

## Глава 2

### Логическая игра

Я очень много читал по ночам, когда был маленьким, и одной из моих любимых книг стала серия про Тома Свифта-младшего. Я прямо глотал эти книги; новые выпуски выходили два раза в месяц, и я с жадностью, быстро их прочитывал. Думаю, ничего не преувеличу, если скажу, что он стал для меня настоящим героям.

Том Свифт-младший был ребенком — на самом деле подростком, то есть старше меня. Но он все равно походил на меня, поэтому я на него во всем равнялся. Он тоже был инженером, изобретавшим разные штуки в своей лаборатории. Том мог построить все, что хотел, и в этом ему помогал его отец. Он соединял разные проводки, и они с отцом изобращали всякие хитроумные штуки для компании, которой владели. Да, Том владел собственной компанией, он достаточно много путешествовал, а еще у него был лучший друг, которого звали Бад Барклей. В общем, мне казалось, что Том Свифт-младший жил фантастически. И как только на планете Земля случалась беда или происходил какой-то конфликт, который было необходимо урегулировать, он тут же бросался на помощь. Например, правительства Земли обнаружили инопланетный источник энергии; единственная возможность предотвратить катастрофу — создать плазменное поле. Ну, тогда Том Свифт-младший создавал такое поле. Он мог

построить и подводную лодку, если ему это требовалось. Для инженерного гения не существовало никаких преград. Однажды, помнится, он построил космический корабль только для того, чтобы выиграть космическую гонку вокруг земного шара, получить денежный приз и потратить эти деньги на доброе дело — ну, знаете, сделать что-то хорошее для планеты и для всех ее жителей.

Вот и я хотел заниматься чем-нибудь подобным — делать что-то, что было бы по-настоящему полезно людям. Я всегда хотел творить добро, как и Том Свифт-младший.

Однако после девяти часов вечера моя мама обычно отправляла меня спать. Хотя она и выключала лампу, мне все равно хватало света от небольшого уличного фонаря за окнами, и я мог продолжать читать. Свет падал на пол в одном конкретном месте. Я клал туда книгу о Томе Свифте-младшем, свешивал голову с края своей кровати и продолжал читать до поздна. Я хотел быть в точности как Том Свифт-младший.

И, как и Том Свифт-младший, над многими проектами я работал вместе с отцом. На самом деле мой первый проект — детекторный приемник, который я изготовил, когда мне было шесть лет, — воплотился в жизнь во многом благодаря моему отцу. Только спустя много-много лет я смог по-настоящему оценить то влияние, которое он на меня оказал. Он помогал мне во всех моих начинаниях с самого раннего возраста.

### **Мой герой**

Том Свифт-младший был главным героем серии детских приключенческих романов, выпускаемых теми же издателями (Statemeyer Publishing), которые издавали и книги о Нэнси Дрю и Харди Бойз.

Автор большинства этих книг — Джеймс Лоуренс, который сам серьезно увлекался наукой и технологиями. Я уже упоминал Бада Барклея, лучшего друга Тома Свифта-младшего, но у этих историй было и еще кое-что общее. Любой, кто их читал, наверняка вспомнит подлых шпионов из восточноевропейских стран вроде «Брангарии» и чрезвычайно могущественный элемент «Томасит», способный наделить атомной энергией все, что угодно. Один знаменитый эпизод — кажется, это из 22-й книги в серии — оживление динозавров с помощью науки. Это было за несколько десятков лет до «Парка Юрского периода».

\*\*\*

Мои взаимоотношения с отцом в основном касались только электроники. Уже позже они перешли в русло моей работы по созданию калькуляторов в Hewlett-Packard и первых компьютеров, сделанных мной для Apple. Но в самом начале, на протяжении многих лет его профессия определяла суть наших взаимоотношений.

Я смотрел, слушал и работал с ним. Все зависело от того, как быстро он мог мне показывать разные штучки и как быстро я мог их изучать.

Сколько себя помню, отец всегда помогал мне в работе над научными проектами. Когда мне было шесть, он подарил мне набор для сборки детекторного приемника — о нем я уже рассказывал. Простая схема: нужно было взять монету, немного потереть ее, присоединить к ней проводок и коснуться ее контактами наушников. Естественно, мы все это без проблем проделали и поймали какую-то радиостанцию. Какую — уже не вспомню, но мы услышали голоса, настоящие голоса, и это было чертовски волнительно. Помню, я почувствовал, что произошло что-то очень важное, что я внезапно стал на голову выше любого другого мальчишки моего возраста. И знаете что? Ровно то же самое я почувствовал годами позже, когда начал понимать принципы работы резисторов и ламп накаливания.

Тогда я самостоятельно собрал что-то, чего не было у других детей: электрическое устройство, которое никто из них не мог бы собрать. Я сказал другим ребятам из первого класса: «Я сделал детекторный приемник», но никто не понимал, о чем именно я говорю. Ни один мой сверстник. В тот момент в моем сознании промелькнуло, что теперь я могу преуспеть в этом. Звучит жутковато? Но после того как я собрал тот детекторный приемник и рассказал об этом всем вокруг, начал понимать, что я сделал нечто такое, что для большинства людей казалось сложным, и среди моих ровесников нашлось мало таких, кто проделывал что-то подобное. И мне было всего шесть лет.

Я подумал: «Ну ладно. Это я сделал. Что дальше?»

Забавно, но с того момента — после сборки детекторного приемника в возрасте шести лет — я тратил много времени, пытаясь объяснить свои схемы и изобретения людям, ничего в этом не понимавшим. Так было всегда, и так дела обстоят и по сей день.

\*\*\*

В средней школе и весь пятый класс я занимался электротехническими проектами. Над большинством из них мы работали вместе с отцом; он оставался для меня единственным и самым главным учителем.

В пятом классе я прочел книгу, которая называлась «Сигнал SOS в полночь». Герой этой книги был оператором любительской радиостанции, и все его друзья занимались тем же. Они посыпали друг другу сообщения по радио, а затем, когда главного героя похитили, он сумел перехитрить похитителей, немного изменив распайку в телевизоре и отправив сигнал своим друзьям. Хорошая история, но это была просто книжка.

Что меня действительно поразило — ведь и правда некоторые использовали такие кустарные радиостанции для переговоров на значительных расстояниях. Люди из одного города связывались с людьми из другого, иногда из другого штата. Опять-таки это происходило тогда, когда даже международный телефонный звонок был редкостью — стоил он тогда бешеных денег. Любительские радиостанции считались самым эффективным способом связи с людьми издалека. Не обязательно для этого выходить из дома, и это стоило совсем недорого. С этого впоследствии началось мое увлечение фрикингом (взлом телефонной сети с помощью особых тоновых сигналов с целью совершения бесплатных телефонных звонков) и потом уже ARPANET. Впоследствии именно из него вырос всем нам известный Интернет.

А на последней странице книги «Сигнал SOS в полночь» было нечто особенное. Там описывалось, как можно стать оператором любительской радиостанции самому, причем в любом возрасте. Надо было всего лишь обратиться в Американскую лигу радиолюбителей (ARRL) за дополнительной информацией.

На следующий день я пошел в школу и сказал своему приятелю, заступавшему на обход территории: «Я собираюсь получить лицензию оператора любительской радиостанции». Я откровенно хвастался, потому что тогда никто вообще не понимал, о чем именно я говорю.

### **Как любительские радиостанции делают мир лучше**

И по сей день любительские радиостанции популярны по всему миру. Радиолюбители с помощью радиостанций, способных принимать и отправлять сигнал, общаются друг с другом, делятся информацией и просто развлекаются.

Но это увлечение больше чем просто хобби. Для начала операторы таких радиостанций оказывают полезную услугу обществу: они защищают переговоры пилотов от радиопиратов и демонстрируют высочайшие стандарты этики при использовании авиационных радиочастот.

Много таких радиолюбителей внесли значительный вклад в развитие нашего общества. Любительские радиостанции могут иметь массу практических применений. Мой опыт общения с ними — яркий тому пример.

Любительские радиостанции тогда были совсем малоизвестны широкой публике. И парень, которому я про это рассказал, ответил мне: «О, ну ты знаешь, там дальше по улице живет этот мужик, мистер Джилс, и он проводит занятия для любителей этого дела. Ты у него занимаешься?» Это произошло очень неожиданно. Я помню, как меня это потрясло. Оказалось, что каждую среду мистер Джилс — он сам был оператором любительской радиостанции — проводил эти занятия, и я мог бы на них ходить. Там я узнал

про азбуку Морзе, изучил несколько электротехнических выкладок, которыми интересовался, вырубил все радиочастоты, открытые для радиолюбителей. Фактически я выучил все, что необходимо было знать при сдаче теста на получение лицензии оператора любительской радиостанции. Мой отец узнал, чем я занимаюсь, и решил сдать тест на получение такой лицензии вместе со мной. Мы вместе пошли сдавать тест и сдали его — тогда я был в шестом классе. И на то Рождество мне подарили наборы для сборки передатчика и приемника Hallicrafters. Сейчас это бы наверно стоило пару тысяч долларов. Дорогой подарок для шестиклассника. А сборка передатчика и приемника была очень сложной! Мне пришлось распаковать сотни деталей, а еще научиться паять. И я все действительно спаял сам. Нам также пришлось залезть на крышу и вытянуть антенны на определенную длину для того, чтобы они принимали именно тот сигнал, который мне был нужен. Это дало мне знания, которыми я впоследствии воспользовался при проектировании и сборке разных компьютерных компонентов, таких же, как и те, которые потом стали персональным компьютером Apple I.

### Чуть подробнее о транзисторах

Транзистор должен войти в историю как одно из величайших изобретений в современной истории. Он ничем не уступает автомобилю, телефону и печатному станку Гутенберга. Транзистор изобрел Уильям Шокли и его команда в лаборатории компании Bell в 1947 году.

В двух словах: транзистор представляет собой крошечное электронное устройство, управляющее потоком электричества. Но этим его функции не ограничиваются. У него есть два ключевых свойства: он усиливает электрический сигнал и способен включать и выключать цепь (0 или 1), пропуская ток или размыкая цепь, если это необходимо.

Сегодня транзисторы есть практически во всех электронных устройствах, начиная от музыкальных поздравительных открыток, автомобилей и заканчивая компьютерами. С 1947 года — и это определило наступление компьютерной революции — с каждым годом становилось все дешевле и дешевле собирать все больше транзисторов внутри одного чипа. (Этот феномен известен как закон Мура. Основатель компании Intel Гордон Мур вывел эту закономерность в 60-х годах прошлого века. По его мнению, качество производства улучшится настолько, что количество транзисторов в каждом чипе будет каждый год удваиваться при одинаковой стоимости.) Простой логический вентиль включает в себя около двадцати транзисторов, а главный компьютерный чип в современном компьютере может состоять из более миллиарда транзисторов.

Я обожал свои передатчик и приемник. По качеству они были гораздо лучше стандартного оборудования, использовавшегося для любительских радиостанций. В наши дни такие модели можно увидеть в радиомузеях

и специальных журналах для коллекционеров. Правда, мне особо не довелось поговорить с другими операторами — они были намного старше меня, и у нас на самом деле не оказалось ничего общего, кроме, собственно, этих радиостанций. Вот и вышло так, что радиостанцию я собрал, а потом она мне быстро наскучила. Но этот опыт очень важен. Во-первых, уверен, что я был одним из самых юных операторов в стране. Это стало для меня значительным достижением. Но главное — я прошел весь процесс получения лицензии оператора любительской радиостанции. Я выучил все то, что было нужно, понял, что требовалось из оборудования — и затем собрал саму радиостанцию. Это придало мне уверенность, которая очень пригодилась мне во всех будущих проектах.

И тут тоже мой отец был для меня главным вдохновителем. Он ведь даже получил лицензию одновременно со мной — учился вместе со мной, участвовал в тесте и сдал его! Суть в том, что он на самом деле никогда не пытался направить меня по какому-то конкретному пути или увлечь меня электротехникой. Но когда я начинал чем-то активно интересоваться, он всегда меня поддерживал и часто рисовал на доске, как это работает. Он постоянно был готов научить меня чему-нибудь.

\*\*\*

Моя мама тоже всегда во всем мне помогала. В третьем классе, когда я готовился к тесту по устному счету в школе, она занималась со мной умножением весь вечер накануне экзамена. В результате я стал единственным мальчиком на всю школу, который оказался сильнее девочек. Я помню, как учитель сказал мне: «Это просто потрясающе. В моем классе еще никогда не было мальчика, способного побить девочек в устном счете». И опять же я очень гордился этой похвалой. У девчонок оценки всегда были лучше, чем у мальчишек, — так мне казалось. И потом я подумал: «Ух ты. А ведь я и правда отличился в математике, буду впредь заниматься ей еще больше». И я занимался все усерднее, пытаясь все время быть лучшим, всегда оказываться впереди всех. Именно это в значительной степени позволило мне так продвинуться вперед в таком юном возрасте, это всегда вело меня дальше.

В четвертом и пятом классах моя учительница, мисс Скрак, всегда хвалила мои научные проекты. Такое впечатление, что она считала меня самым умным из одноклассников, потому что я хорошо знал естественные науки. Как вы, возможно, догадываетесь, после этого я удвоил усилия. В шестом классе я делал проекты по электротехнике, которые были не под силу даже ученикам старшей школы. Мне повезло с учителями, особенно с мисс Скрак. Она появилась в моей жизни в самый нужный момент.

\*\*\*

Примерно в то время со мной произошла очередная счастливая случайность. Я наткнулся на статью о компьютерах в одном из старых инженерных журналов, копившихся у моего отца. Тогда, в 1960 году, нечасто можно было встретить публикации о компьютерах. И я нашел статью о компьютере ENIAC, еще и с фотографией. ENIAC (электронный числовой интегратор и вычислитель) был первым настоящим компьютером в понимании большинства людей. Его создали военные во время Второй мировой войны для расчета траекторий бомб. Получается, его спроектировали еще в 40-е годы.

В этом журнале печатались всяческие фотографии огромных компьютеров и статьи с их описанием. Они не походили ни на что из того, с чем я сталкивался. На одной фотографии была изображена большая круглая трубка, почти как в телевизоре. И в статье описывалось, как в этой круглой трубке хранились данные всех этих огромных компьютеров. В ней использовался фосфорный свет, и система могла считывать, был ли свет включен или выключен — в точности так же, как нули и единицы в современных компьютерах означают включенное или выключенное состояние. А еще эти компьютеры могли быстро сбрасывать эти данные. Таким образом, как писалось в статье, можно было хранить данные, и я очень заинтересовался этой идеей. Тогда мне было лет одиннадцать.

Внезапно я осознал, что эти компьютеры могли делать невероятные вещи уже тогда. Конечно, в то время еще не умели изготавливать компьютеры, которые использовались бы простыми людьми. О том, что любой мог купить компьютер, принести его домой и научиться на нем работать, не шло и речи. Я подумал, что это было бы просто замечательно, и это стало моей Мечтой. Именно так, с заглавной буквы — потому что это оказалось моей главной движущей силой на протяжении многих лет. И я все думал, как бы эту Мечту осуществить.

Тогда в мире компьютеров происходило столько невероятного. Я никогда не узнал бы об этом, если бы не был застенчивым ребенком и не сидел бы дома, разбирая журналы. Самое поразительное, что это произошло со мной в раннем возрасте, что я нашел этот журнал в вещах моего отца. Это был журнал, который большинству людей никогда бы не попался на глаза или никогда бы их не заинтересовал, потому что он предназначался для инженеров высшего ранга, работающих на правительство.

Тогда-то я и стал одержимым. Я принял читать этот журнал и перечитывать его снова и снова, вместе с другими, которые были у отца. Я помню, как однажды наткнулся на статью о булевой алгебре. Это такая область математики, используемая в компьютерах. И я выучил теорему

де Моргана, на которой и основана вся булева алгебра. Таким образом, логика стала основой моего существования — еще тогда, в пятом классе. Я заучивал эту формулу и прикидывал, каким образом я мог бы ею воспользоваться, чтобы заменить операторы «И» и «ИЛИ» в логических уравнениях. В логике, например, вы можете поставить формальное условие — необходимо, чтобы слово начиналось с гласной буквы и заканчивалось на гласную. Формула для этого условия будет содержать оператор «И» — гласная является первой буквой в этом слове и последней буквой в этом слове. Это и есть оператор «И» в булевой алгебре. А если слово начинается с гласной, но не заканчивается ею или наоборот? Это «ИЛИ» в булевой алгебре.

В этом журнале были напечатаны схемы логических вентилей для «И» и «ИЛИ», и я перерисовывал их, запоминал, как они выглядят.

Так, например, знак полумесяца с точкой посередине означает вентиль «И». Если посередине стоит знак плюса вместо точки, тогда этот символ означает «ИЛИ». Затем я научился рисовать узел, обозначающий инвертор: это треугольник, направленный вправо, с маленьким кружком в самой вершине. Самое забавное — что и по сей день я пользуюсь теми же символами, когда проектирую электронику. А ведь все это я выучил, когда был пятиклассником и лежал дома на кровати в своей комнате, листая журналы.

Вот что удивляло меня тогда. Я думал: «При моем уровне знания математики я, пятиклассник, смог освоить математику, применявшуюся в компьютерах — теорему де Моргана, булеву алгебру». Так что любой может изучить булеву алгебру, и для этого даже не нужно обладать углубленными познаниями в математике, которые у меня уже имелись в пятом классе. Я понял, что компьютеры в каком-то роде были не так уж сложно устроены. И это просто перевернуло мой мир с ног на голову. Компьютеры — в моем понимании они представлялись самой невероятной вещью в мире, самой передовой технологией, практически никому не понятной — были на самом деле достаточно просто устроены, и пятиклассник вроде меня мог в них разобраться! Мне это очень нравилось. Тогда я решил, что буду заниматься логикой и компьютерами для удовольствия. Я не думал, что это вообще может стать моей основной профессией.

Утверждать, что ты собираешься играть с компьютерами, в те дни было, мягко говоря, необычно. Это все равно что сказать, что ты собрался стать астронавтом. Шел 1961 год, тогда еще не было настоящих космонавтов! Шанс стать одним из них казался очень призрачным. Но у меня на этот счет имелось свое мнение. Я уже понимал, что мне это дастся достаточно легко. Так в итоге и случилось.

Таким образом, компьютеры заняли главное место в моей жизни. Компьютерная логика стала тем, в чем я, наверно, впоследствии превзошел любого из ныне живущих. (Конечно, наверняка этого знать я не могу. Возможно, в каких-то колледжах есть люди, способные применять теорему де Моргана не хуже меня.) Но до того как я начал разрабатывать первый компьютер Apple, логика была моей жизнью. Я понимаю, что это звучит невероятно, но я просто обожал логику и все, что с ней связано, — даже тогда, давным-давно.

\*\*\*

Когда я учился в средней школе, а потом и в высшей, научные проекты считались престижными — тогда тебя не считали чудаком, если ты этим занимался, и награды за научные проекты были настоящим праздником. Я всегда праздновал, когда их получал. Несколькоими проектами, представленными мной на научных ярмарках, я до сих пор очень горжусь. Это было, когда я учился с третьего по шестой и в восьмом классе. (По какой-то причине я не участвовал в этих ярмарках в седьмом классе.) Все эти проекты давались нелегко, они оказались даже сложнее, чем проекты некоторых старшеклассников, и тогда я это прекрасно понимал. Некоторые мои проекты буквально ошеломили других детей и членов комиссии. Я был в каком-то смысле героем, выигрывал все награды, включая самые престижные грамоты научной ярмарки Западного побережья.

Участие в таких научных ярмарках помогало мне понять, кем я был и кем могу стать в этом мире, если придумаю хороший проект. Учителя сразу видели во мне особенного ученика; некоторые из них даже стали звать меня Всезнайкой, потому что я постоянно выступал со своими проектами на таких ярмарках. Вероятно, в результате этого к шестому классу я уже собирал электротехнические проекты, которые были не по силам даже старшеклассникам. Признание и достижения двигали меня к тому, чтобы работать в этом направлении и дальше. А потом эта работа заняла главное место в моей жизни.

\*\*\*

Впервые я участвовал в научном конкурсе в третьем классе и выиграл его. Но тот мой проект был на самом деле достаточно простым. Я просто собрал одну хитрую штуковину, в которой использовался источник света, пара батареек и несколько проводов — все это собиралось на деревянной доске. Получилась рабочая модель фонарика! Многих людей она сразила наповал, и я занял первое место. Пустяк, конечно: сам-то я знал, что ничего удивительного там не было, и прекрасно понимал, что в следующий раз я могу выступить еще лучше.

Только в четвертом классе я впервые сделал проект, который позволил приобрести навыки, пригодившиеся мне впоследствии — физика, электроника и подбор материалов. Я провел эксперимент, в ходе которого хотел выяснить, что будет, если смочить два углеродных стержня любой жидкостью на выбор. Стержни подсоединялись проводами к лампочке и розетке. Жидкость сама становилась своего рода «проводом», когда углеродные стержни в нее окунались. Она могла быть хорошим «проводом» или плохим — в смысле проводить электричество хорошо или плохо. В зависимости от того, как светилась лампочка — ярко или тускло, — можно было видеть, насколько хорошо эта жидкость способна проводить электричество.

Я попробовал все жидкости, которые мог достать: воду, кока-колу, ледяной чай, сок, пиво. Какая же жидкость проводит электричество лучше всего? (Оказалось — соленая вода.) Это чрезвычайно важно знать, если вам необходимо овладеть, скажем, основами гидроэлектрической механики или принципами работы обычных батареек.

\*\*\*

А вот следующий эксперимент был и правда масштабным. Тогда я построил гигантскую электрическую модель, изображающую каждый из девяноста двух атомов в таблице Менделеева и особенности их электронного строения.

На случай, если вы забыли: орбиты электронов в центре атома вращаются примерно так же, как планеты вокруг Солнца. У планеты Земля, например, одна орбита, у Нептуна — другая.

Я задался целью создать такую модель, которая при одном нажатии переключателя демонстрировала бы, сколько электронных орбит было у каждого атома в таблице Менделеева и на какой орбите относительно ядра они должны находиться. Так, когда я щелкал переключателем для водорода, зажигалась лампочка в самой близкой к центру дырке, обозначавшей ядро.

Для того чтобы изготовить эту модель, мне пришлось просверлить девяносто две дырки в большом листе алюминия. Отверстия располагались сверху вниз; в каждом из них находился переключатель, соответствующий одному из элементов: один переключатель для водорода, один для золота, один для гелия и так далее.

Затем я изобразил очень большой рисунок, похожий на мишень: концентрические кольца разных цветов с очень маленькой меткой-яблочком в середине, которое изображало центр атома, то есть ядро. И мне пришлось просверлить девяносто два отверстия — они отображали электроны, из которых состоял атом.

И вот что в итоге получилось. Допустим, вы хотите знать, как выглядят электроны в составе любого из девяноста двух элементов в периодической таблице. Возьмем кислород. Я нажимал переключатель кислорода, зажигались восемь лампочек, представляющих восемь электронов, которые врачаются вокруг ядра в атоме кислорода — каждый на своей орбите.

Я точно знал, как выглядят эти орбиты, поскольку в качестве спарочника пользовался большой книгой, которая называлась «Руководство по химии и физике».

Этот проект был очень сложным, ведь мне пришлось разбираться с девяноста двумя комплектами переключателей для девяноста двух периодических элементов.

В результате это обернулось такой морокой, что пришлось воспользоваться теми знаниями о диодах, которые дал мне отец. Диод стал первым электротехническим элементом, с которым я познакомился. В отличие от резистора он работает только в одном направлении. В нем можно послать электроны — то есть электричество — только в одну сторону. Электричество может через него пройти, но не может по нему вернуться. Если попытаться это проделать, то короткое замыкание неизбежно. И это была проблема: ведь я столкнулся с тем, что, когда я пытался включить какой-то элемент из середины таблицы и его электроны, вместе с этим включал кучу других элементов, которые были легче его, и все электроны, не принадлежавшие этому элементу. Как бы то ни было, я искал решение — потому и познакомился с диодами.

Вместе с этим большим стендом я также демонстрировал немаленькую коллекцию элементов. Ну, знаете, баночки с бериллием, куски меди, даже бутылочку с ртутью. Эти образцы я выпросил у профессора Государственного университета в Сан-Хосе.

И да, я выиграл. Первое место. Голубая лента. Круто.

Но это было не главным. Оглядываясь назад сейчас, вижу, насколько потрясающим обучающим опытом это для меня стало — просто классика. Мой отец помогал мне, но делал все я сам. И мой отец, надо отдать ему должное, никогда не пытался учить меня формулам гравитационных и электрических сил между протонами или чему-то еще вроде взаимодействия между протонами и электронами. Бряд ли я тогда смог бы все это понять. Он никогда не пытался заставить меня перескочить на следующий уровень просто потому, что я не мог этого сделать. Я тогда был еще не готов приступить к изучению этой области знаний.

\*\*\*

В шестом классе, шаг за шагом, я научился строить логические вентили «И» и «ИЛИ» и вынуждил основы построения блоков в компьютерном

устройстве. Все цифровые схемы сегодня работают исключительно — я подчеркиваю, исключительно — со всем тем, что вызывает включенное состояние (единицы) и выключенное (нули).

Я действительно прин员ся постигать логику. Раньше мой отец помогал мне понять принципы логики с помощью карандаша и бумаги в игре «крестики-нолики». Вы никогда не проигрываете, если хорошо знакомы с логикой. Именно на этом строился мой следующий проект: это была машина для игры в крестики-нолики. Машина, которую я построил, никогда не проигрывала. Крестики-нолики — это исключительно логическая игра; но в то же время это и психологическая игра, потому что и тех, кто никогда не проигрывает, можно победить. Если один X стоит тут, а другой — там, то что из этого следует? Мой кусок фанеры был весь покрыт различными компонентами: задумывался масштабный проект. А значит, предстояло освоить большой объем не только инженерных знаний — самых разных знаний.

Работа над чем-то одним на протяжении длительного времени — не просто сборка электрического фонарика — требует овладения большим объемом знаний. Такой задачей как раз и стала разработка компьютеризированной машины для игры в крестики-нолики, работавшая на чистой логике.

Увы, система не выиграла. Она взорвалась. За ночь до конкурса один из транзисторов стал дымиться. Очевидно, что-то пошло не так. Я знал, что я потрачу кучу времени, пытаясь выяснить, какая именно деталь в системе дала сбой. И все починить до начала конкурса — просто нереально. Это было серьезным разочарованием, ведь я так любил побеждать. Я всегда, сколько себя помню, хотел быть лучшим в любой области. И часто так и происходило, мне везло.

Но в то же время я тогда подумал, что просто победа на научной ярмарке для меня не значила так много. Ведь и я, и мой отец знали, что я и правда построил эту сложную логическую машину, и она работала.

Так-то вот, даже в юном возрасте для меня было очевидно, что важнее всего на самом деле. Я сказал себе: показывать свою награду с научной ярмарки другим гораздо менее важно, чем понимать, что твой приз на самом деле уже находится у тебя дома. Я по-прежнему горжусь этим проектом. Для меня важнее всего труд инженера, а не слава.

\*\*\*

Ладно, я построил ту систему для игры в крестики-нолики, фактически соединив между собой электрические вентили. Замысел заключался в том, чтобы собрать вентили в систематизированную транзисторную цепь, которая никогда бы не позволила себе обыграть. И, как я уже сказал, для этого мне пришлось испытать все возможные варианты.

Но восьмом классе я сделал нечто совершенно другое. Я придумал машину, которую назвал «Слагатель/Вычитатель». Это была самая близкая к компьютеру штука, какую я когда-либо проектировал. Я могу так сказать: когда я ее задумывал, то хотел, чтобы получилось что-то в таком духе. Чтобы с ее помощью можно было бы складывать и вычитать числа, и результат отображался бы на электронном дисплее. А вдобавок ко всему она уже не была просто набором логических вентилей, как моя машина для игры в крестики-нолики. Сложение и вычитание — это логика, так же как и крестики-нолики; она основывается на вводе нулей и единиц, и можно точно подсчитать, какие нули и единицы будут на выходе.

«Слагатель/Вычитатель» по габаритам и времени сборки представлялся не сложнее машины для игры в крестики-нолики, но уже значительно ближе к настоящим компьютерам. Его предназначение было намного важнее, чем просто игра. В школе мы учимся складывать и вычитать, но никого там не учат игре в крестики-нолики. Это не так важно. Благодаря арифметике человек достиг Луны. А вот крестики-нолики нам бы в этом никак не помогли.

У моего проекта имелась функция — настоящая, полезная функция. Можно было вводить числа, складывать их или вычитать и видеть результат.

«Слагатель/Вычитатель» представлял собой квадрат со стороной примерно 30 сантиметров. На нем находилась пластиковая доска, полная отверстий, и штекеры, которые я мог втыкать в эти отверстия и образовывать соединения. Я вставлял штекеры куда нужно и припаивал к ним транзисторы и другие детали.

Мне нужно было десять маленьких переключателей, которые отвечали бы за нули и единицы. Так, если вам требовалось сложить 3 и 2, то в верхнем ряду следовало включить два крайних переключателя (эквивалент  $000000011$ , или числа 3 в бинарной системе). Затем, чтобы ввести 2, нужно было нажать предпоследний переключатель в нижнем ряду. В бинарной системе это  $000000010$ . Ответ отображался лампочками, которые я туда подсоединил. В этом примере зажигались две лампочки —  $0000000101$ , что означает 5. Это в случае если «Слагатель/Вычитатель» находился в режиме сложения, а не вычитания.

Но главное, я уже знал много чего из электротехники, логики, теории бинарных чисел, пайки. Теперь все эти знания складывались воедино. Я мог объяснить судейской комиссии принцип работы бинарных чисел, их сложения и вычитания, а также каким образом из диодов и транзисторов были собраны логические вентили. Я показывал комбинацию вентилей, добавлявшую один бит (то есть 0 или 1). Мог показать, как с помощью простой модификации вычитываются числа. Сообщил судьям, что

решил проблему электронных компонентов логического вентиля, заменив резисторы диодами. Это было настоящим ноу-хау в электронике.

На одной фанере друг за дружкой располагались десять электрических цепей сложения/вычитания, отвечающих за перенос и заимствования (вспомните математику), и благодаря этому можно было складывать и вычитать большие числа — любые числа меньше 1023.

Но вот в чем оказалась загвоздка. Я повез показывать эту машину на научной ярмарке Западного побережья, где собрал ее вечером, для того чтобы продемонстрировать ее на следующий день на конкурсе. Какие-то люди показали мне, где ее можно оставить, и спросили, хочу ли я рассказать поподробнее о своем изобретении. Я отказался, потому что собирался подробно рассказать обо всем уже на конкурсе перед судейской комиссией. Я был в некотором роде застенчивым ребенком. Вспоминая об этом сейчас, думаю, что в тот вечер на самом деле я отказал судьям, сам того не понимая.

Когда на следующий день я пришел на судейство, все проекты уже получили награды. По какой-то причине все уже было решено! Меня лишь упомянули как участника, а три других проекта победили. Я изучил эти проекты. Я был уверен, что в сравнении с моей моделью они достаточно тривиальны. Как же так? Затем я заглянул в официальную брошюру и оттуда узнал, что все эти три проекта представил школьный округ, организовавший эту ярмарку.

Я подумал: «Эй, да меня надули». Ведь прошлой ночью я показывал свою машину и рассказывал о ней многим людям — в том числе и настоящим судьям, это совершенно точно, — и мне казалось, что все они действительно понимали, насколько масштабным был мой проект. Просто отличным. Я знал это, и все остальные знали это. Я мог объяснить кому угодно, каким именно образом использовал логические уравнения и вентиля и как комбинировал вентиля и транзисторы с бинарными числами (нулями и единицами), чтобы все работало как надо.

Уже после этого BBC США наградили меня своей высшей наградой в категории электротехнических проектов на научной ярмарке Западного побережья, хотя я учился тогда всего лишь в восьмом классе, а в конкурсе участвовали ребята до двенадцатого класса включительно. А еще мне представилась возможность совершить полет на негражданском самолете — это был мой первый в жизни полет. Думаю, что именно тогда я понастоящему полюбил летать.

Оглядываясь сейчас назад, я думаю, что сборка «Слагателя/Вычитателя» оказалась для меня решающим проектом в моей карьере инженера на пути к проектированию первого персонального компьютера. Этот проект стал первым шагом. Он был масштабным, внутри машины находились

сотни транзисторов, две сотни диодов и две сотни резисторов плюс реле и переключатели. И она выполняла действительно полезную функцию: складывала и вычитала числа.

Благодаря всем этим научным проектам я приобрел главное качество, впоследствии очень пригодившееся в моей карьере: терпение. Это абсолютно серьезно. Терпение обычно сильно недооценивается. Занимаясь всеми этими проектами с третьего класса по восьмой, я постепенно изучал одну область за другой и собирая все свои электрические устройства, практически не заглядывая ни в какие книги. Иногда я думаю: мне дико повезло. Судя по всему, судьба указала мне самый верный путь, и я пошел по нему. Я научился особо не беспокоиться по поводу конечного результата и сосредоточиваться именно на том этапе, на котором я в данный момент находился, и стараться сделать свою работу безупречно.

Даже сегодня не каждый специалист понимает это. На протяжении всей моей карьеры в Apple и в других компаниях мне всегда попадалось множество чудиков, пытавшихся перескочить на следующий уровень знаний, при этом не усвоив как следует предыдущие. Но так ничего не получится. Так не бывает. Таковы законы когнитивного развития, тут все просто. Невозможно научить кого-то чему-то, перескакивая через этапы. И понимание этого очень помогало мне в обучении моих собственных детей, а также пятиклассников, с которыми я занимался уже потом. Я всегда повторял им, будто мантру: шаг за шагом. Всему свое время.