного интеллекта», как он его называл. Опирающийся на идеи, высказанные десятилетием ранее двумя учеными из Чикагского университета, «Перцептрон» анализировал объекты и искал в них устойчивые качества, позволяющие эти объекты идентифицировать (например, карточка имеет отметку слева или справа). Это достигалось путем серии математических вычислений, которые моделировали (в самом широком смысле) сеть нейронов в мозгу. Когда «Перцептрон» анализирует и пытается идентифицировать объект, его попытки иногда оказываются удачными, а иногда нет. Но он способен учиться на своих ошибках, методично корректируя все эти математические расчеты, так что ошибки случаются все реже. Подобно нейронам в мозгу, каждое вычисление само по себе практически ничего не значит, это лишь скромный винтик в общем алгоритме. Но алгоритм в целом – своего рода математический рецепт – может быть очень даже значимым и полезным. По крайней мере, именно на это возлагалась надежда. Во время той демонстрации в Бюро погоды летом 1958 года Розенблатт показал лишь самые зачатки этой методики<sup>27</sup> – имитацию работы «Перцептрона» с использованием принадлежащего Бюро погоды компьютера IBM 704, самой распространенной коммерческой ЭВМ на то время. Вернувшись в свою лабораторию в Буффало, он вместе с командой инженеров приступил созданию совершенно новой машины, основанной на той же самой идее. Машина получила название Mark I. В отличие от других

компьютеров того времени, эта электронная машина должна была научиться видеть мир вокруг себя – в этом была ее главная задача. «Впервые в истории небиологическая система<sup>28</sup> научится подстраиваться под организацию внешней среды», – заявил он репортерам позже в том же году, когда опять отправился в Вашингтон на встречу со своими спонсорами.

Его главный куратор от научно-исследовательского управления ВМС<sup>29</sup>, с которым он непосредственно сотрудничал, не разделял его слишком оптимистичных и даже экстравагантных взглядов на «Перцептрон», но Розенблатт не сдавался. «Мой коллега не одобряет<sup>30</sup> всех этих нынешних разговоров о механическом мозге, – признался он одному журналисту за чашечкой кофе, – но все так и есть». Он взял в руки маленькую серебряную солонку<sup>31</sup>, стоявшую перед ним на столике. Вот я эту солонку первый раз вижу<sup>32</sup>, объяснял Розенблатт, но все равно знаю, что это солонка. «Перцептрон» способен делать то же самое<sup>33</sup>. Он способен делать умозаключения<sup>34</sup>, позволяющие, скажем, отличить собаку от кошки. При этом Розенблатт признавал<sup>35</sup>, что этой технологии нужно пройти еще долгий путь, прежде чем она сможет иметь какое-то прикладное значение: пока что «Перцептрону» недостает глубины восприятия и «тонкости суждений». Но в его потенциале Розенблатт не сомневался. Однажды, говорил он<sup>36</sup>, «Перцептрон» отправится в космос и будет сообщать на Землю свои наблюдения. Когда журналист спросил<sup>37</sup>, есть ли на свете то, на что «Перцептрон» не способен, Розенблатт поднял руки. «Любовь. Надежда. Отчаяние<sup>38</sup>. Человеческая природа, короче говоря. Если мы сами не понимаем природу человеческого полового влечения, то как можно ждать этого от машины?»

В декабре того же года журнал *New Yorker* восславил<sup>39</sup> творение Розенблатта как способное всерьез соперничать с человеческим мозгом. Незадолго до этого авторы журнала<sup>40</sup> изумлялись способности компьютера IBM 704 играть в шахматы. А теперь они описывали<sup>41</sup> «Перцептрон» как еще более удивительную машину, как компьютер, который способен научиться «мыслить по-человечески». Хотя ученые утверждают<sup>42</sup>, что видеть, чувствовать и мыслить способны только биологические системы, говорилось в журнале, «Перцептрон» ведет себя так «словно он видит, чувствует и мыслит». Правда, машину эту Розенблатт еще не построил<sup>43</sup>, но это казалось пустяком. «Ее непосредственное создание лишь вопрос времени<sup>44</sup> (и денег)», – утверждал журнал.

Процесс создания Mark I был завершен<sup>45</sup> в 1960 году. Компьютер представлял собой шесть шкафов, наполненных всяческим электрическим снаряжением, и каждый шкаф был размером с большой холодильник. К компьютеру было присоединено также нечто вроде огромного студийного фотоаппарата. Это и *был* фотоаппарат, только пленку инженеры заменили небольшим квадратным устройством, которое было усеяно четырьмя сотнями черных точек. Это были фоторезисторы, реагирующие на изменение освещенности. Розенблатт и его инженеры напечатали на больших листах картона буквы – А, В, С, D и т. д., – и, когда одну из этих букв располагали на подставке перед объективом фотоаппарата, фоторезисторы отличали черный цвет букв от белого фона. При этом компьютер учился распознавать форму букв – примерно так же, как это происходило с помеченными карточками во время показа в Бюро погоды. Разумеется, первоначально процесс учебы не обходился без помощи человека: по мере того как машина распознавала буквы, оператор сообщал ей, правильный ответ она дает или нет. Но с течением времени компьютер учился и сам на своих ошибках, постепенно выявляя определенные характеристики, отличавшие одну букву от другой: наклонную линию буквы А, двойную дугу буквы В... При демонстрации способностей машины Розенблатту нужно было доказать, что она действительно самообучаемая. Он открывал один из шкафов и отсоединял какие-то провода, разрывая таким образом контакт между моторами, исполнявшими роль псевдоней-

ронов. Когда провода возвращались на место, машине приходилось заново учиться распознавать буквы, но, просмотрев новую серию карточек, она успешно восстанавливала утраченный навык и снова работала так же, как прежде.

Это хитроумное изобретение работало достаточно хорошо, чтобы интерес к нему проявили не только в научно-исследовательском управлении ВМС. В течение следующих нескольких лет разработкой тех же самых идей занялись в Стэнфордском научно-исследовательском институте, а кроме того, лаборатория Розенблатта заручилась контрактами с почтовой службой США и военно-воздушными силами. Почтовая служба нуждалась в устройстве, способном автоматически прочитывать адреса на конвертах, а интерес ВВС заключался в возможности идентификации объектов на аэрофотоснимках. Но все это было делом далекого будущего. Система, разработанная Розенблаттом на тот момент, едва справлялась с распознаванием печатных букв, что было сравнительно простой задачей. Когда система анализировала карточки с изображением буквы А, каждый из фоторезисторов реагировал на определенный участок на карточке. Скажем, один из резисторов отвечает за нижний правый угол. Если в этом месте черный цвет появляется чаще, чем белый, машина придает этому участку больший «весовой коэффициент», а это означает, что он играет более значимую роль в тех математических расчетах, которые в конечном счете определяют, что является буквой А, а что нет. При прочтении новой карточки машина сможет узнать букву А, если большинство наиболее весомых участков черные. Вот и вся технология. И конечно, такая система была совершенно не приспособлена для распознавания рукописного текста, где уловить закономерности значительно сложнее.

Несмотря на очевидные недостатки своей системы, Розенблатт продолжал смотреть в будущее с оптимизмом. Другие тоже верили в то, что в последующие годы эта технология усовершенствуется и позволит решать более сложные задачи. Но вскоре она наткнулась на очень серьезное препятствие в лице Марвина Мински.

\* \* \*

Фрэнк Розенблатт и Марвин Мински<sup>46</sup> учились в Bronx Science в одно и то же время. Правда, в 1945 году родители Марвина<sup>47</sup> перевели его в другую школу, частную Академию Филлипса в Эндове, которая, как считалось, давала наилучшую подготовку для поступления в вузы, а после окончания войны он поступил в Гарвард. Но впоследствии он говорил<sup>48</sup> о том, что нигде ему не было так хорошо учиться, как в Бронксе: там и сложность заданий постоянно держала в тонусе, и учащиеся были более амбициозные: «с ними ты мог обсуждать свои самые замысловатые идеи, и никто не смотрел на тебя свысока», – говорил он. После смерти Розенблатта Мински назвал своего старого однокашника<sup>49</sup> воплощением того творческого мышления, к которому приучает школа Bronx Science. Как и Розенблатт, Мински был одним из первопроходцев в разработках искусственного интеллекта. Но смотрел он на эти разработки через совсем другую призму.

Будучи студентом Гарвардского университета<sup>50</sup>, Мински из трех с лишним тысяч радиоламп и нескольких деталей от бомбардировщика В-52 построил устройство, которое он назвал SNARC, – возможно, первую в истории искусственную нейронную сеть. Затем, поступив в аспирантуру в начале 1950-х<sup>51</sup>, он продолжал изучать математические концепции, которые, среди прочего, привели к созданию «Перцептрона». Однако он видел в искусственном интеллекте значительно более широкое понятие. Он принадлежал к той небольшой группе ученых<sup>52</sup>, которые, собравшись летом 1956 года на конференцию в Дартмутском колледже, решили выделить изучение ИИ в отдельную, самостоятельную научную дисциплину. Ранее дартмутский

профессор Джон Маккарти тщетно призывал ученых поддержать его усилия в «исследованиях автоматов», как он это называл, но для большинства это был пустой звук. И тогда он ввел в обращение понятие «искусственный интеллект» и организовал в Дартмуте конференцию, куда съехались несколько его единомышленников и другие ученые, проявившие интерес. В повестке Дартмутской научной конференции по искусственному интеллекту<sup>53</sup> упоминались не только «нейронные сети», но и такие понятия, как «автоматические компьютеры», «абстрагирование» и «самосовершенствование». Среди участников этой конференции были ученые, которые стали лидерами этого направления научных поисков в 1960-е годы. Особенно следует отметить Маккарти, который со временем перебрался на Западное побережье, в Стэнфордский университет, Герберта Саймона и Аллена Ньюэлла, которые создали свою лабораторию в Университете Карнеги – Меллона на Среднем Западе, и Мински, который обосновался на Востоке, в Массачусетском технологическом институте. Они стремились создать искусственную версию человеческого интеллекта, используя любые методы, которые могли бы привести к цели, и были уверены в том, что это не должно занять много времени<sup>54</sup>; некоторые утверждали, что в течение десяти лет удастся создать машину, которая победит чемпиона мира по шахматам, а также сформулирует и докажет новые теоремы в математике. Лысоватый смолоду, с большими ушами и вечной ехидной улыбкой, Мински стал увлеченным проповедником ИИ, но его проповедничество не распространялось на нейронные сети. Искусственные нейронные сети рассматривались лишь как один из способов построения ИИ, и Мински, как и многие его коллеги, сосредоточился на других путях. К середине 1960-х, когда его вниманием завладели другие технологии, он начал открыто сомневаться, способны ли нейронные сети в принципе на что-то большее, нежели на решение тех простейших задачек, которые демонстрировал Розенблатт у себя в Буффало.

Мински был лишь частью кампании, развернутой против идей Розенблатта. Как писал сам Розенблатт в своей книге, вышедшей в свет в 1962 году, его «Перцептрон» вызывал противоречивые оценки<sup>55</sup> в научном сообществе, и значительную долю вины за это он возлагал на прессу. Журналисты, писавшие о его исследованиях<sup>56</sup> в конце 1950-х годов, утверждал Розенблатт, «делали свое дело с задором и беззаботностью своры жизнерадостных собак». В частности, он сетовал<sup>57</sup> на кричащие заголовки – особенно выделяя одну из оклахомских газет, – которые подрывали у публики доверие к его деятельности как к серьезным научным исследованиям. Через четыре года после вызвавшей шум презентации в Вашингтоне он отзывался обратно свои прежние заявления и настаивал на том, что «Перцептрон» вовсе не был попыткой<sup>58</sup> создания искусственного интеллекта – по крайней мере не в том смысле, который вкладывают в понятие «искусственный интеллект» ученые вроде Мински. «Основная цель проекта “Перцептрон”<sup>59</sup> заключается не в изобретении механизмов, обладающих “искусственным интеллектом”, но скорее в изучении физических структур и нейродинамических принципов, лежащих в основе “естественного интеллекта”, – писал он. – Его польза в том, что он позволяет нам определить физические предпосылки для проявления различных психологических качеств». Иными словами, он хотел лишь понять, как работает человеческий мозг, а вовсе не пытался одарить мир новой разновидностью мозга. Человеческий мозг – настолько таинственная вещь, что воссоздать его искусственным путем невозможно, полагал Розенблатт, но можно использовать машины с тем, чтобы эту тайну исследовать, а может быть, даже и раскрыть.

Границы, отделявшие искусственный интеллект как научную дисциплину от информатики, психологии и нейробиологии, с самого начала были размытые, поскольку этой новой дисциплиной занимались представители самых разных научных школ, рассматривавшие эту тематику с разных углов и в разном контексте. Некоторые психологи, нейробиологи и даже ученые, работавшие в сфере информатики, смотрели на эти умные электронные машины так же, как смотрел на них Розенблатт: как на моделирование человеческого мозга. Другие ученые отно-

сились к этой идее с неприятием, утверждая, что компьютеры с человеческим мозгом не имеют ничего общего и что даже если они будут способны имитировать интеллект, то будут делать это по-своему. Никто из них, однако, даже близко не подошел к созданию того, что можно было бы по праву назвать «искусственным интеллектом». Основоположники этой науки, считавшие, что путь к воссозданию мозга будет достаточно быстрым, заблуждались: он оказался очень даже долгим. Их первородный грех как раз и состоял в том, что они назвали свою дисциплину «искусственным интеллектом». Это создавало у непосвященной публики впечатление, что ученые вот-вот научатся искусственно воссоздавать могущество человеческого разума, тогда как на самом деле они были очень далеки от этого.

В 1966 году несколько десятков ученых съехались в столицу Пуэрто-Рико Сан-Хуан<sup>60</sup>. Они собрались<sup>61</sup> в местной гостинице Hilton, чтобы обсудить последние достижения в области «распознавания паттернов», как они это называли. Речь шла о технологии выявления закономерностей и шаблонов в изображениях и других данных. Если Розенблатт видел в «Перцептроне» модель мозга, другие видели в нем средство распознавания паттернов. Впоследствии некоторые комментаторы изображали дело так, будто Розенблатт и Мински постоянно бодались на научных конференциях, включая сан-хуанскую, открыто споря о будущем «Перцептрона», но на самом деле их соперничество было неярким. Розенблатта в Сан-Хуане вообще не было. Страсти на конференции накалились после выступления молодого ученого по имени Джон Мэнсон. Он работал в Стэнфордском научно-исследовательском институте и проникся идеями Розенблатта после появления Mark I. В составе большой группы разработчиков он пытался построить искусственную нейронную сеть, способную различать не только печатные, но и рукописные буквы, и в своем докладе на конференции хотел рассказать о достигнутом прогрессе. Но когда Мэнсон закончил свое выступление и предложил задавать вопросы, слово взял Мински: «Как может такой умный молодой человек, как вы, тратить свое время на подобную чепуху?»

Это вызвало гневную реакцию со стороны сидевшего в аудитории Рона Свонгера, инженера из Корнеллской лаборатории аэронавтики, где компьютер Mark I как раз и был создан. Возмущившись тональностью, с которой был задан вопрос, он выразил недоумение, каким образом выпад Мински вообще связан с темой доклада. Мински возразил, что он не против распознавания рукописных букв как такового, а против самой концепции «Перцептрона». «У этой идеи нет будущего», – сказал он. Ричард Дуда, еще один участник команды, работавшей над технологией распознавания рукописного текста, был уязвлен смехом, прозвучавшим в зале, когда Мински иронично отозвался об утверждениях, что «Перцептрон» является попыткой моделирования сети нейронов мозга. Вообще это выступление было типично для Мински, которому нравилось расшевеливать улья. Однажды, выступая перед физиками, он заявил, что в области искусственного интеллекта всего за несколько лет был достигнут более значимый прогресс, чем физики достигли за века. Но Дуда полагал, что у профессора МТИ были свои практические резоны подвергать нападкам деятельность сотрудников Стэнфорда и Корнелла: их лаборатории конкурировали за государственные заказы. Позже на той же самой конференции, когда еще один докладчик представил новую систему, предназначенную для создания компьютерной графики, Мински рассыпался в похвалах – и не преминул еще раз пнуть идеи Розенблатта. «А “Перцептрон” на такое способен?» – спросил он.

По итогам конференции Мински и его коллега по МТИ Сеймур Пейперт опубликовали книгу, посвященную искусственным нейронным сетям<sup>62</sup>, которая получила название «Перцептроны»<sup>1</sup>. Многие считали, что эта книга практически похоронила идеи Розенблатта на следу-

---

<sup>1</sup> Под таким названием книга выходила в русском переводе в 1971 г. (М. Минский, С. Пейперт, *Перцептроны*. «Мир», 1971). Однако сегодня одноименную компьютерную модель, а также аппарат принято называть «перцептроном» (от лат. *perceptio* – восприятие, перцепция), поэтому дальше по тексту будет использоваться данный вариант. – *Прим. ред.*

ющие пятнадцать лет. Мински и Пейперт описали «Перцептрон» во всех подробностях, во многих случаях утрируя то, что говорил о нем сам Розенблатт. Они хорошо понимали, на что «Перцептрон» способен, но так же хорошо видели его недостатки. Они показали, что «Перцептрон»<sup>63</sup> был неспособен выполнять логическую операцию, которую математики называют «исключающее или», и что это имеет очень серьезные последствия. Если нанести на карточку две метки, «Перцептрон» мог бы сказать, что они обе черные. Так же он мог бы правильно назвать две белые метки. Но он был неспособен ответить на такой прямой вопрос: «Эти две метки разного цвета?» Это означало, что в некоторых случаях «Перцептрон» был не в состоянии распознать даже простейшие паттерны, не говоря уже о сложнейших паттернах, которые характерны для аэрофотоснимков или голосовых команд. Некоторые ученые, и Розенблатт в их числе, уже занимались разработкой новых модификаций «Перцептрона», пытаясь решить эту проблему. И все же выход в свет книги Мински повлиял на то, что реки бюджетных денег, выделяемых государством на науку, потекли в другие русла, а идеи Розенблатта были на время позабыты. Вслед за Мински большинство ученых сосредоточились на исследовании так называемого «символического ИИ».

Фрэнк Розенблатт пытался создать систему, которая бы училась самостоятельному поведению примерно так же, как учится человеческий мозг. В последующие годы ученые назвали этот подход «коннекционизмом», поскольку, как и мозг, такая система опирается на большое число взаимосвязанных расчетов. Но система Розенблатта была гораздо проще по сравнению с человеческим мозгом, и процесс обучения ограничивался сущими пустяками. Подобно многим другим ведущим специалистам в этой области знаний, Мински считал, что ученые не смогут создать искусственный разум, пока не проявят готовность отказаться от идей коннекционизма со всеми их ограничениями и переключиться на совершенно иной, куда более прямой подход к построению искусственного интеллекта. Если нейронные сети учатся самостоятельному решению задач через анализ большого количества данных, то символическому ИИ это не нужно. Он ведет себя в соответствии с предельно конкретными инструкциями, которые вводятся в него инженерами; в этих конкретных правилах предусматривается все, что машина должна делать в каждой мыслимой ситуации, в которой она может оказаться. Такую форму ИИ назвали символической, потому что эти инструкции сообщали машине, какие конкретные операции она должна выполнять, получая определенный набор *символов*, то есть букв и цифр. На протяжении следующего десятилетия именно это направление доминировало в исследованиях ИИ. Это научное движение достигло своего пика<sup>64</sup> в середине 1980-х, когда началась реализация проекта Сус, идея которого заключалась в попытке наделить машину здравым смыслом с помощью набора логических правил. Небольшая команда компьютерщиков, базировавшаяся в Остине, штат Техас, день за днем вводила в память машины такие базовые истины, как «невозможно находиться в двух местах одновременно» или «когда пьют кофе из чашки, ее держат дном книзу». Они понимали, что этот процесс займет десятки, может быть, даже сотни лет. Но, подобно многим другим ученым, они были уверены, что другого пути просто нет.

Розенблатт пытался развить идею «Перцептрона», чтобы возможности машины не ограничивались распознаванием образов. Еще в Корнелле он в сотрудничестве с другими учеными создал систему распознавания произносимых голосом слов. Эта система получила название «Тобермори» в честь говорящего кота из рассказа английского писателя Саки, однако она так и не заработала по-настоящему. К концу 1960-х, вернувшись в Итаку, Розенблатт переключился на совершенно иную область исследований<sup>65</sup> и стал проводить эксперименты на крысах. Дав время одной группе крыс научиться ориентироваться в лабиринте, он впрыскивал их мозговое вещество в мозг другой группы крыс, после чего запускал их в лабиринт, чтобы посмотреть,

способны ли они абсорбировать знания первой группы крыс вместе с их мозгом. К какому-то определенному выводу эксперименты не привели.

Летом 1971 года<sup>66</sup> в свой сорок третий день рождения Розенблатт трагически погиб, катаясь на яхте в Чесапикском заливе. В прессе не сообщали, что именно произошло. Но по свидетельству одного из его коллег, с Розенблаттом на борту были двое студентов, которые не умели управлять яхтой, и, когда резкий поворот паруса сбросил Розенблатта в воду, они не сумели развернуться, чтобы подобрать его. Яхта продолжала движение вперед, а он утонул.

## Глава 2

### Обещание. «Старые идеи – это новые идеи»

Однажды в середине 1980-х группа из примерно двадцати ученых собралась в особняке, выстроенном в старофранцузском стиле на окраине Бостона, который служил местом отдыха для преподавателей и студентов Массачусетского технологического института, откуда Марвин Мински продолжал руководить международным сообществом разработчиков ИИ. Они сидели за большим деревянным столом в центре комнаты, и Джефф Хинтон вручил каждому экземпляр заполненной математическими выкладками научной статьи, описывающей то, что он назвал «машиной Больцмана». Названная в честь австрийского физика и философа, эта «машина» представляла собой нейронную сеть нового типа, призванную преодолеть те недостатки «Перцептрона», на которые указал Мински пятнадцатью годами ранее. Мински снял скрепку, соединявшую листы статьи, и разложил их перед собой на столе, в то время как Хинтон вернулся во главу стола и сделал короткий доклад, объясняющий свое новое математическое творение. Мински молчал и просто разглядывал разложенные перед ним листы. Когда доклад закончился, он встал и вышел из комнаты, оставив разложенные аккуратными рядами листы на столе.

Хотя нейронные сети выпали из фавора ученых, после выхода в свет книги Мински «Перцептроны», Хинтон, к этому времени занявший должность профессора информатики в Университете Карнеги – Меллона в Питтсбурге, сохранял им верность. «Машину Больцмана» он создал в сотрудничестве с Терри Сейновски, нейробиологом из Университета Джонса Хопкинса в Балтиморе. Они принадлежали к числу «нейросетевых подпольщиков», как назвал их один из современников. Остальные ученые, занимавшиеся искусственным интеллектom, сосредоточились на символьных методах, в том числе на проекте Сус. Хинтон же и Сейновски продолжали видеть будущее ИИ в самообучающихся системах. Бостонская конференция дала Хинтону возможность поделиться своими новыми результатами с широким научным сообществом.

Хинтона реакция Мински не удивила. Они познакомились пятью годами ранее, и Хинтон видел в Мински очень любознательного и творчески мыслящего ученого, но это сочеталось с удивительным ребячеством и безответственностью. Хинтон часто рассказывал историю о том, как Мински учил его, каким образом получить «идеальный черный цвет» – то есть цвет, полностью лишенный цвета. Достичь такого совершенства с помощью черных пигментов невозможно, объяснял Мински, потому что эти пигменты все равно будут отражать свет. Добиться этого можно с помощью нескольких бритвенных лезвий, установленных V-образно, так чтобы свет, попав в эту ловушку, бесконечно отражался от лезвий, не находя выхода наружу. Мински, правда, реально это фокус не продемонстрировал, а Хинтон так и не попробовал его осуществить. Это было типично для Мински – делать интересные и заставляющие задуматься заявления, но при этом случайные и непроверенные. И это свидетельствовало о том, что он не всегда говорил то, что думал. Во всяком случае, когда речь заходила о нейронных сетях, Мински на словах критиковал их и сетовал на их ограниченные возможности – да еще и книгу написал, которая широко цитировалась и как будто бы окончательно доказывала их бесперспективность, – но его истинное отношение к ним было не столь уж твердокаменным. Хинтон видел в нем «бывшего нейросетевика», то есть человека, который изначально принимал идею о машинах, ведущих себя подобно сети нейронов в мозге, потом разочаровался в этой идее, не оправдавшей его ожиданий, но все-таки продолжал таить в себе призрачную надежду на то, что эта идея еще проявит себя. После того как Мински покинул заседание в Бостоне, Хинтон собрал оставленные им листы и переслал их в офис Мински, сопроводив короткой запиской, в которой говорилось: «Возможно, вы оставили их случайно».

\* \* \*

Джеффри Эверест Хинтон родился в английском городе Уимблдон сразу после Второй мировой войны. Он является одновременно прапраправнуком Джорджа Буля, математика и философа девятнадцатого столетия<sup>67</sup>, чья «булева алгебра» является математическим фундаментом всех существующих компьютеров, и Джеймса Хинтона, хирурга<sup>68</sup>, жившего в том же столетии, который написал историю Соединенных Штатов Америки. Его прадедом был Чарльз Говард Хинтон, математик и писатель-фантаст<sup>69</sup>, чье представление о «четвертом измерении» – включая так называемый «тессеракт» – продолжает будоражить умы любителей научной фантастики вот уже сто тридцать лет. Своего пика в поп-культуре эта идея достигла в 2010-е годы в марвеловской серии фильмов о супергероях. Его двоюродный дедушка Себастьян Хинтон изобрел серию тренажерных снарядов для детей<sup>70</sup>, а его кузина Джоан Хинтон, физик-ядерщик, была одной из немногих женщин, участвовавших в проекте «Манхэттен». Он рос в Лондоне, а потом в Бристоле в обществе брата и двух сестер, мангуста, дюжины дальневосточных черепах и двух гадюк, которые жили в яме в задней части гаража. Его отцом был энтомолог Говард Эверест Хинтон, член Лондонского королевского общества, чей круг интересов отнюдь не ограничивался насекомыми. Как и отец, своим вторым именем Джеффри был обязан еще одному своему родственнику, Джорджу Эвересту, главному геодезисту Индии<sup>71</sup>, в честь которого названа также высочайшая вершина мира. В том, что Джеффри пойдет по стопам отца и тоже станет ученым, в семье никто не сомневался. Вопрос был лишь в том, что именно он будет изучать.

Ему захотелось изучать человеческий мозг. Интерес к этой теме, по его собственным словам, пробудился в нем еще в подростковом возрасте, когда кто-то из друзей сказал ему, что мозг можно уподобить голограмме: в своей сети нейронов он хранит обрывки воспоминаний примерно так же, как голографическая пластина хранит элементы трехмерного изображения. Аналогия, конечно, упрощенная, но эта идея увлекла Хинтона. Став студентом Кингс-колледжа в Кембридже, он надеялся лучше изучить устройство и работу человеческого мозга. Проблема была в том, что мало кто разбирался в этом лучше, чем он сам. Ученым были известны функции отдельных участков мозга, но не было понимания того, как эти части взаимодействуют друг с другом и как они в конечном счете наделяют человека способностью видеть, слышать, запоминать, учиться и мыслить. В поисках ответа Хинтон пробовал обращаться к физиологии и химии, к физике и психологии, но ни одна из этих научных дисциплин не содержала в себе ответы, которые он искал. Он занялся было подготовкой диссертации по физике, но скоро понял, что для этого недостаточно силен в математике, и переключился на философию. Потом он и философию забросил, сменив ее на экспериментальную психологию. В конце концов, несмотря на давление со стороны отца, который хотел, чтобы сын продолжал учебу, – а может быть, благодаря этому давлению, – Хинтон вообще оставил научную стезю. Еще будучи ребенком, он видел в отце не только ученого-интеллектуала, но и физически очень сильного мужчину: этот член Лондонского королевского общества мог отжиматься на одной руке. «Упорно трудись и, быть может, когда станешь вдвое старше, чем я сейчас, достигнешь хотя бы половины того, чего достиг я», – говорил он сыну без тени иронии. Поэтому после окончания Кембриджа Хинтон, желая выйти из тени отца, перебрался в Лондон и стал плотником. «Я занимался этим не ради развлечения, – говорит он. – Я зарабатывал этим на жизнь».

В том же году он прочитал книгу канадского психолога Дональда Хебба «Организация поведения». В своей книге автор пытался объяснить базовые биологические процессы<sup>72</sup>, позволяющие мозгу учиться. Процесс учебы, полагал Хебб<sup>73</sup>, происходит в форме цепочки

крошечных электрических сигналов между нейронами мозга, в результате которых меняется физическая картина соответствующих нейронных связей. Между одновременно возбуждающимися нейронами формируются прочные связи. Эта теория, получившая название «закон Хебба», в 1950-е годы вдохновила таких ученых, как Фрэнк Розенблатт, на создание искусственных нейронных сетей<sup>74</sup>. И для Джеффа Хинтона она тоже стала источником вдохновения. Каждую субботу он приходил с блокнотом в библиотеку – а жил он тогда в Ислингтоне, в северной части Лондона, – и до обеда строчил свои собственные теории, объясняющие – на основе идей Хебба, – как работает мозг. Эти субботние записи он делал исключительно для себя, но со временем они побудили его вернуться в науку. По времени это совпало с первой волной финансирования разработок искусственного интеллекта со стороны британского правительства и расширением приема в аспирантуру Эдинбургского университета.

В те годы печальная реальность была такова, что как нейробиологи и психологи плохо понимали, как работает мозг, так и разработчикам искусственного интеллекта было еще далеко до успешной имитации работы человеческого мозга. Но, во многом подобно Фрэнку Розенблатту, Хинтон был убежден в том, что только изучение обеих сторон этого уравнения – принципов работы как биологического мозга, так и искусственного интеллекта – поможет лучше разобраться в том и в другом. Он видел в разработках ИИ возможность проверить свои теории о мозге, что в конечном счете даст шанс раскрыть его тайны. И если он сможет проникнуть в тайны мозга, это, в свою очередь, поможет ему создать более эффективные формы ИИ. Поэтому, проработав год плотником в Лондоне, он на короткое время устроился психологом в Бристольский университет, где работал его отец, и это послужило трамплином для того, чтобы стать участником программы разработки ИИ, которая в то время как раз разворачивалась в Эдинбургском университете. Годы спустя один коллега, представляя его на одной из конференций, назвал Хинтона человеком, который потерпел неудачу в физике, ушел из психологии и в конце концов нашел себя в области исследований, где не было никаких стандартов: в разработке ИИ. Эту историю любил рассказывать сам Хинтон, но с одним уточнением: «Я не потерпел неудачу в физике и ушел из психологии; я потерпел неудачу в психологии и ушел из физики – это намного солиднее звучит».

В Эдинбурге он попал в лабораторию, которой руководил Кристофер Лонге-Хиггинс. Долгое время Лонге-Хиггинс занимался теоретической химией<sup>75</sup> в Кембридже и считался восходящей звездой в этой области, но в конце 1960-х его увлекла идея искусственного интеллекта. Поэтому он переехал из Кембриджа в Эдинбург и занялся изучением той разновидности ИИ, которая имела немало общего с методами, на которых был построен «Перцептрон». Его коннекционистский подход вполне согласовывался с теми теориями, которые разрабатывал по субботам в ислингтонской библиотеке Хинтон. Но эта интеллектуальная гармония оказалась скоротечной. За время, прошедшее между днем, когда Хинтон принял приглашение занять место аспиранта в лаборатории Лонге-Хиггинса, и днем, когда он туда прибыл, взгляды руководителя лаборатории успели кардинально измениться. Прочитав книгу Мински и Пейперта «Перцептроны» и статью о системах обработки текстов на естественных языках, написанную одним из студентов Мински в МТИ, он отказался от идеи искусственного интеллекта, моделирующего структуру мозга, и переключился на идею символического ИИ – что укладывалось в общий тренд того времени. Это привело к тому, что все годы, проведенные в аспирантуре, Хинтон занимался исследованиями в тех направлениях, которые отвергались не только его коллегами, но и непосредственным научным руководителем. «Мы встречались раз в неделю, – говорит Хинтон. – Иногда встречи заканчивались перепалками, но не каждый раз».

У Хинтона было очень мало опыта в области информатики, и он совершенно не интересовался математикой, включая линейную алгебру, на которую опирается теория нейронных сетей. Иногда он практиковал то, что сам называл «дифференцированием на доверии». Он придумывал идею, включая систему дифференциальных уравнений, на которые она опиралась,

и просто предполагал, что математически там все безупречно, предоставляя другим трудиться над расчетами, необходимыми для того, чтобы удостовериться, что это действительно так, и лишь в крайних случаях снисходил до того, чтобы решать уравнения самостоятельно. Но он имел твердую уверенность в том, как работает мозг – и как машины могли бы имитировать работу мозга. Когда он сообщал кому-нибудь из научного сообщества, что занимается нейронными сетями, его собеседники неизменно ссылались на книгу Мински и Пейперта. «Нейронные сети опровергнуты, – говорили ему. – Лучше бы вам заняться чем-нибудь другим». Но если других ученых книга Мински и Пейперта все дальше отталкивала от нейронных сетей, то на Хинтона она оказала противоположное действие. Он прочитал эту книгу, уже будучи в Эдинбурге. Ему казалось, что «Перцептроны», описанные Мински и Пейпертом, были скорее карикатурой на работу Розенблатта. Они отказывались признать, что Розенблатт и сам видел в своей технологии те же самые недостатки и ограничения, которые видели они. Другое дело, что Розенблатту недоставало их мастерства в описании этих недостатков, и, возможно, именно по этой причине он не мог к ним подступиться. Он был не из тех, кого остановит неспособность доказать справедливость своих теорий. Хинтон полагал, что, четко и красноречиво указав на ограничения, присущие технологии Розенблатта, Мински и Пейперт облегчили будущим исследователям задачу преодоления описанных ими проблем.

Но для этого потребуется еще десять лет.

\* \* \*

В 1971 году, в тот самый год, когда Хинтон поступил в аспирантуру Эдинбургского университета, британское правительство заинтересовалось прогрессом, достигнутым в разработках искусственного интеллекта, и заказало соответствующее исследование<sup>76</sup>. Результат оказался неутешительный. «Большинство сотрудников, занимающихся искусственным интеллектом<sup>77</sup> или работающих в смежных областях, признаются, что разочарованы тем, чего им удалось достичь за последние двадцать пять лет, – говорится в отчете. – Ни в одном из направлений не были достигнуты сколько-нибудь существенные результаты, которые бы соответствовали ожиданиям». По этой причине правительство решило урезать финансирование, и наступила «зима искусственного интеллекта», как впоследствии назвали этот период. Оправдываясь тем, что, несмотря на ажиотаж, поднятый вокруг тематики ИИ, научно-технические достижения в этой области оставались более чем скромными, государственные чиновники отказывали ученым в дополнительных инвестициях, что ввергло большую часть таких исследований в «спячку» и в еще большей степени замедлило прогресс. Название этому периоду было дано по аналогии с «ядерной зимой» – последствием ядерной войны, когда небо затягивается дымом и пеплом и солнечные лучи на протяжении многих лет не могут пробиться к поверхности земли. К тому времени, когда Хинтон закончил работу над своей диссертацией, от той научной дисциплины, где он работал, осталось практически пепелище. Тогда же умер его отец. «Старый хрыч умер до того, как я добился успеха, – говорит Хинтон. – Да еще у него был рак с высоким уровнем риска передачи по наследству. Таким образом, он напоследок и меня решил поскорее уморить».

«Зима искусственного интеллекта» становилась все холоднее, и закончивший аспирантуру Хинтон принялся за поиски работы. Только один университет пригласил его на собеседование, и у него не осталось другого выбора, как обратить свой взор на заграничные вузы, включая американские. В США исследования ИИ тоже угасли, поскольку американские чиновники пришли к тем же неутешительным выводам, что и их британские коллеги, и сократили финансирование университетов. Но на самом юге Калифорнии, к своему изумлению, Хинтон нашел таки небольшую группу людей, которые верили в ту же идею, что и он сам.

Они называли себя «группой PDP». Понятие PDP, что расшифровывалось как «параллельно распределенная обработка», служило фактически синонимом для таких понятий, как «перцептроны», «нейронные сети» или «коннекционизм». И здесь еще имелась игра слов. В те годы – в конце 1970-х – аббревиатурой PDP обозначался компьютерный чип, который использовался в самых мощных машинах того времени. Но люди, называвшие себя «группой PDP», компьютерщиками не были. Они даже разработчиками ИИ себя не считали. Группа включала в себя нескольких специалистов с кафедры психологии Калифорнийского университета в Сан-Диего и, как минимум, одного нейробиолога, Фрэнсиса Крика из Института биологических исследований имени Солка, расположенного буквально через дорогу от университетского городка. Прежде чем обратить свое внимание на исследования мозга, Крик удостоился Нобелевской премии за открытие структуры молекулы ДНК. Осенью 1979 года он опубликовал на страницах журнала *Scientific American* призыв к широкому научному сообществу<sup>78</sup> хотя бы попытаться понять, как работает человеческий мозг. Хинтон, занявший место постдока в Калифорнийском университете в Сан-Диего, испытал своего рода культурно-научный шок. Если в научном сообществе Великобритании царила интеллектуальная монокультура, то в США хватало места для приверженцев самых разных научных взглядов. «Здесь способны уживаться между собой самые разные точки зрения», – говорит он. Здесь, если он сообщал кому-то, что занимается нейронными сетями, его слушали.

Между Фрэнком Розенблаттом и тем, чем занимались в Сан-Диего, существовала прямая связь. В 1960-е годы Розенблатт и другие ученые рассчитывали создать искусственную нейронную сеть нового типа, которая бы состояла из нескольких «слоев» нейронов. В 1980-е годы на это же надеялись ученые, работавшие в Сан-Диего. «Перцептрон» был однослойной нейронной сетью, то есть был только один слой нейронов между входящей информацией (большая буква А, напечатанная на картоне) и выходящей (сообщение компьютера, что он видит букву А). Но Розенблатт полагал, что, если удастся построить многослойную сеть, где информация будет передаваться с одного слоя на другой, эта система сможет научиться распознавать гораздо более сложные паттерны, чем мог «Перцептрон». Иными словами, эта система будет в большей мере походить на человеческий мозг. Когда «Перцептрон» анализировал картонку с напечатанной на ней буквой А, каждый из нейронов изучал одну из точек на изображении, пытаясь понять, является ли данная точка частью трех линий, составляющих букву А. Но для многослойной сети это было бы только отправным моментом. Покажите этой системе, скажем, фотографию собаки, и за этим последует гораздо более сложный анализ. Первый слой нейронов сканирует каждый пиксель изображения. Он черный или белый, коричневый или желтый? Затем этот первый слой передает ту информацию, которую он идентифицировал, второму слою. Нейроны второго слоя высматривают в полученной информации определенные паттерны. Например, отрезок прямой линии или дугу. Третий слой выискивает паттерны в паттернах. Он уже может свести концы с концами и увидеть ухо или зуб. В конечном счете такая многослойная сеть может научиться идентифицировать собаку. По крайней мере, такая была идея. Никто в реальности не пытался ее осуществить и проверить. И вот в Сан-Диего решили попробовать.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.