

# ПРОЛОГ

Основная задача связи состоит в том, чтобы в одном месте воспроизвести, точно или приблизительно, сообщение, отправленное из другой точки. Часто сообщение имеет некое значение<sup>1</sup>.

Клод Шенон (1948)

**П**отом, уже после 1948-го (а это был решающий год), всем казалось, что, когда Клод Шенон начинал работу над своей теорией, он преследовал ясную и понятную цель. Но это впечатление возникало лишь оттого, что результат уже был известен. Сам Шенон то, что с ним происходило, описывал так: “Мой разум кипит, день и ночь я пытаюсь осмысливать разные вещи. Я начинаю думать как какой-нибудь писатель-фантаст: а что если все было бы действительно так”.

Так случилось, что 1948-й стал годом, когда *Bell Telephone Laboratories* объявили об изобретении полупроводника — “удивительно простого устройства”, которое могло делать все то, что делала вакуумная лампа, но более эффективно. Устройство было настолько маленьким, что на ладони сотня полупроводников могла уместиться. В мае ученые сформировали комиссию, чтобы придумать название устройству. Комиссия разослала старшим инженерам *Bell Telephone Laboratories* бюллетени для голосования, в которых перечислялись варианты названия, в том числе полупроводниковый триод, иота-

1 Пер. С. Карпова. — Здесь и далее — прим. перев., если не указано иное.

трон, транзистор (*transistor*, производное от *transconductance* — активная межэлектродная проводимость и *varistor* — переменный резистор. — Прим. авт.). Победил транзистор. “Появление данного устройства может иметь значение для развития электроники и электрической связи”, — заявили в пресс-релизе *Bell Telephone Laboratories*, и в этом случае реальность превзошла ожидания. Благодаря появлению транзистора в электронике произошла революция, позволившая технологии пойти по пути широкого распространения уменьшившихся в размерах устройств, а трое главных изобретателей вскоре получили Нобелевскую премию. В Лаборатории по праву гордились транзистором, но на самом деле он оказался лишь вторым по важности изобретением того времени. Транзистор в конце концов был только оборудованием.

Изобретение более значимое и фундаментальное появилось в монографии, занимавшей в общей сложности семьдесят девять страниц июльского и октябрьского номеров *The Bell System Technical Journal*. Специального пресс-релиза к выходу монографии выпущено не было. Статья называлась просто и величественно — “Математическая теория связи”, и ее смысл трудно изложить в двух словах. Она стала осью, вокруг которой начал вращаться мир. Она, как и транзистор, принесла с собой неологизм — слово “бит”, в данном случае выбранное не комиссией, а самим автором, 32-летним Клодом Шеноном. Сегодня бит стоит в одном ряду с дюймом, фунтом, квартой и минутой, основными единицами измерения.

Но что измерялось битами? “Единица измерения информации” — так определил бит Шенон. Как будто существовала такая вещь, как измеримая и исчислимая информация.

Предполагалось, что Шенон работал в группе математических исследований в *Bell Telephone Laboratories*, но в действительности он скорее был сам по себе. Когда группа переехала из нью-йоркской штаб-квартиры в новое сверкающее помещение в пригород, в штат Нью-Джерси, он остался в маленьком чулане в старом здании на Вест-стрит — 12-этажной громаде из песчаника, выходившей индустриальным задним фасадом на Гудзон, а передним смотревшей на Гринвич-Виллидж. Шенону не нравились ежедневные поездки в пригород и обратно, он предпочитал центр, где былиочные клубы, в которых он мог слушать выступления джазовых кларнетистов.

Он робко флиртовал с девушкой, занимавшейся ультракороткими волнами в другой группе *Bell Telephone Laboratories*, через дорогу, в двухэтажном здании бывшей фабрики *Nabisco*. Шеннона считали умным парнем. Только-только придя из Массачусетского технологического института, он погрузился в военные проекты Лаборатории, сначала разрабатывал автоматическую систему управления для зенитных орудий, а затем сосредоточился на теории шифрования сообщений, криптографии, и разработал математическое обоснование защиты *X System* — линии связи между Уинстоном Черчиллем и президентом Рузвельтом. Так что начальство решило оставить его в покое, хотя не совсем понимало, над чем именно он работает.

В середине века *AT&T* не требовала от своего исследовательского подразделения немедленных результатов. Она позволяла заниматься математикой или астрофизикой, даже если не предполагалось, что у работ будет очевидное коммерческое применение. В любом случае, очень многое в современной науке прямо или косвенно стало результатом деятельности этой монополистской компании, охватывавшей множество областей. Однако, несмотря на столь широкие интересы, основное направление деятельности телефонной компании в фокус исследований не попадало. К 1948 году по проводам *Bell System* протяженностью 138 млн миль и по 31 млн телефонных аппаратов передавалось более 125 млн разговоров в день. Бюро переписи зафиксировало эти факты в разделе “Связь в США”, но это были грубые измерения. Бюро также насчитало несколько тысяч передающих радио- и несколько десятков телевизионных станций плюс газеты, книги, брошюры и письма. Почта считала письма и посылки, но что конкретно передавала *Bell Systems* и в каких единицах это измерялось? Разумеется, не разговоры, не слова и, конечно, не символы. Может быть, просто электричество? Инженеры компании были инженерами-электриками. Все понимали, что электричество служило суррогатом звука человеческого голоса, колебания воздуха попадали в микрофон и превращались в электрические волны. Это превращение и было причиной превосходства телефона над телеграфом — предшествующей технологии, которая к тому времени уже казалась устаревшей. Основой телеграфа являлись преобразования другого рода — код из точек и тире, построенный не на звуках, а на алфавите, который и сам в конечном счете был кодом. Присмотревшись, мож-

но было заметить цепочку, состоявшую из абстракций и преобразований: точки и тире представляли буквы, буквы представляли звуки и вместе формировали слова, слова представляли отражение смысла, рассуждения о котором, пожалуй, лучше оставить философам.

В *Bell System* не было штатных философов, но в 1897 году компания наняла своего первого математика — уроженца Миннесоты Джорджа Кэмпбелла, учившегося в Геттингене и Вене. Перед ним сразу встала проблема передачи сигнала. По мере прохождения по проводам сигнал искался, и тем сильнее, чем больше расстояние. Решение Кэмбелла было частично математическим, частично инженерно-электротехническим. Его работодатели научились не задумываться о различиях двух наук. Шеннон и сам, будучи студентом, долго не мог выбрать, кем ему стать, инженером или математиком. Для *Bell Telephone Laboratories* он волей-неволей был и тем и другим, умел обращаться с реле и проводниками, но чувствовал себя по-настоящему счастливым только в мире символических абстракций. Большинство инженеров связи сосредоточились на физических задачах: коэффициенты усиления, модуляции, фазовые искажения и соотношения сигнал/шум. Шеннон предпочитал игры и загадки. Коды зачаровывали его с тех пор, как мальчишкой он зачитывался Эдгаром Алланом По. В первый год в МТИ в качестве ассистента он работал на дифференциальном анализаторе Вэнвара Буша — стотонном протокомпьютере, способном решать уравнения с помощью огромных вращающихся шестеренок, осей и колес. В двадцать два года Шеннон написал диссертацию, в которой применил логическую алгебру Джорджа Буля — идею родом из XIX века — к устройству электрических цепей. (Логика и электричество — занятная комбинация.) Позже он работал с математиком и логиком Германом Вейлом, который учил его: “Теории позволяют сознанию “прыгнуть выше головы”, оставить позади то, что дано, представить непредставимое как само собой разумеющееся с помощью символов”.

В 1943 году английский математик и криptoаналитик Алан Тьюринг посетил *Bell Telephone Laboratories* и как-то за обедом встретил Шеннона. Они обменялись взглядами на будущее искусственных думающих машин. (“Шеннон хочет ввести в Мозг не только *данные*, но и элементы культуры! — воскликнул Тьюринг. — Он хочет играть ему музыку!”) Шеннон общался и с Норбертом Ви-

нером, у которого учился в МТИ и который в 1948 году предлагал назвать новую дисциплину, науку о связи и управлении, кибернетикой. Особенно сильно Шенон заинтересовался телевизионным сигналом, причем с необычной точки зрения — можно ли каким-либо образом сжать его для увеличения скорости передачи. Логика и электрические цепи пересеклись, чтобы произвести гибрид, то же произошло и с генами и кодами. Шенон начал строить свою теорию информации, он продвигался в одиночку в поисках системы, которая бы объединила все множество его идей.

В шумном сияющем пейзаже начала XX века материал для исследования был раскидан буквально повсюду: буквы и сообщения, звуки и изображения, новости и инструкции, цифры и факты, сигналы и знаки — сборная солянка из связанных между собой ингредиентов. Все они перемещались — по почте, по проводам или с помощью электромагнитных волн. Но не существовало слова, которым можно было их обозначить. В 1939 году Шенон писал Вэнивару Бушу в МТИ: “Урывками я работал над анализом некоторых основных свойств систем передачи сообщений”. *Сообщения* — гибкий и очень старый термин. “Теперь, — писал сэр Томас Элиот в XVI веке, — для обоюдных договоренностей или соглашений, переданных письмом или поручением, используют элегантное слово”. Сегодня это слово приобрело другие значения. Некоторые инженеры, особенно в телефонных лабораториях, начали говорить об *информации*. Они использовали это слово так, как будто речь шла о чем-то техническом: количество информации, мера информации и т. д. Шенон последовал их примеру.

Для научных целей *информация* должна была означать нечто особенное. За три столетия до Шенона новая наука, физика, не смогла продвинуться вперед, пока Исаак Ньютон не дал старым и расплывчатым словам — *сила, масса, движение и даже время* — новые значения. Ньютон превратил эти термины в обозначение количества, сделал возможным их применение в математических формулах. До тех пор, например, *движение* было таким же размытым и общим термином, как *информация*. Для последователей Аристотеля *движение* отвечало за широкий спектр разнообразных

процессов: созревание персика, падение камня, рост ребенка, разложение тела. Это было слишком общо. Прежде чем применение законов Ньютона стало возможным, прежде чем научная революция смогла победить, от большей части разновидностей движения пришлось отказаться. В XIX веке похожую трансформацию начал переживать термин *энергия*: физики адаптировали слово, означавшее силу или интенсивность. Они математизировали его, отведя энергии основополагающую роль в своей картине мира.

То же самое произошло с информацией. Появилась необходимость в обряде очищения.

А затем, когда информацию упростили, очистили и начали исчислять в битах, оказалось, что она повсюду. Теория Шеннона перекинула мост между информацией и неопределенностью, между информацией и энтропией, между информацией и хаосом. Она привела к появлению компакт-дисков и факсов, компьютеров и киберпространства, закона Мура и всех Силиконовых долин мира. Появились обработка информации, ее хранение и извлечение. Люди начали искать имя новой эпохи, преемнице века железа и пара. “И вновь появляется собиратель, только теперь не собиратель пищи, а собиратель информации”, — отметил Маршалл Маклюэн в 1967 году<sup>1</sup>, предвосхищая появление мира вычислительной техники и киберпространства.

Теперь мы понимаем, что информация — это то, что движет нашим миром, его кровь и горючее, его жизненное начало. Она красной нитью проходит через все науки, влияет на каждый вид знаний. Теория информации начиналась как мост между математикой и электротехникой и дальше к вычислительным машинам. То, что на английском называли “вычислительной наукой”, на других европейских языках известно как *informatique*, *informatica*, *Informatik* — информатика. Сегодня даже биология стала наукой об информации, оперирующей инструкциями и кодами. Гены содержат информацию, и они же предоставляют способы ее считывания и передачи. Жизнь распространяется по законам сети. Само тело — это информационный процессор. Память находится не только в мозге, но и в каждой клетке. Неудивительно, что генетика расцвела одновременно с теорией информации.

<sup>1</sup> И сухо добавил: “В этой роли электронный человек является не меньшим кочевником, чем его палеолитические предки”. — *Прим. авт.*