

# Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию

**Автор:**

[Уолтер Айзексон](#)

Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию

Уолтер Айзексон

После ставшей мировым бестселлером биографии Стива Джобса Айзексон написал о людях, благодаря которым появились компьютеры и интернет. Это история о разных этапах цифровой революции, о том, как добиваться того, чтобы мечты претворялись в жизнь. Начинается она с сороковых годов XIX века, с Ады Лавлейс, первой нащупавшей принципы компьютерного программирования. А дальше следует рассказ о тех, без кого не было бы ни компьютеров, ни интернета, – о Вэниваре Буше, Алане Тьюринге, Билле Гейтсе, Стиве Возняке, Стиве Джобсе и Ларри Пейдже.

Уолтер Айзексон

Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию

Walter Isaacson

The Innovators

How a Group of Hackers, Geniuses, and Geeks Created the Digital Revolution

Перевод с английского Инны Кагановой, Татьяны Лисовской и Ольги Храмцовой

Издание осуществлено при поддержке Политехнического музея

Художественное оформление и макет Андрея Бондаренко

© Walter Isaacson, 2014

Вступление

Как возникла эта книга

Компьютер и интернет являются одними из самых важных изобретений нашего времени, но мало кто знает о том, кто их создал. Если бы они появились в результате магических манипуляций изобретателя-одиночки, производимых им на чердаке или в гараже, то самого изобретателя причислили бы к пантеону наряду с Эдисоном, Беллом и Морзе. Подобные истории любят рассказывать таблоиды и помещают портреты этих гениев на обложках. Но большинство изобретений цифровой эпохи появились не в результате озарения одиночек, а явились плодами совместных усилий. В их создании участвовало множество замечательных людей, некоторые из них были талантливо, попадались даже гении. Это история о настоящих первопроходцах, хакерах, изобретателях и предпринимателях, о том, кто они, как работала их мысль. Это также рассказ об их сотрудничестве и о том, почему их способность работать в команде еще больше усиливала их творческую активность.

Рассказ об их коллективной работе является важным, поскольку мы нечасто обращаем внимание на то, насколько важна для появления новаторских решений способность к такой работе. Есть тысячи книг, в которых мы – биографы – изображаем этих людей одинокими изобретателями и даже мифологизируем их. Я сам это делал несколько раз. Поиск по словосочетанию “человек, который изобрел” на Amazon дает ссылки на 1860 книг. Но гораздо меньше рассказов о коллективном творчестве, которые на самом деле более важны для понимания того, как происходила нынешняя технологическая революция. И эта тема, возможно, еще интереснее.

Мы сейчас так много говорим об инновациях, что это слово стало штампом и утратило первоначальный смысл. И в этой книге я поставил себе задачу рассказать о том, как на самом деле возникают инновации. Каким образом самые креативные инноваторы нашего времени смогли превратить безумные идеи в реальность? Я сосредоточусь примерно на дюжине самых значительных прорывов, совершенных в цифровую эпоху, и на людях, их совершивших. Какие факторы обусловили эти творческие прорывы? Какие навыки оказались наиболее полезными? Как они соперничали и сотрудничали? Почему одни преуспели, а другие потерпели неудачу?

Я также изучал социальную и культурную среду, которая обеспечивает атмосферу, способствующую появлению инноваций. При зарождении цифровой эры эта атмосфера поддерживалась с помощью благоприятной для исследований экосистемы, обеспечиваемой государственными дотациями и функционирующей в рамках сотрудничества военно-промышленного и научного

комплексов. Наряду с этим существовал свободный союз общественных организаций, хиппи с их общинным сознанием, любителей – самоучек и доморощенных хакеров, большинство из которых с недоверием относились к централизованному регулированию.

Историю можно написать, делая акцент на любом из этих факторов. Примером может служить изобретение в IBM первого большого электромеханического компьютера Mark I /Harvard. Одна из его разработчиков, Грейс Хоппер, написала историю, которая рассказывала об основном создателе машины – Говарде Айкене. Компания IBM написала альтернативную историю, в которой рассказывалось о том, какой вклад внесли команды безымянных инженеров в усовершенствование машины, от изобретения счетчиков до разработки механизмов подачи перфокарт.

Вообще говоря, вопрос о том, на чем нужно делать акцент – на роли личности или, напротив, на социокультурных условиях, уже давно был предметом спора. В середине XIX века Томас Карлейль заявил, что “история мира есть не что иное, как биографии великих людей”, а Герберт Спенсер возразил ему, выступив с теорией, подчеркивающей роль социальных сил. Ученые и участники событий часто рассматривают это соотношение по-разному. “Как профессор я, как правило, думаю об истории, вершащейся безличными силами, – сказал Генри Киссинджер журналистам во время одной из своих ближневосточных челночных миссий в 1970 году. – Но на практике вы видите, как меняет процесс личность”

. Когда речь заходит об инновациях цифровой эры, вы видите, что, как и в деле умиротворения Ближнего Востока, в игру вступают различные личные мотивы и социокультурные силы, и в этой книге я пытался увязать их друг с другом.

Интернет первоначально создавался для того, чтобы облегчить сотрудничество. Напротив, персональные компьютеры, особенно те, которые предназначены для использования в домашних условиях, были разработаны в качестве инструментов для индивидуального творчества. Более десяти лет, с начала 1970-х годов, развитие сетей и домашних компьютеров происходило независимо друг от друга. К концу 1980-х годов, с появлением модемов, онлайн-сервисов и всемирной сети, эти направления, наконец, сошлись. Так же как объединение парового двигателя с хитроумными механизмами привело к промышленной революции, сочетание компьютера и распределенных сетей привело к цифровой революции, что позволило любому пользователю создавать, распространять и

получать любую информацию в любом месте.

Историки науки остерегаются называть периоды великих перемен революциями, потому что предпочитают считать прогресс эволюционным. Первое предложение книги гарвардского профессора Стивена Шапина об этом периоде звучит парадоксально: “Не было никакой научной революции, и эта книга о ней”. Один из методов, который использует Шапин, чтобы разрешить этот полушутливый парадокс, состоит в том, чтобы обратить наше внимание на то, как ключевые игроки того периода “дружно объясняли нам”, что они были частью революции. “Наше чувство радикального изменения на самом деле в основном сформировано ими”

Точно так же большинство из нас сегодня ощущает, что достижения в цифровой области за последние полвека трансформируют, возможно, даже революционизируют наш образ жизни. Помню волнение, которое вызывал каждый новый прорыв. Мои отец и дядя были инженерами-электриками, и, как многие персонажи этой книги, я вырос в квартире, где в подвальной мастерской были свалены монтажные платы, которые нужно было паять, радио, которое нужно починить, электронные лампы, которые должны быть протестированы, и коробки транзисторов и резисторов, которые нужно рассортировать и пустить в работу. Как любитель электронных устройств, которому нравилась продукция компании Heath и любительские радиоприемники ((WAJTP), я помню время, когда электронные лампы уступили место транзисторам. В колледже я научился программированию с использованием перфокарт и вспоминаю момент, когда на смену кошмарной процедуре обработки данных в пакетном режиме пришло вызвавшее бурный восторг интерактивное взаимодействие. В 1980-м я приходил в возбуждение от того шума и скрежета, который издавали модемы, открывшие нам странное и волшебное царство онлайн-сервисов и досок объявлений, а в начале 1990-х годов я помогал организовать цифровые отделы в корпорациях Time и Time Warner, в которых был запущен новый Интернет и сервисы широкополосного Интернета. Как сказал поэт Вордсворт об энтузиастах, которые присутствовали при начале Великой французской революции, “блаженством было дожидаться до рассвета”.

Я начал работу над этой книгой более десяти лет назад. Она выросла из моего увлечения достижениями цифровой эпохи, свидетелем которых я оказался, а

также из работы над биографией Бенджамина Франклина – новатора, изобретателя, издателя, организатора первой почтовой службы, собирателя всяческой информации и предпринимателя. Я хотел отойти от биографического жанра, в котором, как правило, описывается роль замечательных людей, и снова написать книгу, похожую на книгу “Мудрецы” (созданную мной в соавторстве с коллегой) о творческой группе из шести друзей, формировавших политику Америки в период холодной войны. Поначалу я собирался сосредоточиться на рассказе о командах, придумавших интернет. Но когда я брал интервью у Билла Гейтса, он убедил меня, что одновременное появление интернета и персонального компьютера сделало историю более многогранной. В начале 2009 года я положил эту рукопись в стол и начал работать над биографией Стива Джобса. Но его история укрепила мой интерес к тому, как переплелось развитие интернета и компьютеров, поэтому, как только я закончил ту книгу, я вернулся к работе над рассказом об инноваторах цифровой эры.

Протоколы интернета были разработаны на основе независимого сотрудничества, и результирующая система встроила в свой генетический код приверженность такому сотрудничеству. Возможность создавать и передавать информацию предоставляется каждому из узлов, и любая попытка ввести контроль или иерархию обречена на неудачу, поскольку контроль может быть обойден. Не впадая в телеологические ошибки, то есть не приписывая технологии намерения и не персонифицируя ее, мы можем утверждать, что система открытых сетей, к которым подключены компьютеры, управляемые пользователями, сделала примерно то же, что сделал печатный станок, отобрав контроль над распространением информации у цензоров, властей и учреждений, которые нанимали писарей и переписчиков. Обычным людям стало легче создавать контент и обмениваться им.

В цифровую эпоху сотрудничество возникало не только среди сверстников, но также между поколениями: идеи были переданы от одной когорты инноваторов к следующей. В процессе исследования я сделал еще один вывод: пользователи все время старались приспособить цифровые новшества для создания коммуникаций и инфраструктуры для социальных сетей. Я также заинтересовался тем, почему попытки создания искусственного интеллекта – машин, которые сами думают, – неизменно оказывались менее плодотворными, чем организация партнерства или симбиоза между людьми и машинами. Другими словами, оказалось, что характерное для цифровой эпохи совместное творчество включает сотрудничество между людьми и машинами.

Наконец, я был поражен тем, что в цифровую эпоху истинную творческую активность часто проявляли люди, в которых соединялась любовь к науке и искусству и которые считали, что красота важна. Когда я приступил к работе над биографией Джобса, он мне сказал: “Я в детстве всегда думал, что я – гуманитарный человек, но мне понравилась электроника. Затем я прочитал, что один из моих героев – Эдвин Лэнд из корпорации Polaroid – говорил о роли людей, которые смогли работать на пересечении гуманитарных и естественных наук, и я решил, что это именно та область, в которой я хотел бы что-то сделать”. Люди, ощущавшие себя свободно на этом перекрестке гуманитарных наук и технологии, сделали возможным создание симбиоза человека и машины, который и лег в основу этой истории.

Как и многие черты цифровой эпохи, мысль о том, что инновации рождаются там, где встречаются искусство и наука, не нова. К примеру, Леонардо да Винчи был творческой личностью, которая расцвела на пересечении гуманитарных и естественных наук. Или Эйнштейн, когда заходил в тупик в работе над общей теорией относительности, вытаскивал свою скрипку и играл Моцарта до тех пор, пока не начинал чувствовать то, что он называл гармонией сфер.

Если речь идет о компьютерах, нужно упомянуть еще одну историческую личность, которая не так хорошо известна, но в которой тоже сочетались любовь к науке и искусству. Как и ее знаменитый отец, она ощущала романтику поэзии. В отличие от него, она еще видела романтику в математике и технике. И именно с нее начинается наша история.

Ада, графиня Лавлейс (1815–1852), портрет написан Сарой Карпентер в 1836 г

Лорд Байрон (1788–1824) – отец Ады – в албанском платье, портрет написан Томасом Филлипсом в 1835 г.

Чарльз Бэббидж (1791–1871), фотография сделана ок. 1837 г.

## Глава 1

Ада, графиня Лавлейс

### Поэтическая наука

В мае 1833 года, когда Аде Байрон исполнилось семнадцать, ее и других молодых женщин представили британскому королевскому двору. Члены семьи были обеспокоены тем, что, учитывая ее нервозность и независимый характер, она поведет себя неподобающе. В конце концов все прошло благополучно, и, как выразилась ее мать, она вела себя “сносно”. Среди тех, кого Ада встретила в тот вечер, были герцог Веллингтон, чья манера прямолинейно выражаться ее восхитила, и семидесятидевятилетний французский посол Талейран, которого она потом назвала “старой обезьяной”

Единственный законный ребенок поэта лорда Байрона, Ада унаследовала романтический дух отца, который мать пыталась приглушить, обучая ее математике. Вследствие этих разнонаправленных влияний в Аде развилась любовь к тому, что она называла “поэтической наукой”, в которой соединилось ее мятежное воображение с увлечением числами. Для многих, в том числе для ее отца, возвышенные чувства, характерные для романтической эпохи, казались несовместимыми с увлечением техникой, характерным для эпохи промышленной революции. Но Ада чувствовала себя комфортно именно на стыке этих двух эпох.

И неудивительно, что ее дебют при дворе, несмотря на торжественность момента, произвел на нее меньшее впечатление, чем участие спустя несколько недель в другом важнейшем событии лондонского сезона, где она встретила



Чарльза Бэббиджа. Бэббидж – известный ученый-математик, сорокаоднолетний вдовец – пользовался в лондонском обществе репутацией корифея. Как рассказывала ее мать своей подруге, “Аде больше понравился прием, на котором она побывала в среду, чем любой из великосветских раутов. Она встретила там нескольких ученых, и среди них Бэббиджа, от которого она пришла в восхищение”

Оживленные еженедельные салоны Бэббиджа собирали до трехсот гостей – там присутствовали не только лорды в смокингах и дамы в парчовых платьях, но и писатели, промышленники, поэты, актеры, государственные чиновники, исследователи, ботаники и другие “ученые” (термин, который недавно придумали друзья Бэббиджа)

. Как отметил один известный геолог, Бэббиджу “удалось поднять статус науки в обществе”

, вводя ученых в общество высокопоставленных особ.

На вечерах устраивались танцы, чтения, игры, лекции, и все это сопровождалось угощениями: подавались блюда из морепродуктов, мяса и птицы, экзотические напитки и холодные десерты. Дамы устраивали живые картинки, для которых они одевались в соответствующие костюмы и изображали персонажей полотен известных художников. Астрономы демонстрировали телескопы, ученые – опыты с электричеством и магнетизмом, а Бэббидж позволял гостям играть со своими механическими куклами. Кульминацией вечеров – и это было одной из причин, по которым Бэббидж устраивал эти вечера, – была демонстрация действующей модели его разностной машины – громадного механического счетного устройства, которое он собрал и держал в негорючем помещении, прилегающем к его дому. Бэббидж демонстрировал модель, устраивая из этого театральное действие: крутил ручку, и машина при этом проделывала ряд операций с числами. А когда зрители начинали скучать, внезапно менял инструкции, вводимые в машину в закодированном виде, и показывал, как результат может измениться

. Особо заинтересовавшихся приглашали пройти через двор к бывшей конюшне, где строилась настоящая полноценная машина.

Разностная машина Бэббиджа, с помощью которой можно было решать полиномиальные уравнения, производила на людей разное впечатление. Герцог Веллингтон заметил, что она могла помочь генералу, готовящемуся к битве, – прежде чем ввязаться в бой, ему было бы полезно проанализировать разные факторы, с которыми он может столкнуться

. Мать Ады, леди Байрон, восхитилась тем, что это “думающая машина”. Что касается самой Ады (которая позже высказала уверенность, что машины никогда не смогут по-настоящему думать, и это ее высказывание стало знаменитым), то о ее впечатлении от машины друг семьи, присутствовавший с ней на демонстрации, рассказал: “Мисс Байрон, хотя и была очень молода, поняла, как она работает, и усмотрела в изобретении необыкновенную красоту”

.  
Любовь Ады одновременно и к поэзии, и к математике позволила ей увидеть красоту в вычислительной машине. Она жила в эпоху романтического отношения к науке, когда изобретения и открытия воспринимались с восхищением. Это был период “необыкновенного творческого подъема и энтузиазма в отношении занятий наукой, – пишет Ричард Холмс в книге «Век чудес», – вызванного общей идеализацией глубокого – можно сказать, даже беззаветного – личного участия в совершении открытий”

.  
Короче говоря, это время не очень отличалось от нашего. Успехи промышленной революции, в том числе изобретение парового двигателя, механического ткацкого станка и телеграфа, изменили жизнь в XIX веке во многом подобно тому, как достижения цифровой революции – компьютер, микрочипы и интернет – преобразовали нашу собственную жизнь. В центре обеих революций были инноваторы, в которых сочеталось воображение с восхищением чудесами технологии – комбинация, которая породила и поэтическую науку Ады, и то, что в XX веке поэт Ричард Бротиган назовет “автоматами благодати и любви”.

## Лорд Байрон

Свою любовь к поэзии и непокорный характер Ада унаследовала от отца, но ее любовь к технике пришла отнюдь не от него, а вопреки ему. По своей сути Байрон был луддитом. В своей первой речи в палате лордов, которую двадцатичетырехлетний Байрон произнес в феврале 1812 года, он фактически защищал последователей Неда Лудда, приходившего в ярость при виде механических ткацких станков. С саркастической усмешкой Байрон издевался над владельцами мельниц из Ноттингема, которые проталкивали законопроект, предлагающий объявить преступлением, караемым смертной казнью, уничтожение автоматических ткацких станков. Байрон заявил: “Эти машины были для них выгодны, поскольку из-за этого отпадала необходимость в большом числе рабочих, а тем в результате пришлось голодать. Уволенные рабочие в своем слепом невежестве вместо того, чтобы радоваться этим технологическим – таким полезным для человечества – изобретениям, посчитали, что ими, людьми, пожертвовали ради усовершенствования механизмов”.

Две недели спустя Байрон опубликовал две первые песни из эпической поэмы “Паломничество Чайльд-Гарольда” – романтический рассказ о его скитаниях по Португалии, Мальте и Греции – и, как он позже заметил, “однажды утром проснулся и обнаружил, что знаменит”. Красивый, обольстительный, мрачный, приносящий несчастья, ищущий сексуальных приключений, он сам жил жизнью байроновского героя и создавал архетип этого героя в своей поэзии. Он стал всеобщим любимцем литературного Лондона, в его честь устраивали по три приема в день, и самый незабываемый из них – роскошный танцевальный утренник у леди Каролины Лэм.

Леди Каролина, хотя и была замужем за видным политическим деятелем – аристократом, позднее ставшим премьер-министром, – безумно влюбилась в Байрона. Он считал ее “слишком худой”, но в ее внешности была необычная сексуальная двусмысленность (она любила одеваться пажом), и он находил это соблазнительным. У них случился бурный роман, но и после разрыва она продолжала с одержимостью помогать ему. Она публично объявила его “сумасшедшим, ужасным человеком, с которым опасно водить знакомство”, каким он и был в действительности. Но и она была такой тоже.

Однажды на приеме у леди Каролины лорд Байрон заметил замкнутую молодую девушку, которая была, как он потом вспоминал, “проще всех одета”. Этой девушкой оказалась девятнадцатилетняя Анабелла Милбэнк, происходившая из богатой и титулованной семьи. Ночью перед приемом она прочитала Чайльд-Гарольда, и поэма и ее автор вызвали у нее смешанные чувства. “Он слишком вычурен, – пишет она, – но он превосходит большинство поэтов в изображении глубоких чувств”. Когда на приеме она его увидела – он стоял в другом конце комнаты, – то пришла в смятение. “Я не хотела знакомиться с ним, поскольку вокруг него глупейшим образом увивались все женщины, желая заслужить плеть его сатиры, – написала она своей матери. – Я не хочу занять место в его свите. Я не внесла никаких пожертвований на храм Чайльд-Гарольда, но я и не буду отказываться от знакомства, если выпадет случай”

Как выяснилось позже, случай выпал, и знакомство состоялось. После того как он был представлен Анабелле формально, Байрон решил, что она может стать для него подходящей женой. В его жизни это было одной из немногих побед разума над романтизмом. Ему показалось, что такая женщина вместо того, чтобы разжигать его страсти, могла бы обуздать их и спасти его от безумств, а кроме того, помочь расплатиться с обременяющими его долгами. Он послал ей письмо, в котором сделал ей предложение, правда не совсем искреннее. Она благоразумно ему отказала. Тогда он пустился в куда менее разумные романы, в том числе вступил в связь со своей сводной сестрой, Августой Ли. Но через год Байрон, увязнув еще глубже в долгах, возобновил ухаживания за Анабеллой. Ухватившись за надежду обуздать свои страсти, он увидел в возможных отношениях если и не романтичность, то уж точно разумность. “Ничто кроме брака, причем немедленного, не может спасти меня, – признался он тете Анабеллы. – Если я могу рассчитывать на вашу племянницу, я бы предпочел ее, если нет, то я женюсь на первой же женщине, которая не будет смотреть на меня так, будто ей хочется плюнуть мне в лицо”

. Бывали моменты, когда лорд Байрон переставал быть романтиком. Он и Анабелла поженились в январе 1815 года.

Байрон приступил к исполнению своих брачных обязанностей в собственной – байроновской – манере. О дне своей свадьбы он написал: “Поимел леди Байрон на диване перед ужином”

. Когда через два месяца они навестили его сводную сестру, их отношения с Анабеллой еще не завершились, что следует из того, что примерно тогда она забеременела. Тем не менее, пока они там гостили, она уже заподозрила, что дружба мужа с Августой не ограничивается рамками братских отношений, и ее подозрения подтвердились, когда однажды он, лежа на диване, попросил обеих дам по очереди целовать его

. Брак начал разваливаться.

Анабеллу учили математике, что забавляло лорда Байрона, и во время своих ухаживаний он в шутку выразил свое презрение к арифметике. “Я знаю, что два и два – четыре, и был бы рад доказать это, если бы смог, – писал он, – хотя должен сказать, что если бы нашелся какой-либо довод, с помощью которого я мог бы показать, что два и два – это пять, я бы получил намного большее удовольствие”. Вначале он нежно называл ее “Принцесса параллелограммов”. Но когда брак начал рушиться, он придумал более точный математический образ: “Мы две параллельные линии, идущие рядом в бесконечность, но никогда не встречающиеся”. Позже, в первой песне своей эпической поэмы “Дон Жуан”, он подсмеивается над ней: “...Она имела ум математический... Она была живое поученье...”[1 - Перевод Т. Гнедич. Здесь и далее, если не указано особо, примечания переводчика.]

Брак не спасло и рождение их дочери 10 декабря 1815 года. Она была названа Августой Адой Байрон. Первое ее имя было дано в честь любимой (чересчур) сводной сестры Байрона. Когда леди Байрон убедилась в неверности своего мужа, она стала называть свою дочь ее вторым именем. Через пять недель после родов она собрала свои вещи, уложила их в карету и, подхватив малышку Аду, бежала в Лестершир, к родителям.

Ада больше никогда не увидела своего отца. Лорд Байрон покинул страну в апреле того же года. Его скоропалительный отъезд случился после того, как леди Байрон, чтобы получить официальную опеку над их ребенком, юридически закрепленную в соглашении о разводе, в письмах стала угрожать Байрону, что обнародует его кровосмесительные и гомосексуальные связи, причем так расчетливо, что получила от него прозвище “Математическая Медея”

Третья песня “Чайльд-Гарольда”, написанная спустя несколько недель, открывается пронзительными строчками, в которых он обращается к Аде как к своей музе:

Дочь сердца моего, малютка Ада!

Похожа ль ты на мать? В последний раз,

Когда была мне суждена отрада

Улыбку видеть синих детских глаз,

Я отплывал – то был Надежды час[2 - Перевод В. Левика.].

Байрон написал эти строки на вилле, расположенной на берегу Женевского озера, где он в то время жил с поэтом Перси Биши Шелли и его будущей женой Мэри. Постоянно шел дождь. Поскольку они в течение нескольких дней не могли выйти из дома, Байрон предложил всем написать по страшной истории. Он сам тогда написал фрагмент истории о вампире – один из первых литературных рассказов на эту тему. Но стала классикой как раз повесть Мэри о Франкенштейне, или современном Прометее. В ней Мэри обыгрывала древнегреческий миф о герое, который вылепил живого человека из глины и вырвал у богов огонь, чтобы передать его людям. “Франкенштейн” был рассказом об ученом, который превратил собранную им машину в мыслящего человека. Это была поучительная история о технологии и науке. В ней поднимался вопрос, который потом стал интересовать и Аду: “Может ли человек создать машины, которые когда-нибудь смогут по-настоящему мыслить”?

Третья песня “Чайльд-Гарольда” заканчивается опасениями Байрона по поводу того, что Анабелла попытается оградить Аду от общения с отцом. Так оно и случилось. В их доме висел портрет лорда Байрона, но леди Байрон старательно его завесила, и Ада ни разу до того момента, пока ей не исполнилось двадцать лет, так и не увидела его

Лорд Байрон, напротив, где бы он ни оказывался, всегда держал на своем столе портрет Ады и в своих письмах часто просил сообщить новости о ней или прислать ее портрет. Когда Аде исполнилось семь лет, он написал Августе: “Я хочу, чтобы ты получила от леди Б. какое-нибудь описание характера Ады... Есть ли у девочки воображение?.. Эмоциональна ли она? Я надеюсь, что боги дали ей все, кроме поэтического дара, – в семье достаточно иметь одного такого дурака”. Леди Байрон сообщила, что у Ады есть воображение, которое проявляется “главным образом в связи с ее способностями в области механики”

.

Примерно в то же время Байрону, который странствовал по Италии, писал стихи и вступал в многочисленные связи, стало скучно, и он решил поучаствовать в борьбе Греции за независимость от Османской империи. Он отплыл в Миссолонги, где принял командование частью повстанческой армии и готовился к атаке на турецкую крепость. Но до того как его часть вступила в бой, он сильно простудился. Его состояние еще больше ухудшилось после решения врача лечить его кровопусканием. 19 апреля 1824 года он скончался. По словам его слуги, одними из последних были его слова: “О, мой бедный дорогой ребенок! Моя дорогая Ада! Боже мой, если бы только я мог ее видеть! Передайте ей мое благословение”

.

Ада

Леди Байрон решительно не хотела, чтобы Ада пошла по стопам своего отца, и она решила, что лучший способ избежать этого – начать серьезно обучать девушку математике. В ее представлении это послужило бы противовесом от поэтического воображения. Когда в пять лет Ада больше полюбила географию, леди Байрон распорядилась, чтобы этот предмет был заменен дополнительными уроками арифметики, и ее гувернантка вскоре с гордостью сообщила: “Она без ошибки складывает по пять-шесть рядов цифр”. Несмотря на все эти усилия, Ада все-таки унаследовала некоторые склонности своего отца. Когда она была подростком, у нее случился роман с одним из ее наставников, а когда их

поймали и наставник был изгнан, она попыталась убежать с ним из дома. Кроме того, она была подвержена перепадам настроения – от ощущения своего превосходства до отчаяния и страдала от различных недугов – как физических, так и психологических.

Ада разделяла точку зрения своей матери на то, что погружение в математику может помочь приглушить байронические черты ее характера. В восемнадцать лет, после опасного романа с наставником, вдохновленная разностной машиной Бэббиджа, она по собственной инициативе решила продолжить уроки математики. “Я должна перестать думать, что цель жизни – получение удовольствия или самоудовлетворение, – написала она новому учителю. – Я вижу, что в настоящее время, кроме каких-то упорных и интенсивных занятий научными дисциплинами, ничто не способно помешать моему воображению разбушеваться... Как мне кажется, в первую очередь мне нужно пройти курс математики”. Он согласился с ее решением: “Вы правы, полагая, что главный источник вашего спасения теперь – в тяжелой интеллектуальной работе. В этом смысле ничто не может сравниться с математикой”

. Он предложил ей заняться сначала евклидовой геометрией, а потом – тригонометрией и алгеброй. Как оба они думали, это вылечит любого от излишне разбушевавшегося воображения или романтических страстей.

Ее интерес к технологии возник, когда мать взяла ее в поездку в центральные графства Англии, где они осматривали производственное оборудование и новые заводы. Особенно Аду впечатлил автоматический ткацкий станок, в котором для управления рисунком ткани использовались перфокарты, и она на месте набросала схему его работы. В своей знаменитой речи в палате лордов ее отец защищал луддитов, которые разбивали подобные станки, страшась того, что технология может принести вред людям. Но Ада восприняла увиденные станки поэтически и разглядела их связь с теми машинами, которые позже будут называться компьютерами. Она записала: “Этот механизм напоминает мне о Бэббидже и его жемчужине всех машин”

.  
Дополнительным импульсом, подогревшим интерес Ады к прикладной науке, была встреча с одной из немногих в Великобритании видных математиков и



ученых-женщин – Мэри Сомервиль. Сомервиль только что закончила одно из своих великих произведений “О связи физических наук”, в котором она сопоставила открытия в астрономии, оптике, электричестве, химии, физике, ботанике и геологии[3 - В рецензии именно на эту книгу один из друзей Бэббиджа Вильям Вевелл ввел термин “ученый”, чтобы подчеркнуть связь между дисциплинами. – Прим. автора.]. В книге описывалось, какие усилия направлены на поиски универсальных законов природы, и она была пронизана характерным для того времени ощущением общей цели. Во вступлении к книге Мэри утверждает: “В современной науке, особенно в последние пять лет, наблюдались серьезные успехи в упрощении законов природы и объединении отдельных направлений на основе общих принципов”.

Сомервиль стала другом, учителем, вдохновителем и наставником Ады. Она встречалась с ней регулярно, посылала математические книги, предлагала задачи для решения и терпеливо разъясняла правильное решение. Она также была близким другом Бэббиджа, и осенью 1834 года они с Адой часто посещали его субботние вечерние салоны. Сын Мэри Сомервиль – Воронцов Грейг помог Аде уgomониться, рассказав о ней Кингу – одному из своих бывших товарищей по Кембриджу. Он посоветовал Кингу жениться на Аде, заметив, что она будет подходящей или, по крайней мере, интересной женой.

Уильям Кинг занимал высокое положение в обществе, был материально обеспечен, спокоен и интеллигентен и настолько же сдержан, насколько Ада была возбудима. Как и она, он был студентом, изучал науки, но больше интересовался практическими вопросами, чем поэтическими, – больше всего его занимали теория севооборота и всяческие новинки в животноводстве. После нескольких недель знакомства он предложил Аде заключить брак, и она приняла предложение. Ее мать по соображениям, которые мог понять разве только психиатр, решила, что необходимо рассказать Уильяму о попытке Ады убежать с ее учителем. Несмотря на эту неприятную историю, Уильям не отказался от свадьбы, которая и состоялась в июле 1835 года. Леди Байрон написала своей дочери: “Слава богу, который так милостиво дал тебе шанс избежать опасного пути и подарил тебе друга и опекуна”. И добавила, что та должна использовать эту возможность, чтобы “попрощаться” со всеми ее “странностями, капризами и самокопанием”

Этот брак был похож на любой брак, заключенный по рациональным причинам. Аде он дал возможность вести более стабильную и приземленную жизнь. Что еще важнее, он позволил ей избежать зависимости от властной матери. Уильям же получил очаровательную и эксцентричную жену из богатой и известной семьи.

Двоюродный брат леди Байрон виконт Мельбурн (который имел несчастье быть женатым на леди Каролине Лэм, к тому времени покойной) был премьер-министром, и он устроил так, что при коронации королевы Виктории Уильяму присвоили титул графа Лавлейса, а его жена стала Адой, графиней Лавлейс. Таким образом, ее правильно называть Адой или леди Лавлейс, хотя в наше время ее обычно называют Адой Лавлейс.

На Рождество 1835 года Ада получила в подарок от матери фамильный портрет своего отца в натуральную величину. На романтическом портрете кисти Томаса Филлипса лорд Байрон был изображен в профиль, в традиционном албанском костюме, который состоял из красной бархатной куртки, церемониального меча и головного убора. В течение многих лет портрет висел над камином Адиных бабушки и дедушки, но в тот день, когда ее родители разошлись, его завесили зеленой тканью. Теперь ей разрешили не только увидеть, но и владеть им, наряду с его чернильницей и пером.

Ее мать совершила еще более удивительный поступок. Когда спустя несколько месяцев родился первый ребенок Ады и Уильяма – сын, она, несмотря на презрение к памяти покойного мужа, согласилась с тем, что Ада назовет мальчика Байроном, что та и сделала. В следующем году Ада родила девочку, которую она, как послушная дочь, назвала Анабеллой в честь матери. После родов Аду на несколько месяцев приковала к постели еще одна загадочная болезнь. После нее она оправилась достаточно, чтобы родить третьего ребенка – сына, названного Ральфом. Но ее здоровье было подорвано – у нее возникали проблемы с пищеварительной системой и дыхательными путями, которые только усугубились от лечения настойкой опия и морфином, к тому же они привели к появлению перепадов в настроении и периодическим галлюцинациям.

Душевное состояние Ады еще больше ухудшилось, когда она узнала о семейной драме, странной даже по меркам семьи Байронов. В ней участвовала Медора Ли – дочь сводной сестры (и временами любовницы) Байрона. По общему мнению, Медора была дочерью Байрона. Она, казалось, решила доказать, что семья одержима темными силами. У нее случился роман с мужем сестры, с которым

она потом убежала во Францию и родила двух внебрачных детей. В порыве добродетельности леди Байрон отправилась во Францию спасти Медору и тогда открыла Аде историю инцеста ее отца.

Эта “самая странная и страшная история”, похоже, не поразила Аду. “Я ни в малейшей степени не удивлена, – написала она матери, – ты просто подтвердила то, о чем в течение многих лет я не только подозревала, но в чем вряд ли сомневалась”

. Как ни странно, она была не возмущена, а скорее взволнована новостями. Она заявила, что эту историю можно понять как вызов отца властям. Говоря о его “неправильном гении”, она написала матери: “Если он передал мне какую-либо часть этого гения, я хотела бы использовать ее для открытия великих истин и принципов. Я думаю, что он завещал мне выполнить эту задачу. Во мне это чувство сильно, и мне нравится исполнять это завещание”

.  
И опять Ада взялась за изучение математики для того, чтобы обрести равновесие, и попыталась упросить Бэббиджа стать ее учителем. Она пишет: “Мой способ обучения необычен, и я думаю, что только исключительному человеку удастся научить меня”. Не то из-за опиатов, не то из-за ее наследственности, не то из-за того и другого вместе, но она сформировала несколько преувеличенное мнение о своих талантах и начала считать себя гением. В своем письме к Бэббиджу она написала: “Не считайте меня тщеславной... но мне кажется, что я способна продвинуться в этом стремлении так далеко, как захочу. И я спрашиваю себя: если есть настолько определенное желание, можно даже сказать – почти страсть, какая есть у меня для достижения этой цели, не всегда ли это свидетельствует в какой-то степени о природной гениальности”

.  
Бэббидж отклонил просьбу Ады, что было, вероятно, мудрым решением. Это сохранило их дружбу и, что еще более важно, – их сотрудничество. А она смогла вместо него найти первоклассного учителя математики – Огастеса де Моргана,

терпеливого и вежливого человека, который был одним из создателей символической логики. Он выдвинул гипотезу (которую Ада однажды применит и сделает из нее важные выводы), состоявшую в том, что алгебраическое уравнение может применяться не только к числам. Соотношения между символами (например,  $a + b = b + a$ ) могут быть частью логики, которая оперирует нечисловыми объектами.

Ада никогда не была великим математиком, как утверждают ее поклонники, но она была прилежной ученицей и сумела понять основы математического анализа. Обладая художественным восприятием, она любила визуализировать меняющиеся графики и траектории, описываемые уравнениями. Де Морган рекомендовал ей сосредоточиться на правилах решения уравнений, но она охотнее обсуждала основные понятия. Точно так же было и с геометрией: она часто искала визуальные способы решения задач, например, таких как нахождение фигур, на которые делят сферу нарисованные на ней пересекающиеся окружности.

Способность Ады оценить красоту математики – дар, которым многие люди, в том числе и считающие себя интеллектуалами, не обладают. Она поняла, что математика была великолепным – временами даже поэтическим – языком, описывающим гармонию Вселенной. Несмотря на усилия матери, она оставалась дочерью своего отца, и восприятие у нее было поэтическое. Это позволяло ей видеть в уравнении мазок, который наложен на картину физического великолепия природы, точно так же как она могла представить в своем воображении “виноцветное море” или женщину, которая “идет во всей красе, как ночь”. Но в математике она видела еще более глубокую – духовную привлекательность. Математика “представляет собой единственный язык, с помощью которого мы можем адекватно описать важнейшие черты мира природы, – писала она, – и это позволяет нам создать представление об изменении взаимоотношений”, которые происходят в мире. Это “инструмент, с помощью которого слабый человеческий разум лучше всего может понять работу Творца”.

Эта способность применять воображение в научных изысканиях характерна как для эпохи промышленной революции, так и для эры компьютерной революции, для которой Аде суждено было стать иконой. Как она сказала Бэббиджу, она была в состоянии понять связь между поэзией и анализом и в этом превзошла талантом своего отца. Она писала: “Я не верю, что мой отец был (или когда-либо мог бы быть) таким поэтом, каким я буду аналитиком, ибо во мне оба таланта

живут одновременно”

.  
Она сказала своей матери, что ее возобновившиеся занятия математикой развили в ней творческое начало и привели к “невероятному развитию воображения, так что у меня нет никаких сомнений в том, что если я буду продолжать занятия, то в свое время стану поэтом”

. Идея использования воображения, а в особенности применительно к технологии, интриговала ее. “Что такое воображение? – спрашивает она в своем эссе 1841 года. – Это объединяющий дар.

Оно помогает представить вещи, факты, идеи, концепции в новых, оригинальных, бесконечных, всегда меняющихся комбинациях... Это оно проникает в невидимые миры вокруг нас, в миры науки”

.  
К тому времени Ада поверила, что она обладает особенными, даже сверхъестественными способностями, которые, как она выразилась, позволяют “интуитивно воспринимать скрытые вещи”. Ее преувеличенное представление о своих талантах приводило к тому, что она ставила себе цели, необычные для женщины-аристократки и матери в ту раннюю викторианскую эпоху. “Я считаю себя обладательницей уникальной комбинации качеств, соединенных во мне в нужной пропорции и дающих мне преимущество в поисках скрытых свойств природы, – поясняла она в письме к своей матери в 1841 году. – Я могу свести лучи от разных частей Вселенной в один огромный фокус”

.  
Как раз в это время и в таком настроении она решила снова начать сотрудничать с Чарльзом Бэббиджем, на приемах у которого она впервые побывала восемь лет назад.

## Чарльз Бэббидж и его машины

С раннего возраста Чарльз Бэббидж интересовался машинами, которые могли бы решать задачи, поставленные человеком. Когда он был ребенком, мать водила его на разные выставки и в музеи, во множестве открывавшиеся в Лондоне в начале 1800-х годов. Когда они пришли в один из музеев[4 - Механический музей изобретателя Джона Мерлина. Мерлин – в британских легендах волшебник и мудрец.] на Ганноверской площади, владелец музея с говорящей фамилией Мерлин пригласил его на чердак в мастерскую, где хранилось множество механических кукол, называемых “автоматами”. Одна из кукол – серебряная танцовщица около фута высотой – плавно двигала руками, в которых держала птицу, и та могла вилять хвостом, махать крыльями и открывать клюв. Способность Серебряной леди демонстрировать чувства и характер покорили воображение мальчика. Он вспоминал: “Ее взгляд был совершенно осмысленным”. Годы спустя он обнаружил Серебряную леди на каком-то аукционе по банкротству и купил ее. Она развлекала гостей на его вечерних салонах, где он демонстрировал чудеса техники.

В Кембридже Бэббидж подружился с несколькими сокурсниками, в том числе с Джоном Гершелем и Джорджем Пикоком, и их объединяло разочарование в том, как их учат математике. Они организовали клуб, назвали его Аналитическим обществом, которое поставило целью убедить университет отказаться от системы обозначений, введенных выпускником Кембриджа Ньютоном, в которой производные обозначались точками над функциями, и заменить их обозначениями, придуманными Лейбницем (в которых используются символы  $dx$  и  $dy$ , представляющие собой бесконечно малые приращения), получившими название  $d$ -обозначений. Бэббидж назвал свой манифест “Принципы чистого  $D$ -изма как лекарство от университетского старческого слабоумия”

. Он был человеком язвительным и обладал хорошим чувством юмора.

Однажды Бэббидж сидел в комнате Аналитического общества и работал с таблицами логарифмов, в которых было полно несоответствий. Гершель спросил его, о чем он думает, и Бэббидж ответил: “Я хотел бы попросить Бога, чтобы эти расчеты можно было выполнить с помощью пара”. На эту идею (составления таблиц логарифмов с помощью механического метода) Гершель ответил: “Что

же, это вполне возможно”

. В 1821 году Бэббидж задумался над созданием такой машины.

На протяжении ряда лет многие изобретатели возились над созданием вычисляющих машин. Еще в 1640-е годы французский математик и философ Блез Паскаль, чтобы облегчить тяжелую работу своего отца – налогового инспектора, сконструировал механический калькулятор. Он состоял из связанных друг с другом металлических колесиков со спицами и цифрами от 0 до 9, расположенными по окружности. Чтобы сложить или вычесть числа, оператор сначала набирал первое число, поворачивая колесики чем-то вроде стилуса примерно так, как это делалось в дисковом телефоне, затем набиралось следующее число. При повороте большем, чем на цифру 9, 1 переносилась в следующее колесико при сложении, а при вычитании, соответственно, 1 забиралась из соседнего колесика. Этот калькулятор стал первым запатентованным и коммерчески реализованным счетным устройством.

Тридцать лет спустя немецкий математик и философ Готфрид Лейбниц попытался усовершенствовать хитроумное изобретение Паскаля, введя в него ступенчатый вычислитель, с помощью которого можно было умножать и делить. “Калькулятор Лейбница” представлял собой вращающийся с помощью ручки цилиндр с зубчиками, которые сцеплялись с зубчиками счетных колесиков. Но Лейбниц столкнулся с проблемой, которая будет постоянно возникать у изобретателей в цифровую эпоху. В отличие от Паскаля, искусного инженера, которому удавалось сочетать гениальность теоретика с талантами изобретателя-механика, Лейбниц не имел навыков инженерного дела, и в его окружении людей с подобными навыками не было. Таким образом, как и многие великие теоретики, у которых не было среди коллег хороших инженеров, он так и не смог создать надежно работающее устройство. Тем не менее его основная концепция устройства, названного “шагающим цилиндром” или “калькулятором Лейбница”, повлияла на конструкцию калькуляторов, создаваемых и во времена Бэббиджа.

Бэббидж знал про устройства Паскаля и Лейбница, но попытался сделать нечто более сложное. Он хотел построить механическую машину для расчетов логарифмов, синусов, косинусов и тангенсов[5 - В частности, он хотел использовать метод разделенных разностей для максимально точной аппроксимации логарифмических и тригонометрических функций. – Прим.

автора.]. Для этого он позаимствовал идею французского математика Гаспара де Прони, которую тот выдвинул в 1790-е годы. Для того чтобы составить логарифмические и тригонометрические таблицы, де Прони разбил операции на очень простые шаги, на каждом из которых выполняется только сложение и вычитание. Потом он написал простые инструкции десяткам людей, которые мало что понимали в математике, но могли выполнять эти простые задания, а затем передавали свои результаты следующей группе расчетчиков. Другими словами, он создал сборочный расчетный конвейер – великую инновацию времен промышленной революции, которая была так незабываемо описана и проанализирована Адамом Смитом в его труде о разделении труда на фабрике по производству булавок. После поездки в Париж, где он услышал про метод де Прони, Бэббидж написал: “Я понял вдруг, как применить тот же метод к огромной работе, которой я был завален, и рассчитывать логарифмы по той же схеме, что и производство булавок”

Бэббидж понял, что даже сложные математические задачи могут быть разбиты на шаги, которые бы свелись к расчету “конечных разностей” с помощью простых операций сложения и вычитания. Например, для того чтобы определить значения квадратов последовательных чисел в 1

, 2

, 3

, 4

и так далее, нужно выписать начальные числа в этой последовательности: 1, 4, 9, 16... и сформировать из них столбец А. В соседнем столбце В можно выписать разницу между последовательными числами из столбца А, то есть в данном случае это последовательность чисел 3, 5, 7, 9... В столбец С вносятся разности между последовательными числами столбца В, которые равны 2, 2, 2, 2. После того как процесс был разбит на такие шаги, его можно было развернуть в обратную сторону (то есть по известным постоянным третьим разностям



восстанавливать квадраты чисел) и отдать решать задачу не обученным математике расчетчикам. Один из них должен отвечать за добавления двойки к последнему числу из столбца В, а затем передавать этот результат другому, который будет добавлять этот результат к последнему числу из столбца А, получая таким образом следующее значение в последовательности квадратов чисел.

Бэббидж разработал способ автоматизации этого процесса и назвал изобретенное им устройство разностной машиной. Она могла просчитать любую функцию, выраженную в виде многочлена, и давала численный метод аппроксимации решения дифференциальных уравнений.

Как она работала? Разностная машина использовала вертикальные валики с дисками, которые могли поворачиваться на угол, соответствующий любой цифре. Они были связаны с зубчиками шестеренки, которые можно было повернуть рукояткой для того, чтобы сложить это число с числом, набранным на диске соседнего валика (или вычесть его). Машина могла даже “сохранять” промежуточные результаты на еще одном валике. Главная сложность состояла в том, как “перенести” единицу на следующий разряд или “позаимствовать” у него в случае необходимости, как это делаем мы, когда на бумаге с помощью карандаша вычисляем сумму типа  $36+19$  или разность  $42-17$ . Опираясь на устройства Паскаля, Бэббидж придумал несколько хитроумных приспособлений, которые позволили шестеренкам и валикам выполнять вычисления.

Машина должна была стать настоящим чудом. Бэббидж даже придумал, как заставить ее составить таблицу простых чисел от 0 до 10 миллионов. На британское правительство это произвело впечатление, по крайней мере вначале. В 1823 году оно предоставило Бэббиджу стартовый капитал в размере 1700 фунтов, но за десятилетие, в течение которого продолжались попытки построить машину, он потратил более 17 тысяч фунтов – в два раза больше стоимости военного корабля. Проект столкнулся с двумя проблемами. Во-первых, Бэббидж и нанятый им инженер не имели достаточной квалификации, чтобы заставить устройство работать. Во-вторых, к этому времени он уже придумал нечто лучшее.

Новой идеей Бэббиджа, возникшей у него в 1834 году, был проект счетной машины общего назначения, которая могла бы выполнять множество различных операций по инструкциям, задаваемых ей программным образом. Она могла бы выполнять одну задачу, а затем переключаться на другую. Бэббидж объяснил,

что она могла даже сама задать себе команду поменять задачу или изменить свой “алгоритм действий”, исходя из ее собственных промежуточных расчетов. Бэббидж назвал эту свою концепцию “аналитической машиной”. Он опередил свое время на сто лет.

Вверху: Копия аналитической машины

Слева: Копия разностной машины

Вытканый на станке Жаккарда портрет Жозефа-Мари Жаккарда

Ткацкий станок Жаккарда

Аналитическая машина была порождена тем, что Ада Лавлейс в своем эссе о воображении назвала “объединяющим даром”. Бэббидж собрал все инновации, которые к тому времени появились в других областях, – прием, используемый многими великими изобретателями. Первоначально он использовал металлический барабан, который был усеян шипами для контроля за поворотом валика. Но потом он, как и Ада, внимательно изучил конструкцию автоматического ткацкого станка, изобретенного в 1801 году французом по имени Жозеф-Мари Жаккард, совершившим переворот в шелкоткацкой промышленности. На этих станках рисунок на ткани создавался за счет использования крючков, которые поднимали определенные нити основы, а затем стержень заталкивал уточную нить под основную. Для управления этим

процессом Жаккард изобрел метод использования карт с пробитыми в них отверстиями. Положение отверстий определяло, какие крючки и стержни должны менять местами нити основы и утка при каждом шаге плетения, таким образом автоматически создавались замысловатые узоры. Для каждого прохождения челнока, протягивающего нить, использовалась новая перфокарта.

30 июня 1836 года Бэббидж сделал запись в блокноте, названном им “Небрежные заметки”, которая знаменует собой важную веху в истории компьютеров: “Предложил ткацкий станок Жаккарда в качестве замены барабанов”

. Использование перфокарт вместо стальных барабанов означало, что в машину может быть введено неограниченное количество инструкций. Кроме того, при таком подходе последовательность задач можно было менять, в результате чего стало легче сконструировать машину общего назначения, которая была бы и универсальной, и перепрограммируемой.

Бэббидж купил тканый портрет Жаккарда и начал демонстрировать его на своих салонах. На портрете был изображен изобретатель, сидящий в кресле на фоне своего ткацкого станка, держащий кронциркуль, приложенный к прямоугольным перфокартам. Бэббидж озадачивал своих гостей, предлагая им догадаться, из чего он сделан. Большинство гостей думало, что это великолепно выполненная гравюра. Тогда он показывал, что в действительности это был тончайший шелковый гобелен с двадцатью четырьмя тысячами рядов нитей, каждый из которых управлялся своей перфокартой. Когда супруг королевы Виктории принц Альберт пришел на один из приемов Бэббиджа и спросил хозяина, чем гобелен интересен, Бэббидж ответил: “Он очень помогает мне объяснить принцип моего вычислительного устройства – аналитической машины”

Однако мало кто оценил красоту предлагаемой новой машины Бэббиджа, и британское правительство не проявило никакого желания финансировать ее изготовление. Бэббидж, как ни старался, не смог привлечь к своему изобретению внимания ни в популярной прессе, ни в научных журналах.

Но одного сторонника он нашел. Ада Лавлейс оценила идею универсальной машины в полной мере. Что еще более важно, она смогла представить в своем воображении такое ее свойство, которое могло бы сделать машину истинным чудом: по идее, она могла бы оперировать не только цифрами, но и любыми символами, включая, например, музыкальные ноты и цвета на картине. Ада разглядела поэзию в этой идее и задалась целью убедить в этом других.

Она забросала Бэббиджа письмами, причем некоторые из них были довольно нахальными, ведь он был на двадцать четыре года старше ее. В одном она описала игру для одного участника, в которой используется двадцать шесть шариков, а цель – заставить их так прыгать, чтобы остался только один шарик. Она не только освоила игру, но попыталась вывести “математическую формулу... которая описывает решение и которую можно переложить на язык символов”. И дальше она спросила: “Не слишком ли у меня, на ваш взгляд, разыгралось воображение? Мне кажется, что нет”

Она решила начать сотрудничать с Бэббиджем как партнер, помочь ему рекламировать аналитическую машину и попытаться получить поддержку для ее строительства. “Я очень хотела бы поговорить с вами, – писала она в начале 1841 года, – и намекну вам, о чем. Мне кажется, что в какой-то момент в будущем моя голова может быть полезной для некоторых ваших целей и планов. Если это так, если я когда-нибудь смогу быть достойной или полезной вам, моя голова к вашим услугам”

Год спустя для этого представилась уникальная возможность.

Примечания леди Лавлейс

Пытаясь найти финансирование для своей аналитической машины, Бэббидж принял приглашение выступить на съезде итальянских ученых в Турине.

Молодой военный инженер, капитан Луиджи Менабреа, который позже стал премьер-министром Италии, законспектировал его доклад. С помощью Бэббиджа Менабреа в октябре 1842 года опубликовал подробное описание машины по-французски.

Один из друзей Ады предложил ей перевести текст Менабреа для Scientific Memoirs – периодического издания научных статей. Это дало бы ей возможность помочь Бэббиджу и продемонстрировать свои таланты. Когда она закончила, она сообщила об этом Бэббиджу, тот и обрадовался, и несколько удивился: “Я спросил ее, почему она сама не написала собственную статью на тему, в которой так хорошо разбиралась”

. Она ответила, что эта мысль не пришла ей в голову. В то время женщины обычно не публиковали научные статьи.

Бэббидж предложил ей сделать некоторые примечания к переводу Менабреа, и она с энтузиазмом взялась за работу. Она начала работать и писать раздел, который она назвала “Примечания переводчика”, что в конечном итоге вылилось в написание текста, содержащего 19 136 слов – больше чем вдвое превышающего оригинальную статью Менабреа. Подписала она свои комментарии инициалами AAL – Августа Ада Лавлейс, ее “Примечания” стали более знаменитыми, чем сама статья, и им суждено было сделать ее знаковой фигурой в истории программирования

Когда она работала над комментариями в своем загородном поместье в графстве Суррей летом 1843 года, они с Бэббиджем обменивались десятками писем, а осенью, после того как она вернулась в свой лондонский дом, у них состоялось множество встреч. Вокруг вопроса о том, сколько в “Примечаниях” содержалось ее собственных мыслей, а сколько – Бэббиджа, периодически возникают академические споры с сексистским уклоном. В своих мемуарах Бэббидж отзывается о ней весьма лестно: “Мы обсуждали вместе, какие иллюстрации можно было бы использовать: я предложил несколько, но ее выбор был совершенно самостоятельным. Так же было и с алгебраическими проблемами, за исключением, конечно, задачи с числами Бернулли, которую я решил, чтобы леди Лавлейс не тратила зря время. Но она послала мне обратно

мое решение для исправления, обнаружив грубую ошибку, которую я сделал в своем решении”

В “Примечаниях” Ада предложила четыре концепции, которые будут активно обсуждаться век спустя, когда наконец появится компьютер. Во-первых, это концепция машины общего назначения, которая могла бы решать не только заданную задачу, но может быть запрограммирована и перепрограммирована на выполнение бесконечного числа и неограниченного круга задач. Другими словами, она нарисовала в своем воображении современный компьютер. Эта концепция описана в ее “Примечании А”, где она подчеркивает разницу между первоначальной разностной машиной Бэббиджа и предложенной им новой аналитической машиной. “Разностная машина была построена для табулирования интеграла от конкретной функции ?

и

= o[6 - ?

и

= o – седьмая разность. В разностной машине предполагалось табулировать многочлены шестой степени, у которых все шестые разности одинаковы, а седьмые, соответственно, нулевые.], – начинает она, пояснив, что все это делалось для составления навигационных таблиц, – Аналитическая же машина, напротив, предназначается не только для расчета одной конкретной функции и никакой другой, но для табулирования любой функции”.

Она написала, что это стало возможным благодаря тому, что в конструкцию машины были “внедрены принципы, которые Жаккард разработал, чтобы ткать парчовые ткани с самыми сложными узорами, а именно – управление рисунком с помощью перфокарт”. Ада поняла значение этого даже лучше, чем Бэббидж. Это означало, что машина может быть подобна компьютеру, который мы сейчас воспринимаем как данность, то есть может быть машиной, которая не просто

выполняет конкретную арифметическую задачу, а является машиной общего назначения. Она объясняет: “Мы вышли за границы арифметики в тот момент, когда возникла идея применения карт. Аналитическая машина выбивается из ряда простых «расчетных машин». Она занимает совершенно отдельную позицию. Сконструировав устройство, оперирующее общими символами, которые могут образовывать неограниченное количество комбинаций, мы установили связь между операциями с материальными объектами и абстрактными мыслительными процессами”

Эти предложения звучат несколько экзальтированно, но их стоит прочитать внимательно. Они передают сущность современных компьютеров. И Ада изложила свою мысль поэтическим слогом: “Аналитическая машина плетет алгебраические узоры так же, как ткацкий станок Жаккарда тклет цветы и листья”. Когда Бэббидж прочитал “Примечание А”, он пришел в восхищение, не внес никаких изменений в текст и написал ей: “Умоляю вас ничего не менять в нем.

Второе примечание Ады возникло из описания общего назначения машины. Она поняла, что ее функции не должны ограничиваться математикой и числами. Обратившись к обобщению де Морганом алгебры на формальную логику, она заметила, что такое устройство, как аналитическая машина, может хранить, управлять, обрабатывать и работать с некоторыми нечисловыми объектами, которые могут быть выражены в символах: словами, логическими операторами, музыкальными звуками и любыми другими, которые мы смогли бы описать символами.

Чтобы объяснить эту идею, она точно определила понятие операции: “Желательно пояснить, что под словом «операция» мы понимаем любой процесс, который изменяет взаимное отношение двух или более вещей, каким бы это отношение ни было”. Операция такой машины, отметила она, может изменить отношение не только между числами, но и между любыми символами, которые логически связаны между собой. “Она может манипулировать другими объектами, а не только числами, если найти объекты, фундаментальные соотношения между которыми могут быть выражены с помощью операций, описываемых абстрактной наукой”. Аналитическая машина теоретически может даже выполнять операции с музыкальными звуками: “Допустим, например, что

фундаментальные соотношения высоты звуков в науке о гармонии и музыкальной композиции возможно описать с помощью символов, тогда машина может составить искусственное музыкальное произведение любой степени сложности". Это была Адина концепция "поэтической науки" в чистом виде – искусное и научно обоснованное музыкальное произведение, составленное машиной! Ее отец от такой идеи содрогнулся бы.

Эта концепция станет основной для цифровой эпохи: любой фрагмент контента, данных или информации: музыка, текст, изображения, числа, символы, звуки, видеоконтент – все это может быть записано в цифровом виде, и машина может этими символами манипулировать. Даже Бэббидж не смог понять это в полной мере – он ограничился операциями с математическими объектами. Но Ада поняла, что цифры, записанные с помощью шестеренок, могут обозначать и другие объекты, а не только математические величины. По существу она сделала концептуальный рывок, мысленно перейдя от машин, которые были просто калькуляторами, к тем, которые мы теперь называем компьютерами. Дорон Суэйд, занимающийся историей компьютеров и специализирующийся на изучении машин Бэббиджа, считает, что этот концептуальный скачок является одним из главных исторических наследий Ады. Он отметил: "Если мы поищем и внимательно исследуем историю этого концептуального скачка, то увидим, что именно Ада в своей публикации 1843 года совершила его"

Третий вклад Ады состоял в том, что в своем заключительном "Примечании G" она подробно, шаг за шагом объяснила, как работает то, что мы сейчас называем компьютерной программой или алгоритмом. Для примера она написала программу вычисления чисел Бернулли[7 - Названы в честь швейцарского математика XVII века Якоба Бернулли, который изучал суммы одинаковых степеней натуральных чисел. Числа Бернулли играют важную роль в теории чисел, математическом анализе и дифференциальной топологии. – Прим. автора.] – чрезвычайно сложно устроенного бесконечного ряда чисел, которые в том или ином виде играют важную роль в теории чисел.

Чтобы показать, как аналитическая машина могла генерировать числа Бернулли, Ада описала последовательность операций, а затем составила диаграмму, показывающую, как каждая из них может быть закодирована в машине. Попутно она помогла разработать концепцию подпрограмм (последовательности



инструкций, которые выполняют определенную задачу, например вычисление косинуса или сложных процентов, и которые могут по мере необходимости вставляться в более крупные программы), а также рекурсивных вложенных циклов (последовательности повторяющихся инструкций)[8 - Пример Ады содержал табулирование многочленов с использованием в качестве подпрограммы разностных методов, для которых потребовалась структура вложенных циклов с изменяющимся диапазоном внутреннего цикла. - Прим. автора.]. Это стало возможным сделать благодаря применению перфокарт. Для определения каждого числа Бернулли, как она объяснила, необходимо семьдесят пять карт, затем процесс становится итерационным, поскольку это число отправляется обратно и используется в процессе уже для получения следующего числа. Она пишет: “Очевидно, что те же самые семьдесят пять переменных карт могут быть использованы для вычисления каждого последующего числа”. Она предвидела, что будет создана библиотека часто используемых подпрограмм, и действительно, спустя столетие ее интеллектуальные наследники, в том числе такие женщины, как Грейс Хоппер из Гарварда, а также Кей Макналти и Джин Дженнингс из Пенсильванского университета, создадут такую библиотеку. Кроме того, машина Бэббиджа позволяла переходить туда и обратно внутри последовательности команд на картах в зависимости от полученных промежуточных результатов, и таким образом появилось то, что в будущем станет операцией условного перехода – когда тот или иной тип инструкций выбирается в зависимости от условий.

Бэббидж помогал Аде с расчетами чисел Бернулли, но из ее писем видно, что она сама глубоко погрузилась в сущность задачи. “Я упорно ищу и тщательно анализирую все возможные способы вычисления чисел Бернулли, – писала она в июле, всего за несколько недель до того, как ее перевод и примечания были посланы в печать. – Я в таком смятении из-за того, что возникло такое странное затруднение и разочарование с этими числами, что я сегодня не могу ничего делать... Я в оцепенении и растерянности”

Когда эта проблема была решена, Ада сделала еще одну вещь, и она была в первую очередь ее собственным достижением, – составила таблицу и диаграмму, показывающую, как именно алгоритм, включающий два рекурсивных цикла, пошагово будет передаваться в компьютер. Это был пронумерованный список команд кодирования, который содержал указание регистров назначения, операции и комментарии – все, что сегодня знакомо любому работающему с

языком C++. “Я работала непрерывно и очень успешно в течение всего дня, – написала она Бэббиджу. – Вы будете чрезвычайно довольны таблицей и диаграммой. Они были сделаны с особой тщательностью”. Из всех писем видно, что она сделала таблицу сама – помощь приходила только от ее мужа, не знавшего математики, но готового методично обводить чернилами текст, который она писала карандашом. “Лорд Л. сейчас любезно переписывает чернилами все это для меня, – писала она Бэббиджу. – Мне пришлось делать это карандашом”

Главным образом из-за этой диаграммы, на которой был представлен сложный процесс генерации чисел Бернулли, Ада получила от своих почитателей звание “первого в мире компьютерного программиста”. С этим определением довольно трудно согласиться. Бэббидж уже разработал, по крайней мере в теории, более двадцати обоснований процессов, которые машина могла со временем выполнить. Но ни одно из них не было опубликовано, и не существовало ясного описания способа установления последовательности операций. Таким образом, было бы справедливо сказать, что алгоритм и детальное описание программы для генерации чисел Бернулли были первой опубликованной компьютерной программой. И эта публикация была подписана инициалами автора – Ады Лавлейс.

В ее “Примечаниях” содержалась еще одна важная концепция, которая возвращает нас к истории Франкенштейна, сочиненной Мэри Шелли во время выходных, проведенных с лордом Байроном. В ее истории был затронут самый волнующий метафизический вопрос, касающийся компьютеров, актуальный до сих пор, а именно – вопрос об искусственном интеллекте, точнее о том, может ли машина мыслить.

Ада в это не верила. Машины, например машины Бэббиджа, могут выполнять операции в соответствии с инструкциями, считала она, но они не могут самостоятельно выдвигать идеи или иметь намерения. “Аналитическая машина не претендует на создание чего-то своего, – писала она в своих «Примечаниях», – она может выполнить любую команду, которую мы сумеем задать. Она может провести анализ, но от нее никак нельзя ожидать вывода каких-либо аналитических соотношений или установления законов”. Столетие спустя один из создателей первых компьютеров – Алан Тьюринг – назвал это

утверждение “Возражением леди Лавлейс” (см. главу 3).

Ада хотела, чтобы ее работа рассматривалась как серьезный научный труд, а не просто как реклама машины, и в предисловии к своим “Примечаниям” она объявила, что не будет “высказывать никакого мнения” по поводу нежелания правительства продолжить финансирование создания машины Бэббиджа. Это не понравилось Бэббиджу, который продолжал атаковать правительство просьбами. Он хотел, чтобы Ада включила в свои “Примечания” рекомендацию доделать машину, не ссылаясь на него. Она отказалась. Она не хотела, чтобы ее работа была скомпрометирована.

Не предупредив ее, Бэббидж послал свои предложения как дополнение к “Примечаниям” прямо в Scientific Memoirs. Но редакторы решили, что оно должно быть напечатано отдельно, и предложили ему “мужественно” подписаться своим именем. Бэббидж умел очаровывать людей, когда хотел, но он мог быть и капризным, упрямым и дерзким, как и большинство изобретателей. Предложение привело его в бешенство, и он написал Аде и попросил отозвать свою работу. Теперь настал ее черед рассердиться. Используя форму обращения, обычно принятую между друзьями мужского пола, она написала: “Дорогой мой Бэббидж, снятие перевода и «Примечаний» было бы бесчестным и не имеющим оправданий поступком”. Закончила она свое письмо словами: “Будьте уверены, что я – ваш лучший друг, но я никогда не смогу и не буду поддерживать вас в действиях, основанных на принципах, которые считаю не только неправильными, но и самоубийственными”

Бэббидж отступил и согласился, чтобы его текст был опубликован отдельно и в другом журнале. В тот же день Ада написала письмо матери, жалуясь на него:

“Я подверглась со стороны г-на Бэббиджа оскорблениям и давлению в самой обескураживающей манере... Я с сожалением пришла к выводу, что он является одним из самых непрактичных, эгоистичных и несдержанных людей, с которыми приходится иметь дело.

Я сразу заявила Бэббиджу, что никакая сила не заставит меня втянуться в какую-либо ссору, затеянную им, или стать чем-то вроде его рупора. Он пришел в ярость. Я невозмутима и спокойна”

Ада откликнулась странным исступленным шестнадцатистраничным письмом Бэббиджу, демонстрирующим резкие перепады ее настроения, экзальтацию, склонность к галлюцинациям и страстность натуры. Она уговаривала и ругала его, хвалила и бичевала. В частности, она противопоставила свои принципы принципам Бэббиджа. “Мой собственный бескомпромиссный принцип состоит в стремлении к истине и любви к Богу, которые я ставлю выше славы и известности, – утверждала она. – Вы тоже любите истину и Бога, но славу и почести – еще больше”. Она заявила, что видит свое предназначение в прославлении Природы: “Я хочу использовать свои способности для того, чтобы понять и истолковать замыслы Всевышнего и его законы... Я бы не испытывала ни малейшего триумфа, даже если бы могла быть одним из Его самых выдающихся пророков”

Покончив с определениями, она предложила ему сделку: они должны организовать совместный бизнес и политическое сотрудничество. Она использует свои связи и дар письменного убеждения для помощи в строительстве его аналитической машины, если – и только если – он отдаст ей контроль над бизнес-решениями. “Я даю вам право выбора и предлагаю свою помощь и свой интеллект, – написала она, – не отвергайте их с ходу”. Письмо отчасти напоминает протокол о намерениях при внесении венчурного капитала или брачный договор, дополненный схемой урегулирования разногласий. Она заявила: “Вы обязуетесь считаться с моими предложениями (или предложениями какого-либо лица, которое вы сейчас можете назвать в качестве третейского судьи в тех случаях, когда наши мнения не будут совпадать) по всем практическим вопросам”. В свою очередь она пообещала, что она “в течение года или двух будет честно представлять все достойные и подробно разработанные предложения по конструированию его машины”

Письмо показалось бы удивительным, если бы оно не было похоже на множество других писем, которые она написала. Это было примером того, как ее

грандиозные амбиции иногда брали верх над ней. Тем не менее она заслуживает уважения как человек, поднявшийся над представлениями ее окружения о том, как должна себя вести женщина, и не поддавшийся семейным проклятьям. Она посвятила себя регулярным занятиям и решению сложных математических проблем, которые большинство из нас не способно решить и не будет даже пытаться. (Одни числа Бернулли многие из нас не осилили бы.) Ее самые впечатляющие математические результаты и основные творческие идеи пришлись на время, когда разыгрывалась драма Медоры Ли, а кроме того, тогда же усилились приступы ее болезни, которые могли вызвать зависимость от опиатов, и это усилило перепады ее настроения. Она объяснила в конце своего письма Бэббиджу: “Мой дорогой друг, если бы вы знали, какие грустные и ужасные события мне пришлось пережить, о которых вы и не подозреваете, вы бы поняли, что некоторая резкость с моей стороны объясняется настроением”. Затем, после небольшого отступления, в котором она поднимает небольшой вопрос об использовании вычисления конечных разностей для расчета чисел Бернулли, она извинилась за то, что “это письмо, к сожалению, получилось грубоватым”, и жалобно спросила: “Интересно, решитесь ли вы оставить леди Фею на вашей службе”

Ада была убеждена, что Бэббидж примет ее предложение стать партнерами по бизнесу. “Он очень хорошо понимает, какое преимущество сулит ему мое перо, служащее его целям, поэтому он, вероятно, согласится, хотя за это я требую очень больших уступок, – написала она матери, – если он даст свое согласие на то, что я предлагаю, мне, вероятно, придется оградить его от всяческих волнений и довести его машину до товарного вида”

Бэббидж, однако, решил, что разумнее отказаться. Он нанес визит Аде и “отказался от всех условий”

Несмотря на то, что они никогда больше не сотрудничали в научных вопросах, их отношения сохранились. На следующей неделе она написала матери: “Мне кажется, что мы с Бэббиджем теперь больше друзья, чем когда-либо”

. Бэббидж принял ее приглашение навестить ее в загородном доме в следующем месяце и послал ей вежливое письмо, в котором называл ее “заклинательницей чисел” и “моим дорогим и восхитительным переводчиком”.

В том же месяце, в сентябре 1843 года, ее перевод и “Примечания” наконец появились в *Scientific Memoirs*. Какое-то время она наслаждалась признанием друзей и надеялась, что ее, как и ее наставницу Мэри Сомервиль, будут серьезно воспринимать в научных и литературных кругах. Публикация дала ей, наконец, почувствовать себя “совершенно профессионально состоявшимся человеком”. Она написала своему адвокату: “Я стала профессионалом, таким же, как и вы”

Но этим и закончилась ее научная карьера. Бэббидж не получил дополнительное финансирование для создания своих машин, они так никогда и не были построены, и он умер в нищете. Что касается леди Лавлейс, она никогда больше не опубликовала ни одной научной работы. Ее жизнь с этого момента пошла по спирали вниз, и она пристрастилась к азартным играм и опиатам. Она завела роман с партнером по играм, который затем шантажировал ее, и ей пришлось закладывать свои фамильные драгоценности. В последний год своей жизни она боролась с раком матки, сопровождавшимся постоянными кровотечениями и нарастающими болями. Она умерла в 1852 году в возрасте тридцати шести лет и была похоронена в соответствии с одним из последних ее желаний на деревенском кладбище рядом с могилой отца – поэта, которого она никогда не знала и который умер в том же возрасте.

Промышленная революция основывалась на двух глубоких и простых великих концепциях. Изобретатели, во-первых, придумали способы упростить усилия, разбивая их на небольшие простые операции, которые могли быть выполнены на сборочных линиях. Во-вторых, изобретатели нашли способы автоматизировать эти операции с тем, чтобы они могли выполняться с помощью машин, многие из которых работали на паровых двигателях. Бэббидж, опираясь на идеи Паскаля и Лейбница, пытался применить эти две концепции к процессу вычислений, создав прототип механического предшественника современного компьютера. Его наиболее значительный концептуальный прорыв состоял в том, что он придумал машины, которые были предназначены для выполнения не только одной специальной задачи, а могли быть запрограммированы и перепрограммированы

посредством использования перфокарт для решения разных задач. Ада увидела красоту и значительность в этой захватывающей идее, но сама выдвинула еще более смелое предположение, вытекающее из идеи Бэббиджа: такие машины могли бы работать не только с цифрами, но и со всеми объектами, поддающимися отображению символами.

Со временем Ада Лавлейс стала иконой для феминисток и получила звание первого программиста. Министерство обороны США даже назвало объектно ориентированный язык программирования высокого уровня Ada. Но ее оппоненты считали ее ветреной, склонной к галлюцинациям и внесшей лишь незначительный вклад в “Примечания”, которые она подписала своими инициалами. По поводу аналитической машины она как-то сказала в “Примечаниях”: “При рассмотрении любого нового предмета мы склонны сначала переоценивать то, что мы находим интересным или примечательным, а потом (и это является своего рода естественной реакцией) недооценивать истинное положение дел”. Эти слова могут быть отнесены и к ее противоречивой репутации.

На самом деле вклад Ады был и важным, и вдохновляющим. Она оказалась проницательнее и Бэббиджа, и всех других людей ее эпохи и сумела заглянуть в будущее, в котором машины станут партнерами человеческого интеллекта, и тогда совместными усилиями они смогут ткать гобелены, такие же красивые, как на ткацком станке Жаккарда. Ее поэтическая наука помогла ей оценить по достоинству идею счетной машины Бэббиджа, чего не смогла сделать научная элита того времени. Она, кроме того, поняла, как вычислительную способность такого устройства можно использовать для работы с разнообразной информацией. Таким образом, Ада, она же графиня Лавлейс, была среди тех, кто посеял семена цифровой эры, взошедшие сто лет спустя.

Вверху: Вэнивар Буш (1890–1974) со своим дифференциальным анализатором в МТИ

Слева: Алан Тьюринг (1912–1954) в школе Шерборна, 1928 г.

Клод Шэннон (1916–2001), 1951 г.

## Глава 2

### Компьютер

Чаще всего инновации возникают при синхронизации идей и технологий. А это значит, что: глубокие идеи приходят как раз тогда, когда уже появились технологии, с помощью которых эти идеи могут быть реализованы. Например, мысль отправить человека на Луну возникла ровно в тот момент, когда научились делать микрочипы, которые позволили устанавливать компьютерные системы наведения в головную часть ракеты. Есть и противоположные примеры, когда идея возникала несвоевременно. Чарльз Бэббидж опубликовал статью о компьютере, устроенном сложнейшим образом, в 1837 году, но потребовалось еще сто лет, в течение которых появились необходимые для его создания десятки новых технологических усовершенствований, прежде чем первый такой компьютер появился на свет.

Некоторые из этих усовершенствований кажутся почти тривиальными, но прогресс движется не только большими скачками, но и сотнями мелких шажков. Взять, например, перфокарты, которые Бэббидж увидел на станках Жаккарда и намеревался использовать в своей аналитической машине. Активное использование перфокарт в компьютерах началось из-за того, что Герман Холлерит – сотрудник Бюро по переписи населения США – пришел в ужас от того, что результаты переписи 1880 года пересчитывались вручную в течение примерно восьми лет. И тогда он принял решение автоматизировать подсчет результатов следующей переписи 1890 года.



Опираясь на опыт проводников в поездах, пробивающих отверстия в различных местах билета, отвечающих за определенные характерные черты каждого пассажира (пол, приблизительный рост, возраст, цвет волос), Холлерит разработал перфокарты с двенадцатью рядами и двадцатью четырьмя столбцами, в которых записывались основные признаки каждого переписываемого человека. Карты укладывались между матрицей из ртутных чашек и набором иголок на пружинках, и там, где было отверстие, иголки опускались в чашки, замыкая электрическую цепь. Машина могла высчитывать не только общие итоговые показатели, но и количество людей с определенной комбинацией признаков, например женатых мужчин или женщин, родившихся за границей. Благодаря табуляторам Холлерита, обработка переписи 1890 года была завершена в течение одного года. Это был первый крупный случай использования электросхем для обработки информации, а компания, основанная Холлеритом, после серии слияний и поглощений стала в 1924 году называться корпорацией International Business Machines или IBM.

Иногда инновации рассматривают как накопление сотен маленьких достижений, таких как счетчики и устройства считывания перфокарт. В таких местах, как IBM, которые нацелены на повседневные улучшения, производимые командой инженеров, лучше всего удается понять, как на самом деле возникают инновации. Некоторые из наиболее важных технологий нашей эры, таких как технология для фрекинга[9 - Технология получения сланцевого газа при помощи гидравлического разрыва пласта.], созданная в последние шесть десятилетий для добычи природного газа, возникли и благодаря бесчисленным мелким инновациям, но также и благодаря нескольким прорывным идеям.

В случае с компьютерами тоже было много сделано подобных мелких шагов, с помощью которых безымянные инженеры из таких фирм, как IBM, продвинули вперед технологию. Но этого было недостаточно. Хотя машины, производимые корпорацией IBM в начале XX века, могли компилировать данные, они не являлись в полном смысле тем, что мы назвали бы компьютером. Они даже не были особо эффективными калькуляторами. Они все-таки были недоделанными устройствами. Кроме сотен мелких достижений, для рождения компьютерной эры потребовалось и несколько крупных прорывов, совершенных гениями-творцами.

Цифровое побеждает аналоговое

Машины, разработанные Холлеритом и Бэббиджем, были цифровыми, а значит, они были рассчитаны на использование цифр – различных дискретных целых чисел, таких как 0, 1, 2, 3. В их машинах сложение и вычитание целых чисел происходило при помощи шестеренок и колесиков, одним поворотом которых вводилась только одна цифра, как в счетчиках. Другой подход к вычислениям состоял в том, чтобы создавать устройства, которые могут имитировать или моделировать физические явления, а потом проводить измерения на аналоговой модели для расчета требуемых результатов. Эти машины стали называться аналоговыми компьютерами, поскольку они работали по аналогии. Для расчетов в аналоговых компьютерах использовались не дискретные числа, а непрерывные функции. В аналоговых вычислительных машинах переменная величина, такая как электрическое напряжение, положение веревки на шкиве, гидравлическое давление или измерение расстояния используется в качестве аналога соответствующих величин в задаче, которую предстоит решить.

Логарифмическая линейка является аналоговым устройством, а счеты – цифровым. Часы со стрелками – аналоговые, а те, в которых на циферблатах отображаются цифры, – цифровые.

Примерно в то время, когда Холлерит строил свой цифровой табулятор, лорд Кельвин и его брат Джеймс Томсон – два самых выдающихся английских ученых – создавали аналоговую машину. Она разрабатывалась для того, чтобы справиться с трудоемкими решениями дифференциальных уравнений, нужных для создания графиков приливов и таблиц углов наводки при стрельбах, которые позволили бы просчитывать различные траектории полета артиллерийских снарядов. Начиная с 1870-х годов братья разрабатывали систему, которая была основана на планиметре – инструменте, который может измерять площадь двумерной фигуры неправильной формы, например площадь фигуры, ограниченной замкнутой кривой, нарисованной на листе бумаги. Для расчета площади нужно вести по контуру кривой устройством, включающим в себя диск, цилиндр и сферу: вращение большого диска передается цилиндру посредством маленькой сферы, прижатой одновременно к его поверхности и к цилиндру [10 - Скорость вращения цилиндра при постоянной скорости вращения диска будет пропорциональна расстоянию центра шара от диска. Если сделать это расстояние пропорциональным значению подынтегральной функции  $y = f(x)$  в данный момент, а угол поворота диска – пропорциональным значению независимой переменной  $dx$ , то угол поворота цилиндра будет пропорционален интегралу от заданной функции.]. Рассчитав площадь под кривой таким образом, можно получить решение уравнения интегрированием, другими словами, выполнить основную задачу исчисления. Кельвин и его брат смогли

использовать этот метод, чтобы создать “синтезатор гармоник”, который мог за четыре часа составить годовой график приливов и отливов. Но им не удалось преодолеть механические трудности и соединить несколько таких устройств, чтобы решать уравнения с большим количеством переменных.

Задача по соединению друг с другом нескольких интеграторов не была решена до 1931 года, когда профессор Массачусетского технологического института Вэнивар (имя Vannivar рифмуется со словом beaver – бобер) Буш (запомните это имя, его носитель является ключевым персонажем этой книги) сумел построить первый в мире аналоговый электромеханический компьютер. Он назвал свою машину дифференциальным анализатором. Она состояла из шести колесно-дисковых интеграторов, не слишком сильно отличавшихся от интеграторов лорда Кельвина, которые были связаны между собой посредством набора шестеренок, шкивов, валов, вращавшихся с помощью электродвигателей. Бушу помогло то, что он работал в Массачусетском технологическом институте, где вокруг было много специалистов, которые умели собирать и вытачивать сложные детали с большой точностью. В окончательном виде машина, которая была размером с небольшую спальню, могла решать уравнения с огромным числом (до восемнадцати) независимых переменных. В течение следующего десятилетия модификации дифференциального анализатора Буша были собраны в США: на Абердинском испытательном полигоне ВМС штата Мэриленд, в электротехнической школе Мура, в Университете Пенсильвании, а также в Манчестерском и Кембриджском университетах в Англии. Они оказались особенно полезными при составлении таблиц для артиллерийских стрельб, но главное – на них воспитывалось и обучалось новое поколение первооткрывателей компьютеров.

Машине Буша, однако, не суждено было стать важным шагом вперед в истории развития компьютеров, поскольку она была аналоговым устройством. На самом деле она оказалась последним образчиком аналогового компьютера, по крайней мере, в течение многих последующих десятилетий других не было предложено.

Новые подходы, технологии и теории начали появляться в 1937 году, ровно через сто лет после того, как Бэббидж впервые опубликовал свою статью об аналитической машине. Этот год стал “годом чудес” для компьютерной эры, и итогом его стало безоговорочное признание четырех основных свойств, в известном смысле взаимосвязанных, которые определили конструкцию современных компьютеров.

**ЦИФРОВОЙ ПОДХОД.** Фундаментальной чертой компьютерной революции было то, что в основу были положены цифровые, а не аналоговые компьютеры. Как мы скоро увидим, это произошло по многим причинам, в том числе из-за почти одновременных прорывов в теоретической логике, схемотехнике и технологии электронных двухпозиционных переключателей (работающих в режимах включить/выключить), что сделало более естественным цифровой, а не аналоговый подход. И только в 2010-х годах ученые-компьютерщики, стремясь промоделировать работу человеческого мозга, опять серьезно задумались о возрождении аналогового принципа работы компьютера.

**БИНАРНОСТЬ.** Мало того, что современные компьютеры стали цифровыми, но цифровая система, которую они используют, это двоичная система, то есть за основание взята двойка, что означает, что используются только цифры 0 и 1, а не все десять цифр нашей обычной десятичной системы. Как и многие математические понятия, двоичная система была впервые разработана Лейбницем в конце XVII века. В 1940-е годы становилось все более очевидным, что для выполнения логических операций с использованием схем, содержащих двухпозиционные переключатели, бинарная система подходила лучше, чем другие цифровые системы, в том числе десятичная.

**ЭЛЕКТРОНИКА.** В середине 1930-х годов британский инженер Томми Флауэрс разработал метод использования электронных ламп в электронных схемах в качестве двухпозиционных переключателей. До тех пор в схемах использовались механические и электромеханические переключатели, такие как пружинные электромагнитные реле, применявшиеся телефонными компаниями. Ранее электронные лампы в основном использовались для усиления сигналов, а не как двухтактные переключатели. При использовании электронных компонентов, таких как электронные лампы, а позже – транзисторов и микросхем, компьютеры могут работать в тысячи раз быстрее, чем машины, в которых имеются движущиеся электромеханические переключатели.

**УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ.** Наконец, машины должны иметь возможность быть программируемыми и перепрограммируемыми для решения различных задач; более того, они должны уметь перепрограммировать сами себя. Они должны выполнять не только один вид математических расчетов, например решать дифференциальные уравнения, но и уметь решать разные другие задачи, а также наряду с числами оперировать множеством других символов, включая слова, музыку, фотографии, и тогда реализовались бы те возможности, которые леди Лавлейс вообразила себе при описании аналитической машины Бэббиджа.

Инновации рождаются, когда проросшие семена падают на благодатную почву. Но огромный успех в развитии компьютеров в 1937 году объяснялся не одной причиной, а комбинацией возможностей, идей и потребностей, возникших одновременно во множестве мест. Как это часто бывает в истории изобретений, особенно относящихся к информационным технологиям, просто настало время и ситуация созрела. Развитие электронных ламп в радиоиндустрии подготовило почву для создания электронных цифровых схем. Это сопровождалось открытиями в области теоретической логики, которые сделали применение этих схем более целесообразным. И, кроме того, приход новых компьютеров ускорил барабанный бой приближающейся войны. Когда страны начали вооружаться в преддверии назревающего конфликта, стало ясно, что вычислительная мощность страны была не менее важна, чем ее огневая мощь. Успехи в разных местах подстегивали друг друга и происходили почти одновременно и стихийно в Гарварде и Массачусетском технологическом институте, в Принстоне и в Bell Labs, в берлинских квартирах и даже, что совсем невероятно, но любопытно, в подвальном помещении города Эймса в штате Айова.

В основе всех этих достижений были некоторые красивые (Ада могла бы назвать их поэтическими) открытия в области математики. Одно из этих открытий привело к формальному понятию “универсального компьютера” – машины общего назначения, которую можно было бы запрограммировать для выполнения любой логической задачи и с помощью которой можно было бы промоделировать поведение любого другого логического устройства. Эта идея возникла как мысленный эксперимент блестящего английского математика, история жизни которого одновременно и воодушевляющая, и трагичная.

Алан Тьюринг

Алан Тьюринг родился в семье, принадлежавшей к захудалому британскому аристократическому роду

, и получил суровое воспитание. Его предку в 1638 году был дарован титул баронета, который унаследовал один из его племянников и его потомки. Но младшим сыновьям, которыми были Тьюринг, его отец и дед, не досталось никакой земли и не так много богатства. Большинство представителей этой ветви рода становились либо священниками, как дедушка Алана, либо шли на

колониальную гражданскую службу, как его отец, бывший мелким администратором в отдаленных районах Индии. Алан был зачат в Чхатрапуре, в Индии, а родился 23 июня 1912 года в Лондоне, где его родители проводили отпуск. Вскоре родители уехали обратно в Индию на несколько лет и передали его и его старшего брата на воспитание в семью отставного армейского полковника и его жены, живших в приморском городке на южном побережье Англии. “Я не детский психолог, – писал позднее его брат Джон, – но я уверен, что это плохо для грудного ребенка, когда его отрывают от родной семьи и помещают в чужую

Когда его мать вернулась в Англию, они с Аланом прожили вместе несколько лет, а затем в тринадцать лет он был отправлен в школу-интернат. Он поехал туда один на велосипеде, и ему потребовалось два дня, чтобы преодолеть более ста километров, отделявшие дом от школы, – его тяга к одиночеству проявилась в любви к длинным пробежкам и езде на велосипеде. Кроме того, в его характере имелась черта, роднившая его со многими другими инноваторами, которая так хорошо была описана его биографом Эндрю Ходжесом: “Алан с трудом учился чувствовать тонкую грань, отделявшую инициативность от неповиновения”

В своих воспоминаниях его мать так описала обожаемого ею сына:

Алан был ширококостным, крепкого телосложения и высокого роста, с квадратной, четко очерченной челюстью и непослушными каштановыми волосами. Его наиболее примечательной особенностью были глубоко посаженные, ясные, голубые глаза. Короткий, слегка вздернутый нос и линия рта, указывающая на чувство юмора, придавали ему юный, а иногда даже детский вид. Настолько, что, когда ему было сильно за тридцать, его временами по ошибке принимали за студента. Он был достаточно неряшлив, что проявлялось в его одежде и привычках. Он обычно носил слишком длинные волосы, на лоб падала челка, которую он откидывал обратно взмахом головы... Он мог быть отрешенным и мечтательным, погруженным в свои мысли, так что

иногда казался нелюдимым. Временами его застенчивость приводила его к крайней бестактности. Он считал, что на самом деле ему очень бы подошла уединенная жизнь в средневековом монастыре

В школе-интернате в Шерборне он понял, что является гомосексуалом. Он увлекся белокурым стройным одноклассником – Кристофером Моркомом, с которым они вместе занимались математикой и обсуждали философские проблемы. Но зимой, еще до того, как Морком успел закончить школу, он умер от туберкулеза. Тьюринг написал матери Моркома: “Я просто боготворил землю, по которой он ступал, и, вынужден признать, не очень пытался это скрыть”

. Из письма Тьюринга к его матери видно, что он пытался утешиться в вере: “Я чувствую, что должен буду опять где-то встретиться с Моркомом, и там нас ожидает работа, которую мы там будем делать вместе, как я надеялся, что мы будем ее делать здесь. Теперь, когда я остался один, мне придется трудиться над этим в одиночку, и я не должен подвести его. Если мне это удастся, когда я присоединюсь к нему там, я окажусь достойнее его общества, чем сейчас”. Но эта трагедия подорвала веру Тьюринга в бога. Оказалось также, что он стал еще большим интровертом, и с тех пор он с трудом вступал в близкие отношения. Директор пансиона сообщил его родителям на Пасху 1927 года: “Нет сомнения, что он не «нормальный» мальчик – не в том смысле, что хуже других, но, вероятно, менее счастливый”

В последний год обучения в Шерборне Тьюринг получил стипендию для учебы в Королевском колледже Кембриджа, куда он поступил в 1931 году и стал там изучать математику. Одной из трех книг, которые он купил на деньги от какой-то премии, была книга “Математические основы квантовой механики” Джона фон Неймана – великолепного математика венгерского происхождения, который первым разработал архитектуру современного компьютера. Тьюринг особенно заинтересовался аппаратом математической статистики, с помощью которой описываются события в квантовой физике на субатомном уровне и согласно которой они являются вероятностными, а не определяются соответствующими

детерминистскими законами. Он считал (по крайней мере, пока был молод), что эта же неопределенность и неоднозначность на субатомном уровне, вероятно, позволяет человеку иметь свободу воли, которая, если это так, отличает его от машин. Другими словами, поскольку события на субатомном уровне не предопределены, не предопределены наши мысли и действия. Он объяснил это в письме к матери Моркома так:

Обычно в науке предполагалось, что, если в любой конкретный момент все о Вселенной известно, мы можем предсказать, что с ней случится в каждый момент в будущем. Это представление возникло из-за очень успешных астрономических предсказаний. Более современная наука, однако, пришла к выводу, что, когда мы имеем дело с атомами и электронами, мы абсолютно не в состоянии знать точное их состояние, поскольку наши инструменты сами делаются из атомов и электронов. Идея о том, что состояние Вселенной возможно в точности узнать, должна действительно нарушаться на малых масштабах. Это означает, что теория, которая утверждает, что, если затмения и подобные им события предопределены, значит, также предопределены и все наши действия, тоже оказывается неправильной. Мы обладаем волей, которая способна определять действие атомов, вероятно, в небольшом участке головного мозга или, возможно, во всем мозгу

Всю остальную жизнь Тьюринга мучил вопрос, есть ли принципиальное отличие в работе человеческого разума и детерминированной машины, и постепенно он пришел к выводу, что различие не такое отчетливое, как он думал.

Еще ему интуитивно казалось, что подобно неопределенности, царящей в субатомном мире, существуют также математические задачи, которые не могут быть механически решены, и им суждено оставаться неразрешенными. В то время математики интенсивно работали над вопросами полноты и непротиворечивости логических систем, отчасти под влиянием Давида Гильберта – геттингенского гения, который, помимо многих других своих достижений, одновременно с Эйнштейном сформулировал общую теорию относительности в математической форме.



На конференции 1928 года Гильберт поставил три фундаментальных вопроса, касающихся любой формальной системы математики: (1) Полон ли набор правил в этой системе, в том смысле, что любое утверждение может быть доказано (или опровергнуто) с помощью правил только одной этой системы? (2) Является ли этот набор непротиворечивым (и значит, никакое утверждение не может быть признано одновременно и верным и ложным)? (3) Существует ли какая-то процедура, с помощью которой можно определить, является ли данное конкретное утверждение доказуемым, или остается возможность того, что некоторым утверждениям (к таким, например, относятся математические загадки, такие как последняя теорема Ферма, гипотеза Гольдбаха или гипотеза Коллатца) суждено оставаться неразрешенными? Гильберт думал, что ответы на первые два вопроса должны быть положительными, а третий считал схоластическим. Он сформулировал это просто: “Нет такого понятия, как неразрешимая задача”.

В течение трех лет математик-логик австрийского происхождения Курт Гёдель (тогда ему было двадцать пять лет, и он жил с матерью в Вене) получил на первые два из этих вопросов неожиданные ответы: “нет” и “нет”. В своей “теореме о неполноте” он доказал, что существуют утверждения, которые не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты. Среди них, если немного упростить, оказались те, которые были сродни таким самореферентным утверждениям, как “это утверждение недоказуемо”. Если утверждение верно, то в нем декларируется, что мы не можем доказать, что оно верно; если оно ложно, это также приводит к логическому противоречию. Это отчасти напоминает древнегреческий “парадокс лжеца”, в котором истинность утверждения “данное утверждение ложно” не может быть определена. (Если утверждение истинно, то оно также и ложно, и наоборот.)

Приводя в качестве примера утверждения, которые не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты, Гёдель показал, что любая формальная система, достаточно мощная, чтобы выражать обычную математику, неполна. Он также сформулировал сопутствующую теорему, которая с определенностью дала отрицательный ответ на второй вопрос Гильберта.

Оставался третий вопрос Гильберта – вопрос о разрешимости, или, как Гильберт назвал его, *Entscheidungsproblem*, “проблема разрешения”. Несмотря на то, что Гёдель привел утверждения, которые не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты, возможно, этот странный класс утверждений можно было бы как-то определить и изолировать, оставив остальную часть системы полной и

непротиворечивой. Для этого нам потребовалось бы найти какой-то метод принятия решения о том, является ли доказуемым данное логическое утверждение. Когда великий профессор из Кембриджа математик Макс Ньюман читал Тьюрингу лекцию, в которой рассказывал о вопросах Гильберта, он сформулировал проблему Entscheidungsproblem в следующем виде: “Существует ли «механический процесс», который можно было бы использовать для определения доказуемости данного логического утверждения”?

Тьюрингу понравилась концепция “механического процесса”. Однажды летом 1935 года он, как обычно, совершал пробежку вдоль реки Или, но километра через три остановился и прилег среди яблонь в Гранчестер-Медоуз, решив обдумать этот вопрос. Он воспринял понятие “механический процесс” в буквальном смысле и попытался придумать механический процесс – воображаемую машину – и применить его к решению данной проблемы

“Логическая вычислительная машина”, которую он придумал (как мысленный эксперимент, а не как настоящую машину, которую нужно создать), была на первый взгляд довольно проста, но теоретически могла выполнять любые математические вычисления. Она состояла из бумажной ленты неограниченной длины, на которой внутри квадратиков содержались символы, в простейшем двоичном примере этими символами могли быть просто единица и пробел. Машина могла бы читать символы на ленте и выполнять определенные действия согласно заданной ей “таблице команд

Таблица команд должна указать машине, что делать при любой конфигурации, в которой она оказалась, и в зависимости от того, какой символ, если таковые имеются, она обнаружила в соответствующем квадрате. Например, таблица команд для конкретной задачи может состоять в том, что если машина была в конфигурации 1 и увидела 1 в квадрате таблицы команд, то она должна передвинуться на одну клетку вправо и перейти в конфигурацию 2. Довольно удивительно для нас, но, видимо, не для Тьюринга, что такая машина, если ей задать надлежащую таблицу инструкций, может решать любые математические задачи независимо от того, насколько они сложны.

Как может эта воображаемая машина ответить на третий вопрос Гильберта, то есть на проблему разрешения? Тьюринг подошел к проблеме, уточнив концепцию “вычислимых чисел”. Любое действительное число, которое определено с помощью математического правила, можно найти с помощью логической вычислительной машины. Даже иррациональное число, например, можно вычислять с бесконечной точностью, используя конечную таблицу команд. Таким же образом можно рассчитать логарифм 7, квадратный корень из 2, или последовательность чисел Бернулли (в составлении алгоритма вычисления которых участвовала Ада Лавлейс), или любое другое число или ряд, независимо от того, насколько сложно их вычислять, лишь бы эти вычисления задавались конечным числом правил. Все они были в терминологии Тьюринга “вычислимыми числами”.

Тьюринг продвинулся дальше и показал, что невычислимые числа также существуют. Это было связано с проблемой, которую он назвал “проблемой остановки”. Как он показал, никаким методом заранее нельзя определить, приведет ли любая заданная таблица инструкций в сочетании с любым заданным набором исходных данных к тому, что машина найдет ответ, или же она войдет в вычисление некоторых циклов и будет продолжать пытать бесконечно долго, так и не получив ответа. Неразрешимость проблемы остановки, как он показал, означает, что нет решения и у Entscheidungsproblem – проблемы разрешения Гильберта. Несмотря на надежды Гильберта, оказалось, что никакая механическая процедура не может определить доказуемость каждого математического утверждения. Теория Гёделя о неполноте, неопределенность квантовой механики и ответ Тьюринга на третий вопрос Гильберта – все они наносили удары по механической, детерминистской и предсказуемой Вселенной.

Статья Тьюринга была опубликована в 1937 году под не очень выразительным названием “О вычислимых числах и их приложении к Entscheidungsproblem”. Его ответ на третий вопрос Гильберта оказался полезным для развития теории математики. Но гораздо более важным стал “побочный продукт” доказательства Тьюринга – его концепция логической вычислительной машины, которая вскоре стала известна как “машина Тьюринга”. В статье он утверждал: “Можно изобрести единую машину, которую можно использовать для вычисления любого вычислимого ряда”

. Такая машина была бы способна выполнить команды, данные любой другой машине, и решить любые задачи, которые та машина может решить. В сущности,

она была воплощением мечты Чарльза Бэббиджа и Ады Лавлейс об универсальной машине самого общего назначения.

Другое и менее красивое решение для Entscheidungsproblem с более громоздким названием “Бестиповое лямбда-исчисление” раньше в этом же году опубликовал Алонзо Чёрч, математик из Принстона. Руководитель Тьюринга – профессор Макс Ньюман – решил, что Тьюрингу было бы полезно поучиться у Чёрча. В своем рекомендательном письме Ньюман описал огромный потенциал Тьюринга. Он также добавил более личную рекомендацию, основанную на особенностях характера Тьюринга. “Он работал без всякого руководства или обсуждения с кем-либо, – написал Ньюман, – и поэтому важно, чтобы он как можно скорее вступил в контакт с ведущими специалистами в этой области, чтобы не превратился в закоренелого отшельника”

Тьюринг действительно предпочитал вести одинокий образ жизни. Временами из-за своей гомосексуальности он чувствовал себя чужим везде; он жил один и избегал серьезных личных отношений. В какой-то момент он предложил брак девушке-коллеге, но потом был вынужден признаться ей, что он гей; она не пришла в ужас и по-прежнему готова была выйти за него замуж, но он полагал, что это будет обманом, и решил дать задний ход. Тем не менее он не стал “законченным отшельником”. Он научился работать с другими сотрудниками в команде, что явилось ключевым обстоятельством, позволившим его абстрактным теориям превратиться в реальные, значимые изобретения.

В сентябре 1936 года, в ожидании опубликования своей статьи, двадцатичетырехлетний докторант плыл в Америку в каюте для пассажиров третьего класса на борту старенького океанского лайнера RMS Berengaria, прихватив с собой ценный латунный секстант. Его кабинет в Принстоне находился в здании математического факультета, который и тогда размещался в Институте перспективных исследований, где царили великие Эйнштейн, Гёдель и фон Нейман. Любящий новые знакомства и очень общительный фон Нейман особенно заинтересовался работой Тьюринга, хотя в человеческом плане они были очень разными.

Поистине тектонические сдвиги и почти одновременные открытия 1937 года не были напрямую связаны с публикацией статьи Тьюринга. На самом деле, вначале

она не привлекла к себе внимания. Тьюринг попросил свою мать отправить отписки его статьи философу и математику Бертрану Расселу и полудюжине других известных ученых, но единственный серьезный отзыв написал Алонзо Чёрч, который мог позволить себе дать лестную рецензию, поскольку он раньше Тьюринга решил проблему Гильберта. Чёрч был не только щедр – именно он ввел термин “машина Тьюринга” для мысленного эксперимента, который Тьюринг назвал “Логической вычислительной машиной”. Таким образом, в двадцать четыре года Тьюринг заработал себе имя за разработку одной из важнейших концепций цифровой эры

Клод Шеннон и Джордж Роберт Стибиц из Bell Labs

В 1937 году произошел еще один значительный прорыв в теории компьютеров, похожий на изобретение машины Тьюринга тем, что это был чисто мысленный эксперимент. Автором его был аспирант Массачусетского технологического института Клод Шеннон, который в том же году представил самую значительную дипломную работу за все время, которую Scientific American позже назвал “Magna Carta[11 - В прямом смысле – Великая хартия вольностей, в переносном – основополагающие принципы.] эпохи информации”

Шеннон вырос в маленьком городке штата Мичиган, где он строил модели самолетов и собирал любительские радиоприемники, а позже отправился в Мичиганский университет учиться электротехнике и математике. На старшем курсе он откликнулся на объявление, висевшее на доске, о том, что в МТИ в группу, возглавляемую Вэниваром Бушем, требуется помощник для работ по запуску дифференциального анализатора. Шеннон получил работу и был заворожен этой машиной – не столько валиками, шкивами и колесами, которые являлись аналоговыми элементами, сколько электромагнитными переключателями – реле, которые были частью цепи управления. Когда электрические сигналы заставляли их щелчком открываться и с треском закрываться, переключатели меняли конфигурацию цепей.

Летом 1937 года Шеннон взял отпуск в МТИ и поступил на работу в Bell Labs – научно-исследовательский центр, находящийся в ведении компании AT&T[12 - Первоначальное название – Американская телеграфная и телефонная компания, в настоящее время – Американская телекоммуникационная корпорация. В момент прихода Шеннона туда на работу эта часть компании называлась Bell Telephone Laboratories, Inc.]. Лаборатории тогда находились на Манхэттене, в той части района Гринич-Виллидж, которая выходит на Гудзон. Это место идеально подходило для превращения идей в изобретения: абстрактные теории сталкивались там с практическими проблемами, а в коридорах и кафе эксцентричные теоретики спорили с инженерами-практиками, грубоватыми механиками и деловитыми менеджерами, и в результате теория и технология взаимно обогащали друг друга. Это сделало Bell Labs примером организации, где были созданы условия, способствующие появлению инноваций цифровой эры, которые гарвардский историк науки Питер Галисон назвал “торговой зоной” или “зоной обмена”. Когда разрозненные практики и теоретики оказывались вместе, они учились находить общий язык, с помощью которого можно было обмениваться идеями и информацией

В Bell Labs Шеннон увидел вблизи удивительные возможности схем телефонных систем, где использовались электрические переключатели для маршрутизации вызовов и балансировки нагрузок. Мысленно он начал примерять эти схемные решения к другой привлекавшей его области – к логическим системам, сформулированным за девяносто лет до этого британским математиком Джорджем Булем. Буль революционизировал логику, найдя способы выражения логических выражений в виде символов и уравнений. Он присвоил истинным утверждениям значение  $i$ , а ложным –  $o$ . Тогда последовательность, составленную из базовых логических операций, таких как “и” (and), “или” (or), “не” (not), “и/или” (either/or), “если/то” (if/then), можно выполнить, используя эти утверждения, так же, как если бы они были математическими уравнениями.

Шеннон понял, что электрические схемы могут выполнять эти логические операции, используя различные комбинации двухпозиционных переключателей (с режимами “включено”/“выключено”). Для выполнения операции “и”, например, нужно два переключателя расположить последовательно, так что для того, чтобы пошел ток, оба должны быть в положении “включено”. Чтобы выполнить операцию “или”, переключатели должны быть расположены

параллельно, так, чтобы электрический ток тек, если один из них находится в положении “включено”. Чуть более универсальные переключатели, называемые логическими затворами или вентилями, могли бы ускорить процесс. Другими словами, можно было сконструировать схему, содержащую много реле и логических затворов, которые могли бы выполнять шаг за шагом последовательность логических задач.

(Реле – это просто переключатель, который может открываться и закрываться с помощью электричества, например с помощью электромагнита. Те реле, которые механически – щелчком – открываются, а закрываются с помощью электричества, иногда называются электромеханическими, потому что они имеют подвижные части. Электронные лампы и транзисторы также можно использовать в качестве переключателей в электрической цепи, их называют электронными, потому что они управляют потоком электронов, но никакие физические части в них не движутся. “Логический затвор” – это переключатель, который может иметь один или несколько входов. Например, в случае двух входов логический элемент “и” переключается в положение “включено”, если оба входа находятся в позиции “включено”, а логический элемент “или” переходит в состояние “включено”, если какой-нибудь из входов находится в положении “включено”. Концептуальный прорыв Шеннона состоял в том, что он понял, как они могут быть соединены друг с другом в схемах, чтобы с их помощью можно было решать задачи булевой алгебры.)

Когда осенью Шеннон вернулся в МТИ и рассказал о своих идеях Бушу, тот был восхищен ими и предложил ему включить их в дипломную работу. Шеннон так и поступил, назвал ее “Символический анализ релейных и переключательных схем” и показал, как может быть выполнена каждая из многочисленных операций булевой алгебры. В конце он резюмировал: “Выполнять сложные математические операции с помощью релейных цепей вполне возможно”

. Это стало базовой концепцией, лежащей в основе всех цифровых компьютеров.

Идеи Шеннона заинтересовали Тьюринга, потому что они оказались тесно связаны с его только что опубликованной концепцией универсальной машины, которая могла использовать простые команды, выраженные в двоичном коде, для решения не только математических, но и логических задач. Кроме того, поскольку логика работает по тем же законам, что и человеческий мозг, машина, выполняющая логические задачи, теоретически могла бы имитировать ход

мысли людей.

В Bell Labs в то же время работал математик Джордж Роберт Стибиц, в чьи обязанности входило разбираться со все более сложными расчетами, требовавшимися инженерам-телефонистам. Единственными инструментами в его распоряжении были механические настольные арифмометры, и он решил придумать что-то получше, основываясь на шенноновских идеях о возможностях электронных схем решать математические и логические задачи. Однажды поздним ноябрьским вечером он пошел на склад и взял несколько старых электромагнитных реле и электрических ламп. На столе своей кухни с помощью этих деталей, железной коробочки из-под табака и нескольких переключателей он собрал простую логическую схему, которая могла суммировать бинарные числа. Загоревшаяся лампа представляла собой 1, а потухшая – 0. Его жена окрестила схему K-Model – в честь кухонного стола. На следующий день он взял схему в офис и попытался убедить своих коллег, что, будь у него достаточно реле, он мог бы сделать вычислительную машину.

Одной из важных задач Bell Labs было найти способ усиливать передаваемые на большие расстояния телефонные сигналы и при этом отфильтровывать постоянный фон. У инженеров были формулы, в которые входили амплитуды и фазы сигнала, и в решения этих уравнений иногда входили комплексные числа (включающие мнимую часть, пропорциональную квадратному корню из -1). Руководитель Стибица спросил его, сможет ли машина оперировать комплексными числами. Когда он ответил, что это возможно, руководитель одобрил идею и дал ему в помощь группу для строительства такой машины. Машину назвали калькулятором комплексных чисел, и ее создание было завершено в 1939 году. В ней было более четырехсот реле, каждое из которых могло включаться и выключаться двадцать раз в секунду. Это сделало ее потрясающе быстродействующей по сравнению с механическими калькуляторами и мучительно медлительной по сравнению со схемами, собранными полностью из электронных ламп, которые как раз в то время изобрели. Компьютер Стибица не был программируемым, но он показал, что схемы на реле могут обращаться с бинарной математикой, обрабатывать информацию и выполнять логические операции



Говард Айкен

А в это же время в 1937-м аспирант из Гарварда по имени Говард Айкен пытался сделать утомительные расчеты для своей диссертации по физике, используя арифмометр. Когда он стал уговаривать университет построить более сложный компьютер для ускорения работы, декан его факультета вспомнил, что на чердаке научного центра Гарвардского университета валялись какие-то медные колесики, оставшиеся от устройства вековой давности, похожие на то, о чем говорил Айкен. Когда Айкен обследовал чердак, он нашел одну из шести демонстрационных моделей разностной машины Чарльза Бэббиджа, которую в нескольких экземплярах изготовил сын Бэббиджа Генри. Айкен пришел в восторг от идей Бэббиджа и перенес набор медных колесиков в свой кабинет. “У нас было два колесика Бэббиджа, – вспоминал он, – это были колеса, которые я позже вмонтировал в корпус своего компьютера”

Той осенью, как раз когда Стибиц готовил свою демонстрационную кухонную модель, Айкен написал двадцатидвухстраничную служебную записку своим гарвардским руководителям и специалистам из IBM, пытаясь их уговорить профинансировать современную версию цифровой машины Бэббиджа. Его записка начиналась словами: “Желание сэкономить время и умственные усилия при арифметических вычислениях, а также устранить ошибки, к которым склонен человек, вероятно, так же старо, как сама наука арифметика”

Айкен вырос в штате Индиана, и детство у него было трудное. Как-то раз, когда ему было двенадцать лет, ему пришлось кочергой защищать мать от пьяного отца, который потом бросил семью. Поэтому юный Говард был вынужден уйти из школы в девятом классе – нужно было зарабатывать. Сначала он устроился телефонным мастером, затем нашел ночную работу в местной энергетической компании, а днем посещал технический колледж. Он своими руками добился успеха, но у него испортился характер. С подчиненными он вел себя как надсмотрщик, позволяющий себе не сдерживаться. Про него говорили, что он похож на надвигающуюся грозу

.  
В Гарварде мнения по поводу создания предлагаемой Айкеном вычислительной машины разошлись. В вопросе о предоставлении ему постоянной должности профессора также не было единства, поскольку его деятельность, казалось, больше относилась к области технологии, чем науки. (У некоторой части преподавательского сообщества Гарварда считалось оскорбительным называть кого-то практиком, а не ученым.) Но Айкена поддержал президент университета – Джеймс Брайант Конант, которому, как председателю Национального исследовательского комитета обороны США, хотелось продемонстрировать, что Гарвард участвует и в научных, и в промышленных, и в военных разработках. Сотрудники физического факультета, однако, были большими пуристами, чем президент. Декан факультета в декабре 1939 года написал Конанту, что машину “можно создать, если найдутся деньги, но это не более важная задача, чем многие другие”, а факультетский комитет заявил относительно Айкена: “Ему нужно дать понять, что подобная деятельность не увеличит его шансы на соискание профессорского звания”. В конце концов Конант одержал верх и дал указание Айкеному заниматься машиной

.  
В апреле 1941 года, когда по чертежам Айкена в лаборатории IBM в Эндикотте (штат Нью-Йорк) был создан компьютер Mark I, Айкен покинул Гарвард и отправился служить в ВМС США. Два года он преподавал в Военно-морской военной минной школе в штате Вирджиния в звании капитан-лейтенанта. Один коллега описал его как “вооруженного до зубов формулами длиной с комнату и теориями” гарвардского ученого, который напоролся “на ораву южан-тупиц”, ни один из которых “не имел понятия об исчислении”

. Большую часть времени он проводил в раздумьях о машине Mark I и иногда надевал парадную военную форму и отправлялся в Эндикотт

.  
Служба дала ему одно важное преимущество: в начале 1944 года, когда IBM собиралась отправить готовый Mark I в Гарвард, Айкен смог убедить

командование ВМС принять машину на свой баланс и назначить его ответственным за нее. Это помогло ему обойти академическую бюрократию Гарварда, которая все еще упрямо не хотела предоставлять ему постоянную ставку профессора. Гарвардская расчетная лаборатория стала на время военным объектом, и все сотрудники Айкена были военнослужащими ВМС, носившими на работе форму. Он называл их своим “экипажем”, они называли его “командиром”.

В конструкции Mark I позаимствовано много идей у машины Бэббиджа. Он тоже был цифровым, хотя и не двоичным, его колесики имели десять позиций. Вдоль его пятнадцатиметрового вала располагалось семьдесят два счетчика, которые могли запоминать числа длиной до двадцати трех разрядов, в окончательном виде он весил пять тонн, имел примерно двадцать пять метров в длину и семнадцать в ширину. Вал и другие движущиеся части поворачивались с помощью электрических двигателей. Но он был медлительным. Вместо электромагнитных реле в нем использовались механические, которые открывались и закрывались с помощью электрических моторчиков, и это означало, что требовалось около шести секунд, чтобы проделать операцию умножения. Для сравнения, в машине Стибица для этого требовалась одна секунда. Mark I, однако, обладал одной замечательной особенностью, которая станет одной из основных черт современных компьютеров: он был полностью автоматическим. Программы и данные вводились с помощью бумажной ленты, и она могла работать в течение нескольких дней без какого-либо участия человека. Это дало Айкену право провозгласить, что “мечта Бэббиджа сбылась”

## Конрад Цузе

Тем временем в 1937 году немецкий инженер дома собирал свою машину, и он опередил всех остальных изобретателей, хотя они и не подозревали об этом. Конрад Цузе заканчивал конструировать прототип двоичного калькулятора, который мог читать инструкции с перфоленты. Однако по крайней мере первая версия машины, названной им Zi, была не электрической и не электронной, а механической.

Как и многие инноваторы цифровой эры, Цузе с детства обожал и искусство, и технику. После окончания технического колледжа он получил работу инженера-прочниста в самолетостроительной компании в Берлине, и ему пришлось решать линейные уравнения, которые включали все виды нагрузки, силы и коэффициенты упругости. Даже при использовании механических калькуляторов одновременно решить больше шести линейных уравнений с шестью неизвестными менее чем за день человеку было почти невозможно. А если бы в уравнениях было двадцать пять переменных, это могло занять год. И потому Цузе, как и многие другие, загорелся идеей механизировать утомительный процесс решения математических уравнений. Он превратил гостиную своих родителей в квартире, расположенной вблизи берлинского аэропорта Темпельхоф, в мастерскую

В первой версии машины Цузе двоичные числа запоминались с помощью тонких металлических пластин с штырьками и прорезями, которые он и его друзья делали ножовкой. Сначала данные и программы вводились с помощью перфолент, но вскоре он перешел на использованную 35-миллиметровую киноленту, которая оказалась не только прочнее, но и дешевле. Его компьютер Zi был завершен в 1938 году, и он смог справиться с несколькими проблемами, хотя и работал не очень надежно, поскольку все его компоненты были сделаны вручную и часто давали сбои. К сожалению, Цузе работал в условиях, непохожих на условия в Bell Labs, он не мог работать рука об руку с инженерами.

Однако Zi показал, что теоретически логическая концепция Цузе работоспособна. Его друг по колледжу Гельмут Шрайер предложил сделать следующую версию машины, используя электронные лампы вместо механических переключателей. Если бы они занялись этим сразу, то вошли бы в историю как первые изобретатели работающего современного компьютера: бинарного, электронного и программируемого. Но Цузе, а также эксперты, с которыми он консультировался в техническом колледже, отказались от создания устройства с почти двумя тысячами электронных ламп из-за его дороговизны

И друзья решили для Z1 вместо электронных ламп использовать подержанные электромеханические реле, которые приобрели в телефонной компании: они были крепче и дешевле, хотя намного медленнее. В результате появился компьютер, в котором для арифметической ячейки использовалось реле. Тем не менее блок памяти был механическим, использующим подвижные штырьки в металлической пластине.

В 1939 году Цузе начал работу над третьей моделью – Z3, в которой использовались электромеханические реле как для арифметического устройства, так и для блоков памяти и управления. В 1941 году она была завершена и стала первым полностью работающим универсальным программируемым цифровым компьютером. И даже хотя в нем не был заложен способ напрямую совершать условные переходы и ветвление в программах, он теоретически мог работать как универсальная машина Тьюринга. Его главное отличие от более поздних компьютеров состояло в том, что в нем использовались неповоротливые электромагнитные реле, а не электронные компоненты, такие как электронные лампы или транзисторы.

Друг Цузе Шрейер продолжал писать докторскую диссертацию под названием “Реле на лампах и методы их переключения”, в которой описывался способ создания мощного и быстрого компьютера на электронных лампах. Но когда они с Цузе в 1941 году предложили его немецкой армии, командование заявило, что для создания машины потребуется около двух лет, а они уверены, что они выиграют войну раньше

. Военных больше интересовало производство оружия, а не компьютеров. В результате Цузе оторвался от своей работы по конструированию компьютеров и отправился обратно на завод по сборке самолетов. В 1943 году, когда начались бомбардировки Берлина союзниками, его компьютеры и чертежи были уничтожены.

Цузе и Стибиц, работая независимо друг от друга, пришли к использованию реле в схемах, которые могли делать двоичные вычисления. Как они могли в одно и то же время прийти к этой идее, когда контакты между этими двумя группами из-за войны были невозможны? Частично ответ состоит в том, что технологический и научный прогресс привели к тому, что момент настал.

Как и многие другие инноваторы, Цузе и Стибиц были знакомы с использованием реле в телефонных схемах, и было логично применять их для бинарных операций в математике и логике. Кроме того, Шеннон, который также был хорошо знаком с телефонными схемами, теоретически доказал, что с помощью электронных схем можно выполнять логические задачи булевой алгебры. Идея использования цифровых схем в качестве ключевых элементов вычислительной техники вскоре была воспринята исследователями практически везде, даже в таких богом забытых местах, как штат Айова.

### Джон Винсент Атанасов

В 1937 году другой изобретатель, находившийся далеко и от Цузе, и от Стибица – в Айове, также экспериментировал с цифровыми схемами. Имя изобретателя – Атанасов, он напряженно работал в своем подвале, где и произошел очередной исторический прорыв: он создал вычислительное устройство, в котором использовались электронные лампы, по крайней мере в части схем. В каком-то смысле его машина была менее продвинутой, чем другие, – она не была ни программируемой, ни универсальной. Она не была и полностью электронной, поскольку в ней использовались некоторые медленно движущиеся механические элементы. И хотя он построил модель, которая теоретически могла производить расчеты, он так и не смог заставить ее надежно работать. Тем не менее Джон Винсент Атанасов, которого жена и друзья называли Винсентом, заслуживает чести называться первопроходцем, поскольку он придумал первый частично электронный цифровой компьютер. Однажды декабрьским вечером в 1937 году, когда он долго мчался непонятно куда на машине с бешеной скоростью, он вдруг понял, как создать такой компьютер

Атанасов родился в 1903 году. Его отец был эмигрантом из Болгарии, а мать принадлежала к одной из старейших семей Новой Англии. Винсент был старшим из семи детей. Отец работал инженером на электростанции, находящейся в ведении Томаса Эдисона в Нью-Джерси, а затем переехал с семьей во Флориду – в городок, расположенный к югу от Тампы. В девять лет Винсент помог отцу провести в их флоридский дом электричество, и отец подарил ему логарифмическую линейку производства компании Дицгена. Он позже

вспоминал: “Эта логарифмическая линейка была моей любимой игрушкой”

. В раннем возрасте он погрузился в изучение логарифмов с энтузиазмом, который кажется немного дурацким, хотя он рассказывал об этом с серьезным видом: “Можете ли вы себе представить, как мальчик в девять лет, у которого на уме бейсбол, может измениться от [знакомства с логарифмами]? Бейсбол был почти забыт, когда я приступил к серьезному исследованию логарифмов”. За лето он посчитал, чему равен логарифм 5 по основанию e, потом, еще в средней школе, с помощью своей матери (когда-то она была учительницей математики) освоил дифференциальное исчисление. Отец взял его на фосфатный завод, где работал инженером-электриком, и показал, как работают генераторы. Винсент закончил старшие классы средней школы за два года, выдерживая двойную нагрузку, и получил по всем предметам высшие оценки.

Конец ознакомительного фрагмента.

notes

Примечания

1

Перевод Т. Гнедич. Здесь и далее, если не указано особо, примечания переводчика.

2

Перевод В. Левика.

3

В рецензии именно на эту книгу один из друзей Бэббиджа Вильям Вевелл ввел термин “ученый”, чтобы подчеркнуть связь между дисциплинами. – Прим. автора.

4

Механический музей изобретателя Джона Мерлина. Мерлин – в британских легендах волшебник и мудрец.

5

В частности, он хотел использовать метод разделенных разностей для максимально точной аппроксимации логарифмических и тригонометрических функций. – Прим. автора.

6

?

и



= 0 – седьмая разность. В разностной машине предполагалось табулировать многочлены шестой степени, у которых все шестые разности одинаковы, а седьмые, соответственно, нулевые.

7

Названы в честь швейцарского математика XVII века Якоба Бернулли, который изучал суммы одинаковых степеней натуральных чисел. Числа Бернулли играют важную роль в теории чисел, математическом анализе и дифференциальной топологии. – Прим. автора.

8

Пример Ады содержал табулирование многочленов с использованием в качестве подпрограммы разностных методов, для которых потребовалась структура вложенных циклов с изменяющимся диапазоном внутреннего цикла. – Прим. автора.

9

Технология получения сланцевого газа при помощи гидравлического разрыва пласта.

10

Скорость вращения цилиндра при постоянной скорости вращения диска будет пропорциональна расстоянию центра шара от диска. Если сделать это

расстояние пропорциональным значению подынтегральной функции  $y = f(x)$  в данный момент, а угол поворота диска – пропорциональным значению независимой переменной  $dx$ , то угол поворота цилиндра будет пропорционален интегралу от заданной функции.

11

В прямом смысле – Великая хартия вольностей, в переносном – основополагающие принципы.

12

Первоначальное название – Американская телеграфная и телефонная компания, в настоящее время – Американская телекоммуникационная корпорация.

В момент прихода Шеннона туда на работу эта часть компании называлась Bell Telephone Laboratories, Inc.

----

Купить: <https://tellnovel.com/uolter-ayzekson/innovatory-kak-neskol-ko-geniev-hakerov-i-gikov-sovershili-cifrovuyu-revolyuciyu>

надано

Прочитайте цю книгу цілком, купивши повну легальну версію: [Купити](#)