



GALILEO

Дэвид Боданис

Электрическая Вселенная

Невероятная, но подлинная
история электричества

Издательство "Колибри"

GALILEÒ

DAVID BODANIS

Electric Universe

How Electricity Switched on
The Modern World

Дэвид Боданис

Электрическая Вселенная

Невероятная, но подлинная
история электричества



Москва

УДК 93/94Боданис
ББК 22.3г(О)
Б75

Перевод с английского
Сергея Ильина
Художественное оформление и макет серии
Андрея Бондаренко
Ведущий редактор серии
Ирина Опимах

Боданис Д.

Б75 Электрическая Вселенная. Невероятная, но подлинная история электричества / Дэвид Боданис, пер. с англ. С. Ильина. — М.: Колибри, 2009. — 384 с. (Galileo)
ISBN 978-5-389-00506-8

Блестящий популяризатор науки Дэвид Боданис умеет о самых сложных вещах писать увлекательно и просто. Его книги переведены на многие языки мира. Огромный интерес у российских читателей вызвала его "E=mc²", биография знаменитого эйнштейновского уравнения, выпущенная издательством "Колибри". "Электрическая Вселенная" — драматическая история электричества, в которой были свои победы и поражения, герои и негодяи. На страницах книги оживают истовый католик и открыватель электромагнетизма Майкл Фарадей, изобретатель и удачливый предприниматель Томас Эдисон, расчетливый делец Сэмюэл Морзе, благодаря которому появился телеграф, и один из создателей компьютеров, наивный мечтатель Алан Тьюринг.

УДК 93/94Боданис
ББК 22.3г(О)

ISBN 978-5-389-00506-8

© 2005 by David Bodanis
© С. Ильин, перевод на русский язык, 2009
© А. Бондаренко, оформление, 2009
© ООО "Издательская Группа Атттикус", 2009
Колибри®

Моим любимым детям Сэму и Софи,
городу Чикаго, в котором много лет назад
зародились все те знания,
какие я способен им сейчас передать,
и Наташе, научившей меня — когда я нуждался
в этом сильнее всего —
плавать по нашему миру без карты

Содержание

<i>Вступление</i>	II
-------------------------	----

Часть I. Провода

<i>Глава 1. Колонист и денди</i>	
<i>Олбани, 1830, и Вашингтон, округ Колумбия, 1836</i>	29
<i>Глава 2. Алек и Мейбл</i>	
<i>Бостон, 1875</i>	46
<i>Глава 3. Томас и Джи-Джи</i>	
<i>Нью-Йорк, 1878</i>	60

Часть II. Волны

<i>Глава 4. Бог Фарадея</i>	
<i>Лондон, 1831</i>	89
<i>Глава 5. Шторма в Атлантике</i>	
<i>Корабль ее величества "Агамемнон", 1858, и Шотландия, 1861</i> ...	103

Часть III. Волновые машины

<i>Глава 6. Одиночка</i>	
<i>Карлсруэ, Германия, 1887</i>	133

Глава 7. Энергия в воздухе Берег Суффолка, 1939, и Брюневаль, Франция, 1942	155
Глава 8. Энергия, брошенная в бой Гамбург, 1943	176
Часть IV. Компьютер, построенный из камней	
Глава 9. Тьюринг Кембридж, 1936, и Блетчли-парк, 1942	207
Глава 10. Наследие Тьюринга Нью-Джерси, 1947	231
Часть V. Мозг и за пределами мозга	
Глава 11. Мокрое электричество Плимут, Англия, 1947	261
Глава 12. Электрические настроения Индианаполис, 1972 — и сегодня	280
Что было потом	297
Месье А, синьор В и мистер Вт	306
Примечания	311
Руководство по дальнейшему чтению	342
Благодарности	378

Таинственная это вещь — электричество.
СЭМЮЭЛ БЕККЕТ "ТЕАТР II"

Вступление

Когда перед Первой мировой войной мой отец, в ту пору еще мальчик, жил в польской деревне, отключение электричества никому особенно страшным не казалось. Автомобилей там не было, а значит, не было и светофоров, которые вдруг переставали работать; холодильников не было тоже, их заменяли куски льда или погребы, и, стало быть, продукты питания внезапно испортиться не могли. У очень немногих богатых людей мог, когда переставали работать электрические генераторы, гаснуть в домах свет, могла умолкать шедшая через город телеграфная линия, однако в общем и целом повседневная жизнь практически не изменялась.

Ко времени, когда семья отца эмигрировала в Канаду, а затем, в начале 1920-х, в Чикаго, серьезные перебои в подаче электричества приобрели вид совершенно иной. Делать покупки люди еще могли — кредитных карточек, требующих компью-

терной проверки, не существовало, — однако трамваи, на которых рабочие добирались до фабрик, останавливались. Телефоны, от которых зависела работа офисов, замолкали, небоскребы, которыми так гордился город, становились недоступными — во всяком случае, верхние их этажи, — поскольку вставляли лифты. И все-таки полной катастрофы не происходило. Фермеры продолжали выращивать урожай — тракторов тогда было немного, — а питавшиеся углем поезда и пароходы доставляли в город все необходимое.

А сейчас? Сейчас я живу в Лондоне, люди тут по преимуществу спокойные и флегматичные, и все же пережить полное отключение электричества мне не хотелось бы. Чем чревато для нас такое отключение? Радиоприемники и телевизоры большей частью сразу же умолкнут, так что выяснить, открыта ли еще школа ваших детей, вам будет трудно. Сотовые телефоны, может, еще и проработают какое-то время, однако, не имея возможности подзарядить их батарейки, вы станете пользоваться ими с большой осторожностью. Везти детей в школу, если она все же останется открытой, будет затея рискованная, поскольку автозаправочные станции хранят бензин в подземных емкостях, а выкачивать его оттуда электрическим насосом и продавать кому-либо из горожан станет невозможно. Купить продукты вы не сумеете, так как перестанут работать кредитные карточки, да и наличные взять вам будет неоткуда, ибо банкоматы также зависят от компьютеров, а компьютерам требуется электричество.

За одну неделю город придет в полный упадок. Полицейские участки окажутся отрезанными от мира — телефоны молчат, батарейки в рациях разрядились; вызвать “скорую помощь” никто не сможет, поскольку и ее каналы радио- и телефонной связи тоже замолкнут; кому-то, возможно, и удастся доковылять до больницы на своих двоих, однако и от больниц ожидать многого им не придется — рентгена нет, вакцин и донорской крови, которые хранились в холодильниках, тоже нет, нет даже вентиляции и света.

Попытки добраться до аэропорта, чтобы улететь куда-нибудь, утратят всякий смысл — радары замолчат, да и на ручном управлении поднять самолеты в воздух никто не сможет, поскольку топливо для них, залитое в подземные емкости, выкачать окажется невозможно. По мере того как отключение электричества станет распространяться по стране, замрет жизнь в ее портах — грузовые краны без электричества не работают, электроника, позволяющая определять, что есть и чего нет на портовых складах, тоже. Военные, возможно, попытаются организовать топливные конвои, но, поскольку и их машины тоже требуют топлива, надолго их не хватит. А когда отключение электричества охватит весь мир, начнется все нарастающая изоляция людей и стран друг от друга. Первыми откажут интернет и электронная почта, за ними телефонные линии, и, наконец, прекратят вещание радио- и телестанции.

В густонаселенных городах Азии, вероятно, начнется голод, тем более что вентиляция в продукто-

вых складах работать не будет; за несколько недель полного отсутствия электричества все города и пригороды мира станут непригодными для обитания. Начнутся побоища, люди будут отчаянно драться за еду и топливо. И из тех 6 миллиардов, что населяют нашу планету, уцелеют лишь очень немногие.

Но что произойдет, если мы не просто лишимся электричества? Что произойдет, если исчезнут сами электрические силы? Вся вода, какая есть на Земле, немедленно испарится по причине распада электрических связей, сохраняющих целостность ее молекул. В наших телах рассыплются цепочки ДНК. Любой дышащий воздухом организм мигом скончается от удушья, потому что в отсутствие электрического притяжения молекулы имеющегося в воздухе кислорода будут просто ударяться в крови о молекулы гемоглобина и отскакивать от них.

Сама поверхность Земли вскрыется и начнет плавиться, ибо никакие электрические силы уже не будут удерживать вместе силикаты и иные вещества. Горы обрушатся в пустоты, оставленные рассыпавшимися континентальными плитами. И в самые последние мгновения немногие еще уцелевшие живые существа увидят, как выключается само солнце, как гаснет переносимый с помощью электричества свет звезд и последний день мира обращается в ночь.

Почему же ничего такого не происходит? Сила электричества обладает колоссальной мощностью и продолжает безостановочно работать вот уже более 13 миллиардов лет. Однако она, упрятанная в самой

глубине камней, звезд и атомов, полностью скрыта от наших глаз. Она подобна двум спортсменам, участвующим в олимпийских соревнованиях по армрестлингу, — вся происходящая между ними борьба незаметна, поскольку напряженные руки их практически не движутся. Во всем, что нас окружает, почти всегда присутствует равное количество положительных и отрицательных электрических зарядов — они уравновешены так хорошо, что, хоть присутствие их и проявляется повсюду, проявления эти остаются незримыми.

В течение миллиардов лет они такими и оставались — пока образовывались галактики и планеты, пока на Земле возникали континенты, появлялись травы и деревья. В прошлом эта сила время от времени ненадолго обнаруживала себя. Наши предки австралопитеки, а за ними и первобытные люди замечали краткие вспышки молний. Однако, единожды проявившись, эта сила быстро возвращалась в то незримое царство, из которого вышла. На протяжении большей части своей истории человечество топталось рядом с ней, не подозревая о ее существовании.

Исаак Башевис Зингер описывает в одном из своих произведений средневекового ирландского крестьянина, который однажды ночью, стягивая с себя льняную рубаху, замечает, как из ее ткани вырываются яркие искорки. Если бы герой Зингера призвал на следующую ночь старейшин деревни и священника, дабы и они узрели это чудо, они бы ничего, скорее всего, не увидели — искры статического электричества возникают только в сухом воз-

духе, а Ирландия — страна сырая. Никто бы заметившему их крестьянину не поверил, и опыт его никто повторить бы не смог. Даже в сухих пустынных странах пыль и песок заставляют эти разрозненные искорки появляться и исчезать самым непредсказуемым образом.

Отдельные попытки проникнуть в этот тайный мир предпринимались еще во времена классической Греции, но даже в середине 1700-х подлинных знаний о нем существовало совсем не много. Крупный шаг вперед был сделан тщеславным, что и пошло на пользу делу, итальянским исследователем Алессандро Вольта. Было бы великим деянием, решил он, отыскать врата, через которые вступает в мир загадочное “электричество”, — и после множества попыток Вольта понял, где его должно искать. Он обнаружил, что, если с одной стороны поднести ко рту медный диск размером с монету, а с другой — диск цинковый, а затем одновременно коснуться их кончиком языка, в языке возникнет ощущение покалывания. Так он открыл первую в мире исправно работавшую “батарею” — у себя во рту.

Вскоре Вольта обнаружил, что любые два металла позволяют проделать такой же фокус, если разделить их малым количеством слюны, рассола — любой едкой жидкости. Как это работает или почему рассол позволяет создавать на одном из металлов дополнительное количество электронов, Вольта не знал, однако он научился посылать пощипывающую язык струйку электронов по проводу, протянутому вдоль его лабораторного стола, и прославился тем, что описал это явление, чем вполне и удовлет-

ворился. То непонятное, что истекало из его батареи, устремлялось вперед, точно вода в реке, и потому было названо “электрическим током”.

Вот это и составляло практически все, что люди знали на заре викторианской эпохи: два металла, расположенные вблизи один от другого, могут иногда порождать в соединяющем их проводе разбрасывающий искры электрический ток. Явление это представлялось слабеньким, хоть и любопытным. Однако первая полезная дверь в мир, до той поры закрытый и запечатанный, все же приотворилась.

В этой книге я рассказываю о том, что произошло за два столетия, протекших с тех пор, как человечество приоткрыло эту дверь. В первой части книги мы увидим викторианских исследователей, которые имели об электричестве лишь самые скудные представления и тем не менее ухитрялись создавать устройства, коих прежде никто не мог и вообразить. Среди этих устройств оказались телефон, телеграф и электрическая лампочка, а также “американские горки” и быстроходные трамваи, приводившиеся в движение мощными электрическими моторами. Во Франции еще в 1859 году — до начала Гражданской войны в Америке — существовала даже электрическая копировальная машина.

Мир начал меняться. Новая волна электрических технологий помогла создать современные корпорации и добиться избирательного права для женщин; благодаря ей образовались пригороды, уходившие от городов на большие расстояния, и сенсационные газетки, а сжатые телеграфные сообщения породили в конечном счете новый, хемингуэ-

евский стиль прозы. Один жизнерадостный руководитель телефонной компании заметил, что американцы стали первыми на планете людьми, способными прерывать любовные утехы ради того, чтобы поговорить по телефону.

На этом все могло бы и остановиться, однако в середине 1800-х величайшие из английских ученых сумели приоткрыть ведущую в царство электричества дверь чуть шире. Они обнаружили, что по проводам электричество течет не само собой. Существует что-то еще, некий всепроникающий разлив невидимых волн, которые и подталкивают электричество. Во второй части книги я покажу, что все вокруг — от воздуха над нами до самих наших тел — заполнено миллионами этих незримых летучих волн.

Одни ученые, услышав об этих волнах, прониклись благоговейным трепетом и еще больше укрепились в религиозной вере; другие увидели в доселе неслыханных волнах механизм, обеспечивающий существование внечувственного восприятия и иных телепатических явлений.

Мысль о том, что наш мир пронизан невидимыми волнами, казалась настолько странной, что убедить большинство ученых в ее правдивости удалось, лишь осуществив в холодных глубинах Атлантики колоссальный инженерный проект. И еще до конца девятнадцатого столетия отыскался целеустремленный экспериментатор, который нашел способы, позволяющие высвобождать эти волны из медных проводов и отправлять их в свободный полет. Его опыты привели к экспериментам с сото-

выми телефонами (а примитивный мобильный телефон работал на лондонской улице Портланд-Плейс — как раз напротив нынешнего Дома радиовещания Би-би-си — еще в 1879 году). Несколько десятилетий спустя обрели свою нынешнюю форму и телевизор с радаром, питаемые все теми же незримыми волнами. В третьей части книги я расскажу, как эти волны стали использовать — сначала в мирных, а там и в военных целях.

В двадцатом веке дверь открылась еще шире. Несколько физиков оказались наконец-то способными взглянуть электричеству прямо в лицо. Тех из них, что были помоложе, увиденное привело в благоговейный трепет, многие из более пожилых — включая даже великого Эйнштейна — отступили назад, говоря, что они никогда не смогут принять то, что им ныне открылось.

А открылось им следующее: атомы, из которых мы состоим, вовсе не похожи на миниатюрные солнечные системы с электронами, вращающимися по своим орбитам, точно миниатюрные планеты вокруг крошечного солнца. Ничего подобного, электроны — а они играют центральную роль в том, как воздействует на нас электричество, — способны неистово телепортироваться из одного места в другое. Именно природу таких скачков, предсказуемую лишь отчасти, и подразумевал Эйнштейн, когда произнес свое знаменитое: “Бог не играет с Вселенной в кости”. (И именно в ответ на этот афоризм Эйнштейна его друг Нильс Бор раздраженно ответил: “Перестаньте указывать Богу, что ему следует делать!”)

Эти скачки электронов внутри нас таковы, что, если бы Земля была электроном, она могла бы в мгновение ока отскочить от Солнца и повиснуть где-нибудь над Юпитером. И тогда семейство, вкушавшее завтрак в городе Дулут, штат Миннесота, увидело бы, выглянув в окно, Чрезвычайно Большое Красное Пятно и хором застонало бы, а все его члены ухватились бы за стол, понимая, что может произойти следом. Эти несчастные, стараясь удержать тарелки на столе, пережили бы новую череду рывков, пока Земля скакала бы по космосу куда-то еще — может быть, возвращаясь на свою орбиту, а может быть, уносясь в далекую звездную систему, где всех их ожидали бы новые приключения и новые горы битой посуды.

Эти новейшие открытия могли бы остаться лабораторными курьезами, однако в двадцатом столетии мир пережил две самые страшные за всю его историю войны, а во времена столь бедственных всякий, кто обещал объяснить, как движутся, перенося заряд, электроны, имел хорошие шансы получить на свои исследования дополнительные средства. В четвертой части книги я покажу, как эти буйные телепортационные скачки удалось использовать в первой думающей машине столетия, а в конечном итоге и в микрочипах, которые ныне работают день за днем в мобильных телефонах, пассажирских реактивных самолетах, нефтяных насосах и во всех прочих устройствах, столь насущно важных, как показал приведенный выше воображаемый пример с отключением электричества, для нашей жизни.

Работает электричество и в наших собственных думающих машинах — в человеческом мозге, — поэтому книга завершается разделом, в котором рассказывается, как это удалось выяснить и как выясненное привело к появлению таблеток прозака, каковые, когда мы их проглатываем, преобразуются в жидкое электричество, способное формировать наши настроения. Мы используем электричество для того, чтобы ощущать присутствие рядом с нами других людей; каждый, к кому мы прикасаемся и кого целуем, навек оставался бы вне пределов нашей досягаемости, если бы электроны, сокрытые в наших пальцах и губах, препятствовали этим непосредственным контактам.

Предмет нашего обсуждения чудесен, но сложен. Чтобы не перегружать основной текст книги деталями и оговорками, я поместил в конце ее примечания, в которых содержатся и разного рода пояснения, и кое-какие курьезы — скажем, тот факт, что невидимые волны, излучаемые нашим мозгом, имеют длину в 299 километров; еще большее число подробностей, касающихся истории и науки, можно найти на моем веб-сайте davidbodanis.com.

Истории, которые будут рассказаны в этой книге, в такой же мере относятся к религии, любви и мошенничеству, в какой и к бесстрастной науке или технологии. Они поведут нас из подвалов горящего Гамбурга Второй мировой войны к Алану Тьюрингу, блестящему изобретателю компьютера, затравленному властями той самой страны, которую он спас от гибели; от родившегося в трущобах

Майкла Фарадея, которого современники обходили молчанием по причине его религиозных убеждений (и которому именно его вера позволила первым увидеть электрические силы, незримо сплетающиеся в пространстве), к избалованному живописцу Сэмюэлу Морзе, ретиво баллотировавшемуся на пост мэра Нью-Йорка с программой, главным пунктом коей было преследование католиков, и многое — гораздо большее, чем он когда-либо соглашался признать — выведавшему о том, как работает телеграф, у бывшего колониста, который и представить себе не мог, что кто-нибудь надумает патентовать идею, столь очевидную.

Мы встретимся с жизнерадостным двадцати с чем-то летним иммигрантом Александером Беллом, отчаянно пытающимся завоевать любовь своей глухой ученицы, и с сорока с чем-то летним Робертом Уотсоном Уаттом, столь же отчаянно пытающимся избавиться от приевшегося ему брака и сбежать из прескучнейшего в 1930-х городка Слау. Мы увидим Отто Леви, который, проснувшись посреди одной пасхальной ночи, понял, что он разрешил вопрос о том, как электричество работает в наших телах, а поутру не смог разобрать ни слова в тех каракулях, коими наспех записал, не вылезая из постели, свою идею; и мальчика из сельской Шотландии, Джеймса Клерка Максвелла, считавшегося у грубиянов, с которыми он учился в начальной школе, дураком и ставшего величайшим физиком-теоретиком девятнадцатого столетия, давшим о внутренней структуре Вселенной представления, глубину и истинность коих осознали лишь ученые позднейшего

времени. Все эти истории покажут нам, как постепенно становилась понятной безмерная сила электричества, как она выходила наружу из своего потаенного царства — равно как и то, что мы, несовершенные человеческие существа, сотворили из волшебной мощи, которую она нам даровала.

ЧАСТЬ I
Провода

Когда Вселенная была еще молода, в самые первые мгновения после Большого Взрыва из кружащей, как вихрь, печи, которая заполняла собою пустое пространство, начал изливаться мощный поток электронов. Многие из них стали частью простых атомов водорода, которые пронеслись через космос и закончили свой путь внутри огромных звезд. В ходе долгого их пребывания внутри звезд, а затем, в еще большей степени, когда звезды начали взрываться, многие из этих простых атомов оказались слепленными друг с другом — и с такой силой, что возникли атомы более крупные. Так появились металлы — медь, железо и серебро. Миллиарды лет эти металлы также летели через пространство. Со временем некоторые из них притянула к себе молодая Солнечная система, и они стали частью геологических отложений Североамериканского континента. К ним присоединились и атомы других металлов,

созданных взрывами других далеких звезд.
И глубоко внутри каждого атома, скрытого в этих
отложениях, сохранился мощный
электронный заряд.

Возвышались и рушились горы. В папоротниковых
лесах охотились гигантские рептилии; менялись
экосистемы, и теперь уже в сосновые и лиственные
леса выходили поохотиться гигантские
млекопитающие. Из Азии начали перебираться на
Американский континент небольшие сообщества
людей, вооруженных стрелами и копьями; а еще
тысячи лет спустя туда же на огромных судах
приплыли из Европы и Африки куда большие
количества людей. Происходили жестокие
пограничные войны, зарождались новые поселения.
Землю перепаживали, чтобы высадить растения,
в нее зарывались в поисках металла. Для скрытых
электрических зарядов, просуществовавших
без перемен миллиарды лет, наступало время
высвобождения.

Глава 1

Колонист и денди

Олбани, 1830.

и Вашингтон, округ Колумбия, 1836

Джозеф Генри был рослым, костлявым американцем, происходившим из удаленных, приграничных мест штата Нью-Йорк и успевшим к своим тридцати годам поработать прислугой (ушел — слишком скучно), строителем (ушел — слишком мало платили), рабочим-металлистом (ушел — слишком жаркая работенка), а затем геодезистом, и это уже был полный кошмар, поскольку его уговорили в течение нескольких зимних месяцев вести по зимним лесам целую команду к канадской границе (холодища стояла жуткая). Вернувшись в 1826 году из экспедиции, во время которой он только чудом и не обморозился, Генри услышал о месте в школе его родного города Олбани. Жалованье там платили небольшое, к тому же Генри как новый в школе человек должен был преподавать наряду с другими предметами и элементарную арифметику. Однако



ДЖОЗЕФ ГЕНРИ

в школе хотя бы топили, и потому Генри немедленно ухватился за эту работу.

Ему приходилось поддерживать порядок в классе, состоявшем из дюжины фермерских сынков, мальчишек, отлично владевших искусством метания шариков из жеваной бумаги и фехтования на карандашах, — однако Генри знал, как сделать их счастливыми. Все мальчишки любят что-нибудь строить, и чем постройка больше, тем лучше. Вот он и предложил им построить нечто и вправду очень, очень большое.

Генри решил, что новая, связанная с “электричеством” область знаний вполне подходит для поисков свежей идеи, тем более что он давно уже прояв-

лял к этой области интерес — время от времени, на любительский манер. Это слово охватывало многое множество эффектов, от малых искр статического электричества до гигантских молний, превосходные исследования которых провел прославленный отставной типограф из Филадельфии Бенджамин Франклин. Вообще область была интересная, поскольку работавший в ней человек едва ли не всегда имел дело с той или иной испускающей искры субстанцией. Что представляет собой электричество, никто на самом-то деле толком не знал, однако кое-какие интригующие намеки на этот счет Генри слышать случалось.

До Олбани доходили далеко не многие из европейских научных журналов, однако один все же дошел — правда, с опозданием на несколько месяцев: ему пришлось совершить обычное долгое плавание через океан, а затем еще дожидаться, когда на Гудзоне растает лед, — и в нем описывался удивительный опыт, поставленный вышедшим незадолго до того в отставку британским артиллерийским офицером Уильямом Стердженом.

Когда Стерджен взял кусок железа и обвил его проволокой, ничего особенного не произошло. Как тому и быть надлежало. Однако, стоило ему подсоединить проволоку к батарее — так, чтобы по ней потек таинственный “электрический” ток Алессандро Вольта, самая обыкновенная железка словно ожила. Она обратилась в сильный магнит, который притягивал к себе другие куски металла, — как если бы из проволоки в железо вдруг перетекла некая незримая сила. Отключи батарею, и все прекра-

тится, железо станет инертным, а то, что оно к себе притянуло, попадает на стол или на пол. Металл просто-напросто утратит магнитные свойства.

Что ему делать со своим открытием, Стерджен не знал, зато это знал, и очень точно, Генри. Его учеников одолевала обычная в зимнюю пору непоседливость, а придуманная Стердженем удивительная игрушка вполне могла увлечь их воображение. Мальчики хорошо владели навыками ручного труда, любили работать с крепкими основательными материалами, как, собственно, и их родители — большинство стоявших вокруг Олбани деревянных домов было построено совсем недавно, и нередко их строили сами переселенцы. Если ему удастся соорудить по-настоящему огромный электрический магнит, все мальчишки будут у него в кармане.

Изготовление “элементов Вольты” — батарей, которым предстояло питать всю эту штукуну, большого труда не составляло, поскольку железная руда имелаась в тех местах в избытке — ее либо добывали в окрестностях Олбани, либо привозили из больших портов Восточного побережья. Работа у Генри шла быстро, и к 1827 году он повторил опыты Стерджена, создав электромагнит, способный поднимать железку весом под два килограмма. Мальчики его класса обмотали проволокой кусок железа еще больших размеров. Когда к проволоке подключили батарею, выяснилось, что *этот* магнит поднимает уже больше девяти килограммов. Генри стал увеличивать число витков, а когда они оказались в такой близости друг от друга, что начали

искрить, он просто попросил свою молодую жену пожертвовать ее нижними юбками, поручил ей разрезать их на полоски, коими и обвил медный провод, заизолировав его так, что витки удалось расположить еще ближе один к другому.

К 1830 году он смог построить здесь, у самой границы Америки, небольшого размера электромагнит, способный поднимать и удерживать 340 кг. Школьники, которым все это страшно нравилось, разумеется, приглашали своих еще не покинувших ферм приятелей полюбоваться на такое чудо из чудес. Да и Генри тоже гордился своим достижением, хоть и по причине более основательной. Человеком он был глубоко религиозным и всегда подозревал, что Бог создал немало чудес, которые обычными глазами увидеть невозможно. А он, проявив достаточную изобретательность, сумел явить людям скрытые Божьи труды.

На достигнутом Генри не остановился. Он взял теперь уже небольшой железный стержень и обвил его проволокой так плотно, что при подключении батареи этот стержень поднимал больше 680 кг — вес нескольких кузнечных наковален. Для пущего эффекта Генри установил этот магнит на крепких, похожих на строительные леса подмостках. При отключении батареи все поднятое железо с грохотом рушилось на землю — “что неизменно порождало великую сенсацию”, как писал впоследствии Генри.

Бывают времена, когда всякое дело более чем стоит подкреплять сопутствующими объяснениями — это хорошо окупается, — а бывают и такие,

когда для движения вперед лучше всего ограничиться честным ремесленным трудом. Ученым будущего еще предстояло установить, что атомы, из которых мы состоим, вовсе не сплошные маленькие шарики, что некоторая их часть содержит электрический заряд и может быть оторвана от них. Эти “отрывные” кусочки атомов были названы электронами, и к концу 1800-х ученые пришли к убеждению, что они-то и катятся внутри проводов, и именно энергия электронов наделяет электрический ток присущей ему силой. Когда во время бури происходил разрыв электрического кабеля, разлетавшиеся во все стороны искры свидетельствовали о наличии внутри него потока электронов. Электроны катились и в телефонных проводах, а в мощных прожекторах их было еще больше.

Генри и сам в итоге стал видной фигурой в исследованиях, которые привели к этим открытиям: в последующие годы он был признан одним из величайших американских физиков, а жизнь свою закончил на посту директора Смитсоновского института. Однако в то время, будучи довольно молодым еще человеком, да к тому же застрявшим в Олбани, он понимал, что ему не по плечу отыскать какие-либо объяснения всей той подъемной силы и грохота, которые создаются его электромагнитами.

Вместо этого он изобрел телеграф. Что оказалось делом не таким уж и хитрым. Генри просто удлинил провод, шедший от батареи к электромагниту. Электроны, которые истекали из входившего в состав батареи металла, были достаточно сильны

для того, чтобы прокатиться по всей длине провода. Теперь он мог не держать батарею вплотную к электромагниту, но выносить ее в соседнюю комнату или оттаскивать дальше по коридору, а то и спускать этажом ниже. Таинственная электрическая сила проливалась от батареи по проводу и включала электромагнит, расположенный на другом его конце. И любая железка, оказавшаяся рядом с магнитом, плотно прилипала к нему.

Конечно, если бы всякий раз, как Генри требовалось послать по проводам какую-нибудь букву алфавита, а его телеграфный аппарат поднимал бы и после ронял здоровенные железяки, пользоваться им было бы сложновато. И Генри вернулся к использованию совсем маленьких электромагнитов — меньших даже, чем те, которые соорудил когда-то британский офицер. Рядом с электромагнитом он поместил крошечное подобие кастаньеты. Подключи батарею, и по проводу побежит ток, запитает электромагнит, а тот притянет к себе язычок кастаньеты. И ты услышишь щелчок. Отключи батарею, выключится и электромагнит. Язычок вернется на место — и ты услышишь второй щелчок. Генри сообразил, что это позволит с легкостью осуществлять связь — нужно лишь договориться, какие сочетания щелчков представляют ту или иную букву алфавита. Электрические заряды, столь долгое время дремавшие в древних металлах, выходили теперь наружу, питая эти щелчки.

Школьникам Олбани новое изобретение понравилось — и понравилось еще сильнее после того, как Генри позволил им заменить кастаньету звон-

ком. Когда один из мальчиков подключал и отключал батарею, его друзья находившиеся в соседней комнате, а то и в дальнем конце коридора, слышали звон, состоявший из коротких всплесков звука, которые следовали один за другим с той скоростью, с какой способна была двигаться рука этого мальчика.

В этот момент нашего рассказа на сцене появляется человек совершенно иного склада, обладающий собственными представлениями о том, как можно использовать эти связанные с электричеством открытия. Сэмюэл Морзе изучал изящные искусства в Академии Филлипса и Йельском университете, а в начале третьего десятка своих лет жил на родительские деньги в Лондоне. Внешне он выглядел обычным студентом-живописцем, человеком не от мира сего, объяснившим в одном из множества писем к родителям, что просит присылать ему еще больше денег не потому, что столкнулся с какими-то трудностями в писании портретов, в них ему без особых усилий удавалось добиваться большого сходства с натурщиками, но скорее потому — надо же быть честным, — что он художник настолько замечательный, что даже утонченные британцы оценить его не в состоянии: “...не буду у меня высокой цели стать первоклассным портретистом, — писал он матери, — я избрал бы совершенно иную профессию. Мое стремление — стать одним из тех, кто воскресит великолепие и блеск пятнадцатого столетия, воскресит гений Рафаэля, Микеланджело или Тициана”.

Однако этой благородной позой прикрывался человек просто-напросто исступленный. Отец его, евангелист кальвинистского толка, с детства внушил сыну веру в то, что Америку погубят тайные заговоры, и, когда Морзе возвратился на родину и обнаружил, что зарабатывать на жизнь живописью ему не удастся, он ухватился за идеи отца да еще и развил их. Теперь только он один и был способен определить, кто они, эти страшные силы, которые разрушают Америку — и лишают коммерческого успеха вполне заслуживающих такового художников. Разумеется, среди них числились негры, евреи и прочие нежелательные элементы, однако за всеми ними стояли католики, а за католиками иезуиты — тайные, до зубов вооруженные иезуиты, опутавшие сетью своих миссий все Соединенные Штаты, устраивающие оружейные склады в ирландских женских монастырях и все до одного подчиняющиеся австрийскому императору.

Он сочинял на сей счет памфлеты, однако никто на них внимания не обращал, и Морзе, увидевший в этом еще одно свидетельство существования заговора, попробовал в 1836 году баллотироваться на пост мэра Нью-Йорка, используя в своей кампании лозунги, призывавшие к преследованию католиков. “Мы обязаны противиться Злу, которое угрожает всем нам, — писал он. — Неужели вы так и не осознаёте реальность этой угрозы? Пробудитесь! Пробудитесь! Молю вас. Все по местам!”

Выборы он, разумеется, проиграл и удалился в свое уединенное орлиное гнездо — квартиру,

находившуюся в одном из самых высоких зданий Нью-Йорка и глядевшую окнами на недавно основанный Нью-Йоркский университет, — в ней-то он и додумался до того, что надлежит предпринять. Если иезуиты правят Америкой, используя незримую силу, значит, необходимо, чтобы он, Морзе, и все прочие достойные американцы создали аналогичные средства, которые позволяли бы отвечать ударом на удар. Практически идеальным было бы нечто способное распространяться повсюду и переносить информацию со скоростью электричества.

На его удачу, Морзе, как-то плывший кораблем из Лондона, подслушал разговор двух пассажиров — они обсуждали способы, посредством которых можно использовать электричество для передачи информации на большие расстояния. К тому времени эта идея получила довольно широкое распространение. Джозеф Генри уже преподавал в Колледже Нью-Джерси (которому предстояло вскоре обратиться в Принстонский университет), и кое-какие сведения о его работах появлялись в газетах. Попытки подобного рода предпринимались и в Европе. К примеру, в Англии Чарльз Уистон и Уильям Кук протянули провод от Юстонского железнодорожного вокзала в Лондоне до странно округлого здания станции в Камдене — на расстояние, несколько превышавшее милю. Когда они подключали юстонский конец этого провода к батарее, в Камдене срабатывал электромагнит. Местным жителям их затея очень понравилась, поскольку один-единственный телеграфный про-

вод заменил пронзительные свистки и оглушительные барабаны, посредством которых прежде извещали о прибытии и отправлении поездов.

Теперь, в своем нью-йоркском прибежище, Морзе, произведя несколько неудачных попыток самостоятельно построить работающий телеграф — технические его дарования были столь же скудны, сколь и артистические, — впал в отчаяние и едва не сдался. Тем не менее он верил, что должен существовать какой-то более легкий путь, и потому решил заручиться помощью человека, который действительно понимает, как работает электричество, и сможет объяснить это ему.

По этой-то причине Джозеф Генри и оказался в своем принстонском кабинете — что произошло, скорее всего, весной 1838 года — лицом к лицу с на редкость нервным экс-живописцем.

Генри и в Принстоне не утратил добродушия, коим отличался в Олбани. Студенты его любили. К тому времени он протянул в принстонском кампусе более мили телеграфных кабелей, и студенты неизменно помогали ему в этой работе. Он с удовольствием растолковал Морзе, как работает телеграфная система, рассказал о батареях, электромагните и витках проволоки. В Америке, молодой, развивающейся стране, все достойные граждане обязаны, считал Генри, делиться друг с другом знаниями — это хорошо и правильно.

Морзе же, покидая Принстон, знал, что хорошо и правильно по крайней мере для одного достойного гражданина. Он всегда норовил запатентовать все, что сможет, — еще состоя в художниках,

он намучился с неудобным инструментом для обтесывания мрамора и запатентовал другой, — вот и теперь Морзе тоже оформил патенты как на сведения, почерпнутые им из трудов Генри, так и на методы, о которых он узнал, читая отчеты европейских исследователей.

Идея использования простого телеграфного кода получила к тому времени распространение на редкость широкое. Великий немецкий математик Карл Фридрих Гаусс, наладивший телеграфную связь в университетском городке Геттингене, заставил принимавший сигналы электромагнит тянуть стрелку либо вправо, либо влево. Если она отклонялась вправо, это обозначало, скажем, букву “e”. Если влево — это могло обозначать букву “a”. Два отклонения вправо, могли обозначать “i”, тогда как другие сочетания отклонений вправо и влево — все прочие, несколько реже используемые буквы, такие как “x” и “z”. И другие ученые тоже раз за разом предлагали аналогичные коды, поскольку имело прямой смысл закреплять простейшие сигналы за наиболее часто используемыми буквами, а более сложные — за используемыми реже. (Чтобы понять, какие буквы используются чаще, а какие реже, довольно было просто заглянуть в типографию. Там перед наборщиками стояли большие коробки с литерами “e”, используемыми чаще всего, и совсем маленькие с теми, которые требовались очень редко, — “q”, “x” и “z”.)

Морзе понадобилось несколько лет — и продуманное привлечение ключевых фигур конгресса к финансированию его трудов, — прежде чем он полу-

чил от правительства средства, достаточные для создания большой, работающей опытной модели своего телеграфа. В первые недели коммерческого использования протянутой в 1844 году линии, которая связала Вашингтон с Балтимором, трафик обошелся потребителям всего в тринадцать с половиной центов, однако в следующем году линия была удлинена и начала приносить уже по сто долларов каждую неделю, а по прошествии еще десяти лет Морзе стал одним из самых богатых людей Северной Америки.

Так ли важно, что идею своего изобретения он, по сути дела, украл? Телеграфы уже работали в Германии и Англии, а в Америке другие изобретатели были близки к тому, чтобы повторить пример этих стран. И если бы Морзе не запустил американскую систему первым, это несомненно сделал бы кто-то другой.

Высшее правосудие, хоть оно и не помешало обогащению Морзе, нанесло ему удар иного рода. Джозеф Генри вел приятную и спокойную жизнь, не испытывая никаких затруднений со студентами и пользуясь уважением коллег. Морзе же, которому для достижения его целей пришлось прибегнуть ко множеству ухищрений и махинаций, увяз на следующие три десятилетия в судебных процессах, отстаивая патенты, которые он оформил на свое имя. (Был один весьма неприятный момент, когда его адвокату пришлось заявить в Верховном суде, что записная книжка, содержавшая подлинные и истинные, сделанные рукой Морзе заметки об устройстве телеграфа, удивительным образом

погибла во время пожара, которого, впрочем, никто не видел, — и совсем незадолго до того, как адвокат должен был предъявить ее суду.)

Изобретение Морзе привело и к иным неожиданным последствиям. До появления телеграфа почтовые сообщения приходилось просто перевозить из одного города в другой на лошадях — эти животные тащили весившую порой несколько сотен килограммов поклажу по каменистым дорогам и грязным рытвинам, временами натываясь на упавшее дерево. А это требовало и больших запасов корма для лошадей, и основательной инфраструктуры — производства седел и подков, содержания конюшен и так далее. За немногими исключениями, информация в начале девятнадцатого века перемещалась с такой же скоростью, какую ей удавалось набирать в древнем Шумере.

Теперь же для отправки тех же сообщений требовалось просто пустить по тонкому медному проводу электрический ток, состоящий из таинственных “искорок”. Во времена Генри никто не ведал, что эти искорки имеют какое-то отношение к электронам, весящим каждый много меньше миллионной доли грамма. Однако и он, и его современники понимали, что по проводам бежит нечто намного меньшее — и бежит намного быстрее, — чем все, что существует в обычном мире. Батарея, достаточно малая для того, чтобы поместиться в наперстке, обладала способностью посылать сообщения на огромные расстояния и с огромной скоростью.

Мир изменился. Обмен финансовыми новостями разных городов происходил теперь мгновенно,

что привело — заодно с усовершенствованными возможностями торговли внутренней информацией — к возникновению корпораций нового типа. Их расположенные в разных городах офисы легко поддерживали связь друг с другом. Сети железных дорог стали более сложными, поскольку протянутые вдоль железнодорожных путей телеграфные провода позволяли синхронизировать отправление и прибытие поездов в масштабах целой страны.

Происходили сдвиги и в человеческой психологии. До распространения электричества время представлялось явлением местным, переменчивым, персональным. Между часовыми системами Нью-Йорка и Балтимора, к примеру, существовал сдвиг величиной в несколько минут, поскольку города эти находились на разных долготах, и луна вставала в Балтиморе на несколько минут раньше, чем в Нью-Йорке. Каждый город представлял собой отдельный мир, отчего разумно было считать и каждого человека, прогуливавшегося здесь либо там или работавшего на той либо иной ферме, частью столь же отдельного мира. Теперь же эти миры можно было синхронизировать, и, где бы вы ни находились, вы знали, что ваша жизнь основательно “контролируется” универсальным часовым временем.

То была ранняя форма глобализации. По мере распространения телеграфной связи на Центральную и Восточную Европу миллионам ее крестьян приходилось обзаводиться фамилиями, поскольку это облегчало разраставшейся правительственной бюрократии выполнение задач по их образо-



Сэмюэл Морзе

ванию, обложению налогами и всяческому учету. В прошлом быстрое перемещение больших армий оказывалось возможным лишь благодаря появлению время от времени военного гения вроде Наполеона или недолговечному энтузиазму революционных масс. К середине 1800-х, однако, десятки тысяч ошарашенных рекрутов раз за разом обнаруживали, что их пешие переходы или передвижение на поездах координируются по телеграфу и это позволяет им подбираться сколь возможно ближе к местам, в которых, увы, скапливались доставленные туда подобным же образом тысячи солдат врага.

Газеты перестали быть изданиями, в которых велись неторопливые дискуссии или печатались придворные сплетни; ныне они во многом зави-

сели от своих специальных зарубежных корреспондентов. Дипломатические кризисы разрешались быстрее, поскольку министерства иностранных дел постоянно пробуждались от спячки только что поступившими депешами с пометкой "срочно". Массовые политические движения распространялись скорее, чем прежде, — то же относилось и к новым методам производства.

И еще одно следствие: рабочих мест в Америке возникало все больше, и благодаря телеграфной глобализации все большее число европейцев получало возможность условиться о получении работы в этой стране и перебраться в нее. Для их доставки — поначалу тысячами, а там и десятками тысяч — создавались новые пароходные линии. Среди приезжавших были евреи, протестанты, католики, и всех их распирала энергия. И в результате возникла динамичная, наполненная эмигрантами Америка. Возникло все то, что так нравилось Джозефу Генри.

И что так ненавидел Сэмюэл Морзе.

Глава 2

Алек и Мейбл

Бостон, 1875

Грандиозные преобразования, к которым привело изобретение телеграфа, распространялись по всему земному шару в течение нескольких десятилетий. А затем, начиная с 1860-х, наступила долгая пауза. Отчасти ее причиной было то, что главный центр всяческих новаций — Соединенные Штаты — сначала погрязли в ужасной Гражданской войне, а затем долгое время оправлялись от ее последствий. Однако и в 1870-х фундаментально новых технологий так и не появилось.

Денег для субсидирования новых идей на Уолл-стрите и в лондонском Сити более чем хватало, другое дело, что идеям этим надлежало быть удобопонятными, всего лишь видоизменяющими то, что существовало и до них. Однако величайшие эффекты электричества — новую силу, получаемую от огромного числа скрытых в нем заряженных частиц, — еще предстояло выявить творениям, в ту

пору даже невообразимым. Одно из таких обладавших фундаментальной новизной изобретений появилось лишь жарким летом 1875 года, и автором его оказался совершенно непритязательный молодой человек, двадцативосьмилетний учитель, открывший в Бостоне собственную школу. И человеком этим правила не алчность и не жажда власти.

Им правила любовь.

К сожалению, предмет его страсти, Мейбл Хаббард ("Вы не знаете, — в отчаянии писал он ей, — вы и догадаться не можете, как сильно я люблю вас"), принадлежала к числу учениц молодого человека, и потому он считал себя обязанным первым делом поведать о своих чувствах ее родителям. Увы, хоть он и расписывал радужные виды на будущее и даже постарался, чтобы им попалась на глаза его витиеватая подпись, в которой к скучному *Alec* была для пущей красоты добавлена буква *k* — *Aleck*, — большого впечатления этот молодой человек на родителей Мейбл не произвел. Дело в том, что она происходила из очень богатой семьи — ее отец владел значительной частью центральных кварталов Бостона, — к тому же ей едва исполнилось семнадцать, и, что было самым главным, в детстве она переболела скарлатиной. Инфекция поразила уши Мейбл, лишив ее способности слышать. Алек, собственно, и преподавал в школе для глухих, а Мейбл вот уже десять лет как не слышала ни единого звука музыки и человеческой речи. Она научилась немного петь и читать по губам, а родители старались оградить ее от любых переживаний. И Алеку было запрещено признаваться ей в любви.

Их первая тайная встреча продлилась около суток — старшая сестра Мейбл решила помочь влюбленным, пригласив заинтриговавшего ее “пожилого” учителя в семейный дом. Сестра даже оставила Алека и Мейбл наедине — почти на десять минут, в саду, где она вскоре появилась с букетиком цветов, чтобы поиграть в “любит, не любит”.

После этого эпизода родители еще раз поговорили с Алеком, а несколько недель спустя мать Мейбл зачитала ему письмо от нее, служившее, как сказала миссис Хаббард, доказательством того, что все кончено. Действительно, Мейбл объявляла в этом письме, что учителя своего не любит — и дело с концом.

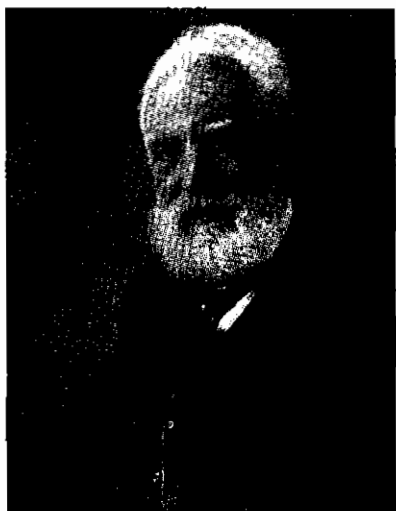
Алек поклялся уважать желания родителей Мейбл и оставался верным этой клятве аж до самого августа, а там отыскал всю семью в ее летнем доме в Нантакете. Он поселился на этом острове в отеле “Океанский дом”; в первый день его пребывания там разразилась страшная гроза, и Алек просидел весь этот день в своем номере, изливая душу в письмо. “Я люблю Вас со страстной привязанностью, понять которую Вам не дано... — горестно писал он, — и теперь настал *Ваш* черед сказать, желаете Вы видеть меня или нет”. На следующее утро он пришел к ее дому, чтобы передать письмо, был встречен в дверях кузеном Мейбл и снова услышал, что Мейбл не желает его видеть, что она не любит его, что все кончено.

Принято говорить, что слепота отрывает человека от предметного мира, а глухота — от мира

людей. Алек был полон решимости устранить этот разрыв — не посредством слов, ибо разговаривать с Мейбл ему уже доводилось, но посредством настоящей любви. Безутешный, он вернулся в Бостон. Однако его еще и распирали идеи, и он уже потратил год, подбираясь все ближе к реализации одной из них, действительно очень хорошей. Ибо полное имя Алека было таким — Александер Грейам Белл, и в скором времени ему предстояло изобрести телефон.

В начале 1870-х, когда Алек перебрался из Британии в Америку, выяснилось, что по обычной телеграфной линии можно посылать не один сигнал, а сразу несколько. (Представьте себе человека, быстро работающего с телеграфным ключом правой рукой, а левой, немного медленнее, с другим таким же. Каждая рука посылает по проводу последовательность щелчков, последовательности эти перекрываются во времени, однако, внимательно вслушиваясь, можно различить структуру каждой из них.) Алек был одним из изобретателей, работавших, хоть в его случае и урывками, эту идею, но затем он увлекся другой, куда более интересной, идеей: возможно, удастся передавать по телеграфному проводу не просто щелчки, но полноценный звук. Чтобы опробовать эту идею, он соорудил опытный образец своего будущего аппарата.

В марте 1875-го, за полгода до первого разговора с родителями Мейбл, он поехал с этим аппаратом к человеку, который, как слышал Алек, был когда-то видным ученым, — к уже состарившемуся отставному профессору Принстона Джозефу



АЛЕКСАНДЕР ГРЕЙАМ БЕЛЛ

Генри. Аппарат представлял собой батарею, соединенную электрическим проводом с камертоном. Включая и выключая ее, Алек заставлял камертон звучать по-разному. Он спросил у Генри, стоит ли ему разрабатывать эту идею самостоятельно или лучше позволить заняться ею другим. Годы спустя он вспоминал: "Я считал, что мне не хватает знаний в области электричества, необходимых для того, чтобы преодолеть все трудности. Лаконичный ответ [Генри] был таким: "ДЕЙСТВУЙТЕ". Я не могу даже рассказать, как ободрило меня это единственное слово".

Теперь, вернувшись в Бостон, Алек сообразил, что шанс получить руку Мейбл у него все же имеется. Что будет, если он доведет свое изобретение до конца? Он добьется денег, славы, уважения ее

родителей и — возможно ли такое счастье? — пышной свадьбы, утопающей в огромном количестве цветов.

До той стадии разработки, на которой находилось изобретение Алека, добралось еще некоторое число исследователей, однако никто из них, насколько знал Белл, дальше продвинуться не смог. К тому же Алек не просто любил Мейбл, его любовь распространялась на все сообщество глухих. И это наделяло его очень сильными побудительными мотивами. Собственная мать Алека была лишена слуха — именно поэтому он и основал свою школу для глухих. Алек вырос в семье, где без понимания того, как может передаваться звук, выполнение самых обычных повседневных дел было попросту нереальным.

Дед Алека был актером и умелым чревовещателем; некоторыми чертами его характера Джордж Бернард Шоу наделил своего профессора Генри Хиггинса из “Пигмалиона”. Да и отец Алека потратил так много времени, помогая жене общаться с людьми, что в конечном счете понял: обычный способ классификации речи — простое составление длинных списков всевозможных звуков — глухому человеку ничем не поможет.

И отец Алека сосредоточился не на конечном звуке, но на процессе его создания. Он начертил ряд маленьких схем, показывавших различные положения языка и губ, и назвал их “Зримая Речь”. Схемки эти были просты настолько, что в них с легкостью разбирался даже ребенок. Дабы продемонстрировать это, отец Алека созвал гостей и предложил

им воспроизвести звуки экзотические либо неожиданные — щелчки языка южно-африканского племени коса, округлое испанское “р” и даже шмыганье носом. Затем он передал карточки со схемами воспроизведения этих звуков своим сыновьям, ждавшим в соседней комнате. И Алек с братом, опираясь на одни только карточки, смогли, двигая языками и сужая или расширяя горло, точно воспроизвести звуки по рисункам отца.

Создание звука всегда всерьез интересовало Алека, и в своей бостонской школе он довел до совершенства те идеи, которые были необходимы ему для создания по-настоящему работающего телефона. Одному из любимых его учеников, Джорджи Сандерсу, было, когда Алек начал с ним заниматься, всего пять лет. Поначалу Алек просто играл с ним, затем начал наклеивать на его игрушки ярлыки с простыми словами, показывая мальчику эти слова всякий раз, как тот брал в руки одну из игрушек. Позднее Белл писал: “Помню утро, когда Джорджи спустился сверху в приподнятом настроении, ему очень хотелось поиграть с его куклой... Я вытащил игрушечную лошадку — она была не тем, что ему требовалось. Столик — опять не то. Он, казалось, совершенно растерялся, не знал, что ему делать, и явно считал меня законченным тупицей. В конце концов, впав в полное отчаяние, он подошел к нашей картотеке, недолго думая вытянул карточку со словом “кукла” и показал ее мне”. С этого началось настоящее обучение: Алек добился того, что в сознании мальчика идея игры с куклой соеди-

нилась со странными закорючками — с написанным на кусочке картона словом КУКЛА. И теперь каждый день, в то время, когда Алеку предстояло появиться в его доме, пятилетний Джорджи стоял у окна, с нетерпением ожидая своего старшего друга.

Алек же, проводя время с Джорджи, понял то, что большинство других людей, исследовавших возможности телефонии, упустили из виду. Они, как правило, подсоединяли к принимающему концу телеграфного провода десятки камертонов, посылали по нему сочетания щелчков, пытаясь добиться такой вибрации камертонов, чтобы она воспроизводила слово.

Толку от этого было мало. После многих часов терпеливой работы с Джорджи Сандерсом Алек понял: общение начинается с идеи — такой, как желание пятилетнего мальчика поиграть с куклой. Затем вы выбираете для выражения этой идеи правильное слово — КУКЛА — на одной из карточек Джорджи и только после этого облачаете слово в звуки. И любой телефон, создавал Алек, должен будет следовать этой же последовательности. Но кто знал, как потаенные мысли преобразуются в звуковые вибрации?

Знала Мейбл. Алека она любила безмерно. Ее мать лгала, читая ему в начале того лета якобы написанное ею письмо с “отказом”.

“Думаю, я уже достаточно взрослая, — писала в том же году Мейбл родителям, — чтобы иметь право знать, говорил ли [Алек] с тобой и с папой [о своих чувствах]. Я понимаю, что еще не стала

настоящей женщиной, однако... я все больше и больше ощущаю себя женщиной, которой прежде не знала". И затем, подчеркнуто: "Вам не следует писать о том, что я принимаю или отвергаю [его] предложение".

Она и Алек полюбили друг друга, хотя ни один из них в своем чувстве не признался, еще за год до этого. Близость их возникла в месяцы обучения: Мейбл нашла человека, который оказался способным пробиться сквозь ее глухоту; Алек — женщину, достаточно верившую ему для того, чтобы разделять с ним все его интересы. Когда она запаздывала на занятия, он встречал ее карету, и они вместе бежали по снегу в класс; они разговаривали о политике, о своих семьях, а порой просто обменивались слухами. И время от времени, когда она пыталась воспроизвести тот или иной звук, он прикасался к ее горлу, а она прикасалась к его — вполне благопристойно, ведь их окружали другие ученики, и, по всей видимости, лишь для того, чтобы выяснить, какие вибрации порождают то или иное слово. Однако каждый из них подозревал, о чем думает при этом другой — или другая.

"Ваш голос прекрасен", — сказал он ей после одного из уроков, прибегнув для этого к языку жестов и тщательной дикции, позволявшей Мейбл прочесть сказанное по его губам. Ее это ошеломило, о чем она и написала родителям. Голоса своего она почти не помнила и знала, что никогда больше не услышит его. И никто даже не подумал сказать ей, что он прекрасен!

Когда в то утро в Нантакете кузен Мейбл не пустил гостя в дом, она пришла в ярость. Несколько позже ей удалось послать Алеку письмо, по которому чувствовалось: она считает, что лишилась всех шансов на счастье. “Возможно, самое лучшее для нас — не встречаться какое-то время, — писала она, — а при встречах не говорить о любви”. Разумеется, все эти решения пошли прахом при первой же их встрече, и поражение родителей стало неизбежным. Мать Мейбл уже имела некоторый опыт жизни с наделенной сильной волей дочерью — старшей сестрой Мейбл — и знала, что ставить рогатки на пути молодой любви дело бессмысленное. Она пригласила Алека в дом, чтобы поговорить о его идеях — они *казались* такими многообещающими, — затем пригласила снова. У него состоялся по крайней мере один довольно бурный разговор с отцом Мейбл, время от времени влюбленные ссорились — как же без этого? — затем мирились и наконец в День благодарения 1875 года, бывший одновременно и днем восемнадцатилетия Мейбл, она призналась Алеку в любви, и поцеловала его, и даже согласилась выйти за него замуж — при условии, что он кое от чего откажется. Условие Мейбл состояло в том, что он должен выбросить из своего имени эту самую “k”, что он и сделал — на весь остаток своей семидесятилетней жизни.

Понимание того, каким образом вибрации порождают звуки, доминировало над всем временем его бессловесного ухаживания за Мейбл. Оно

же было главным мотивом его учительства. Когда выяснилось, что некоторым из самых маленьких учеников его бостонской школы грозит опасность со стороны проносившихся по улице конных фургонов, приближения которых они слышать не могли, Алек предложил, чтобы они, отправляясь на прогулки, брали с собой надувные шарики. Создаваемые фургонами вибрации, передававшиеся по булыжным мостовым Бостона, заставляли шарики подрагивать, извещая детей о том, что следует отскочить в сторону.

В 1875 году его любовь и изобретательство сошлись воедино. Почему бы не попытаться создать искусственную гортань, которая имитировала бы человеческий голос? Алек знал, что это возможно, поскольку подростками он и его брат уже соорудили однажды искусственные горло и губы. Язык они изготовили из нескольких обернутых тканью лопаточек, установив за ним гортань только что забитого барана и поместив под ней мехи, игравшие роль легких. Накачивая мехи и тщательно перемещая гортань с самодельным языком и губами, они заставляли это устройство вопить “Мама!” — да так отчетливо, что сосед сверху не выдержал и закричал, чтобы кто-нибудь покормил наконец ребенка.

Несколько позже они поупражнялись на своей домашней собаке, многострадальном скайтерьере. Сначала братья научили его издавать негромкое ровное рычание, а затем — с помощью многочисленных печений и иных соблазнительных лакомств — терпеть, когда Алек мягко пережимал

ему гортань, а его брат складывал так и этак губы. К большому изумлению их друзей, собака издавала при этом несколько простых, но отчетливо различимых “слов”.

Ныне, в Бостоне, отец Мейбл, смилившийся с выбором дочери, решил помочь Алеку — дабы тот получил в дальнейшем возможность содержать ее. Он начал оплачивать услуги помощника Алека, молодого механика по имени Том Уотсон, и эти двое двадцатилетних с хвостиком энтузиастов подготовили для экспериментов листок тонкого пергамент, примерно в ладонь размером. Если держать его у рта и произносить слова, пергамент будет рябить, вздуваться и опадать, повторяя исходящие из вашего горла звуковые вибрации, — совсем как шарики, которые носили с собой маленькие подопечные Алека, как кожа на горле Мейбл в те трепетные дни и месяцы, когда он был ее учителем.

Для получения работающего телефона Алеку требовался способ преобразования ряби, которой покрывался при произнесении слов пергамент, в электричество. За месяцы, потраченные им на скучную работу по усовершенствованию телеграфа, Алек узнал многое и особенно хорошо помнил одно ключевое наблюдение. Когда электрический заряд изливается из батареи в провод, по нему течет устойчивый ток. Однако, если вы станете сгибать или перекручивать этот провод, прохождение тока затруднится, поскольку вы измените внутреннее сопротивление провода.

Алек поднес листок пергамент к губам, поместив по другую его сторону тонкую проволочку —

так, что она почти касалась листка. Когда он проносил какое-то слово, воздух, исходящий из его рта, толкал пергамент на проволочку. Изгибалась она от этого не сильно — создаваемые речью звуковые вибрации не так уж и велики, — однако для протекавшего по проволочке малого электрического тока этих изгибов хватало. Алек представлял себе, как начинают загибаться концы проволочки, как электрические искры или жидкость, протекавшие по ней — точных представлений о том, что происходит внутри проволочки, он не имел, — начинают сдавливаться, отчего протекать им становится труднее. Они сталкиваются с возрастающим сопротивлением. А затем, когда гигантский Гулливер, поднесший эту проволочку ко рту, умолкает, все порывы ветра и сотрясения земли прекращаются. Проволочка распрямляется, и текущий по ней электрический ток вновь набирает полную скорость, поскольку сопротивление опять понижается.

В последующие годы многое в этом аппарате было изменено, однако суть осталась прежней: современный телефон именно так и работает. Вы говорите в микрофон, который немного смахивает на человеческую гортань. Микрофон подрагивает от неравномерно вырывающихся из вашего горла потоков воздуха: жизнерадостные, высокие звуки заставляют его вибрировать с большей частотой, молчание или негромкое хмыканье — вибрировать почти неprimетно или вообще оставаться неподвижным. И все это порождает электрический ток, точно отображающий неровный рисунок вашего голоса.

Когда этот ток достигает того конца провода, на котором находится слушатель, происходит то же самое, но в обратном порядке. Все отраженные микрофоном возвышения и опадания вашего голоса поступают в приемник. Если ток велик, принимающая поверхность — ныне ею стала пластмассовая мембрана — колеблется быстро, и в ухе слушателя звучит громкий и ясный голос. Если же ток слаб, мембрана наушника колеблется медленно, и слышится голос тихий. Изобретение Белла позволило передавать по тысячам метров провода даже шепот и при этом без каких-либо искажений.

Алек — не без некоторых понуканий со стороны волновавшихся за судьбу дочери родителей Мейбл — подал патентную заявку, а затем запатентовал и усовершенствования своей первой модели. Вскоре после этого состоялась свадьба, украшенная, к наслаждению Мейбл, множеством белых лилий. Алек подарил ей жемчужное ожерелье, серебряный кулон в форме телефонного аппарата и 1497 акций еще не оперившейся компании “Белл телефон”, которые ныне стоили бы, если бы так и хранились в семье, несколько миллиардов долларов. Менее чем год спустя у них родился первый ребенок. Брак Беллов продлился до скончания их дней.

Глава 3

Томас и Джи-Джи

Нью-Йорк, 1878

Работа, проделанная Беллом в 1870-х, словно вскрыла источник, из которого потоком хлынули важные открытия. Если бы проконсула Римской империи вдруг перенесли в стоявшее посреди грязной, заболоченной равнины американское поселение, именовавшееся фортом Дирборн в 1850 год нашей эры — время, от которого до изобретения Белла было уже рукой подать, — обнаруженное там его сильно не удивило бы. Он увидел бы повозки на конной тяге и деревянные дома, свечи и масляные лампы, горевшие по ночам. Несколько установленных в больших городах телеграфных аппаратов качества повседневной жизни почти не изменили. А вот попади этот проконсул туда же, но во время, которое наступило по прошествии срока жизни всего лишь одного поколения, в год 1910-й, он обнаружил бы, что грязный городишко словно взорвался, обратившись в Чикаго — город автомо-

билей, электрического освещения и телефонных столбов, город, по которому на огромных скоростях проносятся мощные электрические заряды, и вот этот город поразил бы нашего путешествующего во времени проконсула по-настоящему.

Начало второму поколению преобразований положили изобретатели-одиночки, такие, как Белл. Однако в ходе 1870-х все возраставшее число открытий совершалось большими исследовательскими группами, работавшими совершенно по-новому — в промышленных исследовательских лабораториях. Это они разрабатывали генераторы, трамваи, двигатели, системы освещения, которые создали современный Чикаго и другие великие города мира.

Для управления этими большими исследовательскими лабораториями требовались люди совершенно иного склада, ничем не похожие на мягкого Алека Белла. Разумеется, директора этих лабораторий должны были понимать, что представляет собой электричество, однако они должны были также выполнять задания сверху... и не особенно волноваться по поводу того, что эти задания собой представляют.

Самым сильным из таких новых руководителей промышленных исследований был Томас Эдисон, и один из крупных его успехов пришелся на 1877 год, когда он получил важное задание — разгромить Белла. Крупнейшая телеграфная компания мира, "Вестерн юнион", внимательно следила за тем, что делает Белл, и еще до того, как была

готова окончательная модель его аппарата, попыталась однажды упросить изобретателя оставить на одну ночь опытный образец в ее нью-йоркской штаб-квартире — для “проверки”. Белл был человеком доверчивым, но *не настолько* и оставил образец в безопасности своего гостиничного номера.

Когда же он получил патент, потребовались меры более серьезные — ибо кто же мог позволить какому-то выскочке подкапываться под гигантскую индустрию? Определенно не Уильям Ортон, глава “Вестерн юнион”. Стратегия его была проста почти до неприличия. После Гражданской войны в Америке начался разгул насилия. Забастовки нередко подавлялись с помощью ружейной стрельбы и динамита; новые инвестиционные фирмы уничтожались компаниями, уже укрепившими свои позиции. Нет ничего удивительного в том, что и в сфере технологии начали появляться хищники — богатые финансисты норовили доводить изобретателей до банкротства. Обнаружив новый электрический продукт, они старались отыскать разбирающегося в технике наемника, достаточно искусного для того, чтобы наладить производство этого же продукта, но с некоторыми изменениями в процессе самого производства. Изначальный изобретатель разорялся, богатая компания начинала производить копию его изобретения, а наемник, обеспечивший этот успех, становился богатым человеком.

Поскольку телефон Белла грозил подорвать основы всего телеграфного бизнеса, Ортону пришлось призвать себе на помощь самое сильное

из известных ему подкреплений. А таковым был молодой Томас Эдисон, человек, у которого, как с радостью поведал Ортон одному из своих друзей, “вакуум там, где у других людей совесть”.

Эдисон был почти одногодком Белла, но происходил из среды совершенно иной. Вместо заботливых родителей и дядюшек Белла и образования, полученного им в Шотландии и Лондоне, Эдисон получил в подарок от судьбы отца, которой однажды выпорол его на главной площади их городка, и школу на границе штата Мичиган, которую он бросил еще подростком. Несколько лет Эдисон зарабатывал на жизнь как странствующий телеграфный оператор, ночуя в разбросанных по всей Америке дешевых отельчиках и меблированных комнатах. Для любого пятнадцатилетнего юноши такая жизнь была бы тяжела, а Эдисон был ко всему прочему еще и туг на ухо. Когда ему хотелось как следует расслышать игру на пианино, он брал кусок дерева, впивался в него зубами и со всей доступной ему силой прижимал деревяшку к корпусу инструмента. (“Птичьего пения я не слышал с двенадцати лет”, — как-то заметил он мимоходом).

Женившись совсем еще молодым человеком, Эдисон оказался связанным с женщиной, с которой, как он в скором времени обнаружил, у него не было почти ничего общего; а когда он попытался опробовать первое запатентованное им изобретение — предназначенный для законодателей электрический регистратор голосов, который должен был использоваться при голосовании, — его попросту осмеяли: всякий понимающий человек знал, что



ТОМАС ЭДИСОН

законодатели меньше всего нуждаются в быстром подсчете их голосов.

Ко времени, когда он добрался до Нью-Йорка, Эдисон был человеком обозленным, бедным и очень умным, а именно такой и требовался, чтобы спокойно и холодно разрушить чужую работу. По прошествии времени он отчасти исправился, однако тогда до этого было еще далеко. В том, что создал Белл, присутствовал один изъян, и Эдисон принял задание Ортона — воспользоваться им, чтобы уничтожить и все остальное.

Аппарат Белла зависел от микрофона, принимавшего вибрации человеческого голоса и обрабатывавшего их в электрический ток, который бежал

по проводу, протянутому от одного аппарата к другому. Однако для того, чтобы заставить сигнал пройти расстояние, превышавшее несколько сот метров, человеку приходилось орать во все горло, а на расстоянии в несколько километров сигнал затухал до полной неслышимости. Эдисон обдумал это и понял, что существует способ передачи сигнала по телефонному проводу на расстояния много большие. Прежде чем кто-нибудь хотя бы задышит в микрофон, нужно, чтобы батарея пустила по проводу сильный и ровный электрический ток. Когда начнется разговор, дыхание говорящего будет лишь слегка видоизменять уже сильный сигнал, всего лишь делая его либо чуть более сильным, либо чуть более слабым. В результате голос говорящего затухать не станет, а разговор удастся вести на расстоянии в десятки километров.

Ортон пришел в восторг и заплатил Эдисону сумму, эквивалентную нескольким миллионам нынешних долларов. Однако восторгался Ортон недолго, ибо, хоть Белл и был человеком кротким, тесть его таковым отнюдь не являлся. Были наняты адвокаты, организована утечка информации в газеты, не исключено даже, что Ортону тайком пригрозили. Кончилось все тем, что Белл свои главные телефонные патенты сохранил, хоть "Вестерн юнион" и стала получать некоторую прибыль от усовершенствованного ею микрофона.

Эдисона и его команду все это уже не заботило. Урочная работа разрушителя патента заставила его задуматься о том, как Белл использовал сопротивление провода для изменения протекаю-

щего по нему электрического тока. Эдисон сообразил, что этот прием можно использовать и в других устройствах. И уже 20 октября 1878 года Дж. Пьерпонт Морган написал своему парижскому представителю: “В последние несколько дней я уделял много времени предмету, который, возможно, будет иметь для всех нас первостепенное значение... В настоящий момент секретность важна настолько, что я не решаюсь доверить подробности бумаге. Речь идет об Эдисоновом электрическом освещении...”

Эдисон имел обыкновение ворчливо уверять знакомых и посещавших его газетчиков, что он лишь простой человек, которого больше всего на свете интересует создание имеющих практическое применение устройств. Однако это было неправдой. Если человеку хватает ума на то, чтобы продублировать или усовершенствовать чужое важное изобретение, что Эдисон и проделал с телефоном Белла, ему обычно хватает такового и на то, чтобы самому придумать нечто значительное. В юности Эдисон пытался читать труды Ньютона. И ему хотелось сделать существенный, оригинальный вклад в развитие нового мира электричества — мира, в котором его техническое мастерство позволит ему разбогатеть. В этом отношении отнюдь не плохим началом стала бы работающая электрическая лампочка.

Исследователи уже десятилетиями мечтали об искусственном электрическом свете, однако к успеху никто из них пока сколько-нибудь близко не подобрался. Каждый, кто наблюдал за литьем

железа, знал, что нагреваемый металл сначала краснеет, потом становится оранжевым, а затем может раскалиться и добела. Если бы можно было подсоединить кусок металла к батарее и нагреть его электрическим током до достаточной температуры, это дало бы нужный свет. Но как заставить металл светиться столь долго, чтобы это могло иметь практическое применение?

Вот такого эффекта никому добиться и не удавалось. Понимание микромира оставалось еще настолько неразвитым, что управлять мощностью высвобождавшегося электричества было затруднительно. В начале 1872 года в России Александр Лодыгин развесил двести электрических ламп по верфи Адмиралтейства в Санкт-Петербурге, однако горели они до того мощно, что нитей накаливания их хватило всего на несколько часов работы.

Впрочем, соблазн электрического освещения никуда не делся, поскольку с лучшими из его альтернатив — масляными и газовыми лампами — были связаны свои проблемы. В начале 1800-х для получения относительно чистого масла забивали огромные стада китов. Когда же это масло стало слишком дорогим, пришлось перейти на керосин и другие более тяжелые масла, однако такие лампы сильно дымили, издавали неприятный запах и приводили — если их роняли — к пожарам. Природный газ был немного лучше, но он дорого стоил, перекачивать его по трубам на большие расстояния было трудно, а владельцам газовых ламп приходилось то и дело подкручивать горелки, чтобы от них не валили облака сажи.

Первым металлом, который Эдисон испытал, пытаясь создать электрический свет, была платина, поскольку она обладала самой высокой среди всех известных металлов температурой плавления. Однако платина была и самым дорогим из всех известных металлов, и Эдисон очень скоро перешел на иные, более дешевые. Некоторое время он надеялся добиться успеха, используя никель. Этот металл не перегорал так быстро, как другие, опробованные Эдисоном, но даже при небольшом токе давал свет слишком сильный. “Из-за огромной мощности света... — читаем мы в записной книжке Эдисона, — промучился вчера с 10 вечера до 4 утра от жуткой боли в глазах... Чтобы заснуть, пришлось принять большую дозу морфия”.

В конце концов он научился сооружать никелевые лампы так, что на них не приходилось постоянно смотреть, однако и они перегорали слишком быстро. Его коллега вспоминает одну из первых демонстраций, устроенную Эдисоном для финансистов с Уолл-стрит, дававших деньги на его работы: “Я и сегодня словно вижу, как он [никелевый провод] раскаляется докрасна, слышу слова мистера Эдисона: “Добавьте тока”, — лампы начинают сиять... А затем... вспышка, дымок, и механическая мастерская погружается в кромешную тьму”.

Первый трюк, к которому Эдисон прибег, чтобы помешать нитям накаливания перегорать, состоял в избавлении их от контакта с кислородом. А для этого требовалось окружить нити вакуумом. Эдисон купил насосы, чтобы откачивать воздух из стеклянных емкостей, усовершенствовал их, нанял

превосходного стеклодува, и вскоре в его лаборатории, располагавшейся в сельской местности штата Нью-Джерси, команда Эдисона создала стеклянные емкости, смахивавшие по форме на бутон тюльпана, — привычные нам лампочки, — в которых воздух был разреженнее, чем на вершине Эвереста, в нескольких сотнях километров над поверхностью Земли. К концу 1879 года в распоряжении Эдисона имелись стеклянные сосудики, плотность воздуха в которых была почти в миллион раз меньше плотности того воздуха, которым мы дышим.

Однако и это не помогло. Любая металлическая нить, которую Эдисон помещал в такую колбочку, разогревалась настолько, что либо выгорала, либо плавилась, либо лопалась, либо — несмотря на низкое давление воздуха в колбочке — с шипением испарялась. И Эдисон решил: необходимо попробовать не металл, а что-то другое.

Некоторое время он помещал между двумя электродами кусочки обуглившейся бумаги и наблюдал за их свечением, он испытал также пробку, а следом хлопковую нить. Последняя оказалась особенно многообещающей, и Эдисон довольно долго трубил о своем великом успехе. Однако со временем и этот успех обернулся неудачей, и отчаявшийся Эдисон принялся разглядывать тлеющие фрагменты бумаги под микроскопом, но обнаружил только одно: увеличения микроскопа не хватает для того, чтобы увидеть электрические искры, которые, по его представлениям, пронизывали эти фрагменты. Но он по-прежнему верил, что пролетающие по нитям накаливания электрические частицы бьют по ним

Первым металлом, который Эдисон испытал, пытаясь создать электрический свет, была платина, поскольку она обладала самой высокой среди всех известных металлов температурой плавления. Однако платина была и самым дорогим из всех известных металлов, и Эдисон очень скоро перешел на иные, более дешевые. Некоторое время он надеялся добиться успеха, используя никель. Этот металл не перегорал так быстро, как другие, опробованные Эдисоном, но даже при небольшом токе давал свет слишком сильный. “Из-за огромной мощности света... — читаем мы в записной книжке Эдисона, — промучился вчера с 10 вечера до 4 утра от жуткой боли в глазах... Чтобы заснуть, пришлось принять большую дозу морфия”.

В конце концов он научился сооружать никелевые лампы так, что на них не приходилось постоянно смотреть, однако и они перегорали слишком быстро. Его коллега вспоминает одну из первых демонстраций, устроенную Эдисоном для финансистов с Уолл-стрит, дававших деньги на его работы: “Я и сегодня словно вижу, как он [никелевый провод] раскаляется докрасна, слышу слова мистера Эдисона: “Добавьте тока”, — лампы начинают сиять... А затем... вспышка, дымок, и механическая мастерская погружается в крошечную тьму”.

Первый трюк, к которому Эдисон прибег, чтобы помешать нитям накаливания перегорать, состоял в избавлении их от контакта с кислородом. А для этого требовалось окружить нити вакуумом. Эдисон купил насосы, чтобы откачивать воздух из стеклянных емкостей, усовершенствовал их, нанял

превосходного стеклодува, и вскоре в его лаборатории, располагавшейся в сельской местности штата Нью-Джерси, команда Эдисона создала стеклянные емкости, смахивавшие по форме на бутон тюльпана, — привычные нам лампочки, — в которых воздух был разреженнее, чем на вершине Эвереста, в нескольких сотнях километров над поверхностью Земли. К концу 1879 года в распоряжении Эдисона имелись стеклянные сосудики, плотность воздуха в которых была почти в миллион раз меньше плотности того воздуха, которым мы дышим.

Однако и это не помогло. Любая металлическая нить, которую Эдисон помещал в такую колбочку, разогревалась настолько, что либо выгорала, либо плавилась, либо лопалась, либо — несмотря на низкое давление воздуха в колбочке — с шипением испарялась. И Эдисон решил: необходимо попробовать не металл, а что-то другое.

Некоторое время он помещал между двумя электродами кусочки обуглившейся бумаги и наблюдал за их свечением, он испытал также пробку, а следом хлопковую нить. Последняя оказалась особенно многообещающей, и Эдисон довольно долго трубил о своем великом успехе. Однако со временем и этот успех обернулся неудачей, и отчаявшийся Эдисон принялся разглядывать тлеющие фрагменты бумаги под микроскопом, но обнаружил только одно: увеличения микроскопа не хватает для того, чтобы увидеть электрические искры, которые, по его представлениям, пронизывали эти фрагменты. Но он по-прежнему верил, что пролетающие по нитям накаливания электрические частицы бьют по ним

изнутри с такой силой, что проволока или любая другая нить разогревается — точно так же, как трение потираемых одна о другую ладоней согревает каждую из них. И Эдисон решил отыскать нить, по которой ток будет протекать с большей легкостью.

“Я уверен, — почти впад в отчаяние, сказал он своим сотрудникам, — что где-то в мастерской Всевышнего имеется растение с нужными нам геометрически параллельными волокнами. *Ищите его*”.

И они принялись за поиски. Денег у Эдисона было больше, чем у любого другого изобретателя, — нью-йоркские финансисты выдавали их, почти не считая, — и, что было еще важнее, у его сотрудников имелся наисильнейший из стимулов. Зная, что собственные его сила и напористость объясняются тем, что когда-то он был бедняком, Эдисон, как правило, брал на работу людей себе подобных. Среди них были бродячие механики, бог весть чем занимавшиеся во время Гражданской войны, был замечательно одаренный лондонский кокни Сэмюэл Инсулл и многие другие. Эта команда накопила немалый опыт по части нитей накаливания и воздушных насосов, теперь же она взялась за соби-
рание научных трудов по растительным тканям. А когда рытье в книгах не дало нужного им ответа, они отправились в разъезды — кто на Кубу, кто в Бразилию, кто в Китай и другие страны Востока. И там, на юге Центральной Японии, они обнаружили бамбук “мадаке”. Его волокна отвечали нуждам Эдисона намного лучше, чем платина, никель и даже обожженная хлопковая нить, которая давала наилучшие до сей поры результаты.

Когда сотрудники Эдисона подсоединили жилы из японского бамбука к проводам батареи и включили ее, в провода хлынул мощный поток электронов, и бамбук слегка засветился. Когда же они поместили бамбук в стеклянную колбу и откачали из нее воздух, он начал светиться все сильнее, сильнее и сильнее. В России платиновые лампочки смогли проработать самое большее двенадцать часов; в Англии усилия Джозефа Свана и других, предпринятые примерно тогда же, когда ставил свои опыты Эдисон, позволили продлить работу лампочек до нескольких десятков часов. Японский же бамбук, который светился в герметичной стеклянной колбе, содержащей подобие космического вакуума, протянул более 1500 часов.

Чтобы это изобретение стало по-настоящему практичным, Эдисону и его сотрудникам пришлось сделать еще и немало других. Первый их импульс состоял, как обычно, в том, чтобы украсть потребное у коллег-изобретателей. Однако они вторглись в область настолько девственную, что простое копирование чужой работы было в ней далеко не всегда возможным. Электрические лампочки, например, должны были легко входить в патроны, и команде Эдисона пришлось создать оригинальную модификацию ввертышей керосиновых канистр (отсюда и наши нынешние вворачиваемые в патрон лампочки). Пришлось также отыскать способ такого крепления стекла к этим ввертышам, при котором внутрь лампы не мог просачиваться воздух, заставлявший нить накаливания сгорать слишком быстро.

Однако потребовались и иные изобретения. Например, система автоматического измерения количества использованного электричества (чтобы выставить за него счета); нужно было усовершенствовать способ питания лампочки, и вскоре Эдисон и его сотрудники углубились в новую территорию настолько, что, сами того не заметив, вообще перестали копировать чужие патенты. Телефон мог изобрести и одиночка. А вот Эдисонова лампочка потребовала десятков синхронизированных разработок, касавшихся выключателей, предохранителей, линий питания, изоляторов для подземных кабелей и тому подобного. Эдисон уже больше не жульничал. Он обратился в творца.

Поток изобретений конца 1870-х выплеснулся далеко за пределы тех разработок, которые половиной столетия раньше повлекло за собой создание телеграфа. Телеграф, как казалось, обладал бесконечной силой: череда производимых им безобидных щелчков преобразовала деловой мир, финансовые рынки, методы сбора и доставки новостей, политические организации всего земного шара. Ускоренная передача информации словно бы сжала этот шар, сделав его много меньшим, — точно так же, как электрическая лампочка сжимала границы ночной тьмы.

Но как бы далеко ни уходили телеграфные сигналы, единственным, что они “создавали” на другом конце провода, были простые щелчки. Инженеры викторианской эпохи сумели заставить двигаться гигантские объекты — локомотивы, поршни фабричных машин, однако основу всего этого со-

ставляла огромная, лязгающая паровая машина. Ныне, в последние десятилетия девятнадцатого столетия, они разрабатывали один за другим способы, позволявшие направлять заряженные электрические частицы в устройства совершенно новые, да и использовать эту энергию по-новому, с большей оригинальностью.

Наиболее мощным из этих новейших изобретений оказался электрический двигатель. Маленькие игрушечные моторчики существовали уже несколько десятилетий, однако, как и в случае телефона Белла, Эдисон и его команда — а наряду с ними и многие другие — смогли значительно усовершенствовать их.

Чтобы понять, что происходит внутри такого двигателя, представьте себе циферблат часов с одной только длинной минутной стрелкой, установленной на двенадцать. Стрелка эта стремится пребывать в покое, однако кто-то вмонтировал в циферблат — там, где находится цифра три, — маленький электромагнит.

Когда он включается, у металлической стрелки не остается иного выбора, как только начать поворачиваться, ибо электромагнит притягивает ее к себе. Если бы он так и оставался включенным, стрелка остановилась бы, подрагивая, в том месте, в которое он ее притянул.

Но вместо этого — и как раз перед тем, как стрелка достигает цифры три, — некий мучитель выключает этот электромагнит и включает другой, расположенный под цифрой девять. Накопленный стрелкой импульс пронесит ее мимо цифры три,

однако она не останавливается, замедлившись, но продолжает движение к девятичасовой позиции.

Если бы на этом все фокусы и закончились, стрелка застряла бы на девяти. Представьте, однако, что, едва она туда добирается, девятичасовой магнит выключают. Минутная стрелка пролетает мимо цифры девять, тут же включается трехчасовой магнит, и все это нелепое кружение повторяется заново. Минутная стрелка приобретает сходство с борзой, которая летит на собачьих бегах за поддельным зайцем, никогда не догоняя его.

Вот это и есть электрический двигатель. (Когда он работает, вы слышите, как все это происходит, поскольку внутри него кроются два электромагнита, каждый из которых с коротким жужжанием включается и выключается 110 раз в секунду, отчего возникает 220 звуковых импульсов. Это создает гудение, по тону близкое к среднему “до”.) Чтобы получить от такого двигателя энергию, нужно как-то ухватиться за его вращающуюся часть. Если вернуться к нашему воображаемому примеру, представьте, что вы прикрепили к минутной стрелке нитку, в этом случае электромагниты, гоняющие стрелку по кругу, смогут поднимать и опускать привязанную к нитке кукольную плетеную корзиночку. Однако увеличьте размер такого устройства, как это сделали Эдисон и другие, и гигантские электромагниты, расположенные в трех- и девятичасовой позициях, начнут крутить металлический стержень, силы которого хватит, чтобы поднимать лифт весом в тонну, а то и больше по лифтовой шахте высокого здания.

Нужнейшая вещь для небоскребов. Конечно, для них были потребны и крепкие металлические балки, однако эти здания вряд ли вызвали бы большой энтузиазм, если бы обитателям их приходилось подниматься по десяткам лестничных маршей. При наличии же электрических лифтов необходимость в этом отпадала. Земельные участки стоили в Нью-Йорке и Чикаго денег очень немалых, поэтому строить по вертикали было дешевле. И скоро в силуэтах этих и других городов появились высокие, питаемые электричеством здания. Электрические заряды, насчитывавшие миллиарды лет от роду, использовались теперь для того, чтобы доставлять конторских служащих викторианской эпохи наверх по узким лифтовым шахтам.

Электрические двигатели меньших размеров, те, в которых длина вращающегося металлического стержня не превышала нескольких десятков сантиметров, могли приводить в движение колеса трамваев. И это тоже привело к мгновенным переменам, поскольку все большему и большему числу людей уже не приходилось жить на расстоянии пешей прогулки от заводов и контор, в которых они работали. Небольшое число особ, богатых настолько, что они могли позволить себе содержание лошадей и карет, давно уже так и жили, а паровозы сделали возможным ежедневное массовое перемещение работников из загорода в город и обратно. Теперь же число таких людей возросло еще сильнее. И вдоль новых трамвайных линий начали возникать протяженные пригороды.

Однако этим использование электрических двигателей не ограничилось. Трамвайные компании, построившие большие силовые станции, чтобы питать электричеством свои трамваи, обнаружили, что после семи вечера, когда рабочие разъезжаются по домам, электричество им девать некуда. Как можно было использовать его излишки? Одним из решений этой проблемы стало создание современного развлекательного парка. По всей Америке, а частично и в Центральной Европе на окраинах городов появились работающие на электричестве “русские горки” и ярко освещенные игровые галереи. К 1901 году питаемые электричеством и принадлежавшие трамвайным компаниям парки аттракционов имелись уже в большинстве крупных городов США.

В таких парках смешивались люди самые разные, и представителям старшего поколения это нравилось далеко не всегда. До того как стали возможными недорогие поездки в подобные парки, дети бедняков и иммигрантов обычно находили для себя круг общения в окрестностях своих жилищ. Приглядывать за ними и родителям, и соседям большого труда не составляло. Когда же дети получили возможность посещать парки аттракционов и встречаться там с кем угодно, контролировать их стало невозможно. Иногда в парках происходили стычки между разными группами, а иногда — ухаживание, тайные поцелуи, что в итоге привело к увеличению числа браков между представителями разных слоев общества.

Изменилась и промышленность, ибо место, в котором производилась энергия, могло теперь на-

ходиться вдали от места, в котором она использовалась. Одними из первых подвижных устройств, основанных на этом принципе, стали фуникулеры Сан-Франциско, поскольку таскать тяжелый металлический двигатель вверх и вниз по холмам этого города было не под силу даже паровым машинам. Тот же принцип использовался и на питаемых электричеством фабриках. Рабочим уже не приходилось толпиться вокруг станков, стоявших почти вплотную к паровой машине или получавших энергию от длинного приводного ремня. Собственно говоря, отпала и необходимость держать на территории завода саму паровую машину, требовавшую к тому же немалых запасов угля. Как и в случае с фуникулерами Сан-Франциско, энергию можно было производить в десятках и сотнях километров от того места, в котором она потреблялась. И промышленные города начали появляться даже там, где не было ни угля, ни водопадов.

Революция происходила повсюду, в том числе и в жилищах людей. Впервые в истории запасаемая в тканях человеческого тела глюкоза перестала быть единственным источником энергии, необходимой для выполнения тягостных домашних работ — переноски вещей, уборки дома и стирки. Выполнение многих из этих задач взяли на себя маленькие электрические моторчики.

А это привело и к сдвигу в отношениях, с незапамятных времен казавшихся нерушимыми. Когда слуги на коленях отмывали грязный пол либо оттирали закопченные каминные, или бегали по лестницам с плещущими водой ведрами, они выглядели

настолько отличными от людей, вольных вести неторопливые беседы или читать, что трудно было даже вообразить их существами, “заслуживающими” на выборах права голоса. (Да и сами измотанные слуги могли считать, что требовать такого права было бы с их стороны непомерной наглостью.) Но после того, как появились электрические насосы и моторчики, приводившие в движение стиральные машины, а следом и электрические холодильники, и электрические швейные машины, и много чего еще, объем ручного труда уменьшился, а заодно уменьшилась и степень раболепия: ну-ка, давайте сюда избирательное право для рабочего класса; а затем стала казаться возможной и ересь совсем уже несусветная — избирательное право для женщин!

Эдисон должен был испытывать счастье — ведь он и его сотрудники, его исследования и разработки сыграли столь важную роль в создании всех этих технических новинок. И хотя к старости он стал немного ворчливым, Эдисон любил эти новые приспособления и принимал большую часть этих общественных перемен. И все-таки удовлетворения он не ощущал. Он продолжал ломать голову над научными основами всего происходившего — и так, как делали это лишь очень немногие из его коллег-инженеров.

Эдисона считали величайшим в его время знатоком электричества, но даже он не знал, что происходит внутри электрического провода. Когда журналисты просили его объяснить, как на самом-то деле работают его великие изобретения, он по боль-

шей части отшучивался, говоря, что такими материями следует заниматься чудаковатым профессорам и что, когда они до чего-нибудь додумаются, он будет уже долгое время лежать в могиле. Впрочем, однажды ему было дано некое подобие намека на истину. В 1883 году он заметил, что внутри то одной, то другой из испытываемых им электрических ламп появляется черное пятнышко. Это представлялось странным, поскольку при установке в стекло нити накаливания оно всегда было чистым. Царапиной пятнышко быть не могло (нить никогда стекла не касалась), пылью и сажой тоже (способный переносить их воздух внутри лампочки отсутствовал).

Эдисона эти черные точки озадачили. Не перелетает ли нечто от нити к стеклу? Ему хотелось исследовать это явление, однако его помощники заниматься им отказались. Если бы речь шла о практическом изобретении, они бы работали часами, чтобы помочь Старику. А маленькие черные точки? Эдисон попытался провести исследования самостоятельно, но сделать это без посторонней помощи было трудно, и по прошествии нескольких месяцев он сдался. “Я тогда работал над столь многими изобретениями, — говорил он годы спустя, — что у меня просто не было времени заниматься этим”.

Что и стало самой большой ошибкой его жизни. В следующие десять лет к этому и аналогичным явлениям начали приглядываться другие исследователи. Самым упорным из них оказался человек, который был всего на несколько лет моложе Эдисона, — Джозеф Джон Томсон, работавший в 1880-х

и 1890-х в том же английском университете, в котором когда-то работал Ньютон.

Томсон вовсе не походил на великого экспериментатора — даже друзья его, называвшие Томсона “Джи-Джи”, морщились, видя, с каким трудом он сооружает оборудование для опытов, с такой легкостью им спланированных. (Его легко узнать на официальной фотографии тогдашней Кавендишской лаборатории: вяло улыбающийся человек в толстых очках и съехавшем набок галстуке.) Однако ему удалось построить увеличенные версии электрических лампочек Эдисона и использовать магниты для того, чтобы проникать внутрь них и “управлять” тем, что вылетало из нитей накаливания. А затем и взвесить эти летучие частицы.

Вот так он и открыл электрон. Атомы вовсе не были сплошными шариками. Нет, какую-то часть атомов можно от них оторвать. Оторванные кусочки могли скакать и скользить, подобно шарикам еще меньшим, по любому лежащему перед ними открытому каналу.

Эти-то оторванные кусочки — электроны — и катятся вперед внутри провода, создавая электрический ток. Только и всего.

Тихому, неловкому Джи-Джи удалось объяснить то, о чем лишь догадывались Ньютон и другие. Все оказалось таким простым! Мир состоит из мощных электрических зарядов, обычно они от нас скрыты, но мы можем их высвободить. То, что изливается из металла батарей, полагал и Джи-Джи, и его коллеги, было просто миниатюрными флотилиями электронов, вырвавшихся на свободу

после неисчислимых миллионов лет сидения взаперти.

Когда эти освободившиеся электроны скачут и сталкиваются внутри нити накаливания, их столкновения разогревают ее настолько, что она начинает светиться. Даже та черная точка Эдисона создавалась электронами, вырывавшимися из нити накаливания его лампы, — она представляла собой просто-напросто кумулятивный эффект их ударов о стекло.

Растянувшиеся на столетия попытки понять, что происходит внутри провода, казалось бы, увенчались успехом. Именно Дж. Дж. Томсон, а не Эдисон получил Нобелевскую премию и славу человека, объяснившего, что это на самом деле такое — электричество.

Однако в его объяснении присутствовал один колоссальный изъян.

Так ли уж верно, что работа электрических аппаратов обеспечивается катящимися внутри них электронами? Если бы это было верно, то человек, говоривший в Нью-Йорке по телефону с Бостоном, должен бы был проталкивать электроны одной лишь силой своего голоса по начинавшемуся в Нью-Йорке телефонному кабелю аж до самого Бостона. Но ведь это бессмыслица. И если бы ньюйоркец говорил достаточно долго, не давая бостонцу вставить хоть слово, разве в Бостоне не возникали бы огромные черные точки, порождаемые ударами множества электронов? Между тем этого никогда не происходило. В чем-то объяснение было неполным.

Во Вселенной должно было присутствовать что-то еще — некая незримая сила, которая определяет характер движения электронов, сила, совершающая чудеса, заставляя электроны направляться туда, куда их ничто не тянет. Но что она может собой представлять? Эдисон в существовании этой незримой силы не сомневался, он даже попытался вступить с ней в контакт. В полной тайне он изготовил маленький маятник, соединил его проводом со своим лбом и попытался сдвинуть маятник с места чистым умственным усилием. Ничего не получилось, и Эдисон, наполовину смущенный, наполовину озадаченный, дальше экспериментировать не стал, смирившись с тем, что открыть эту незримую силу предстоит кому-то другому, не ему.

На самом-то деле существовала целая группа ученых, пытавшихся выявить и понять еще неизвестные, связанные с электричеством силы. Они занимались этим уже многие годы, однако работа их была настолько теоретической, что большинство практических изобретателей 1880-х ее просто игнорировали. Эти ученые были уверены в том, что все человечество окружено мощной сетью загадочных силовых полей. Согласно им люди разгуливали в этих полях уже многие тысячи лет — в Месопотамии и в Египте, в Китае и в Андах, — но, поскольку поля были невидимыми, никто их присутствия не замечал. Единственным намеком на их существование служили “оплошности” природы — искры, порождаемые статическим электричеством, или вспышки молний.

Эдисон имел кое-какие смутные представления об ученых, державшихся этих взглядов, и знал, что нечто важное для них произошло, когда он был еще ребенком, — в 1850-х, при осуществлении глубоко под поверхностью Атлантического океана загадочного технического проекта. Знал он и о том, что еще до этого проекта жил на свете великий английский ученый Майкл Фарадей, предсказавший существование этих самых невидимых полей.

В молодые годы Эдисон пытался читать некоторые из работ Фарадея, однако теперь он был слишком занят лампочками, генераторами и электрическими двигателями, руководством колоссальным числом работавших на него людей и огромным личным состоянием, которое нужно было во что-то вкладывать, и потому найти время для столь сложного чтения ему было трудно. Он мог лишь время от времени пытаться вообразить, какие могучие новые машины поможет создать эта незримая сила — если ею когда-нибудь удастся овладеть.

Эдисон, Белл и прочие практичные изобретатели викторианской поры решили, что, высвободив древнюю мощь электронов, они докопались до самой глубины, до сути вещей. Однако они лишь царапнули по поверхности. А под нею крылось еще очень многое.

ЧАСТЬ II

Волны

*Металлы, которые выбрасывались во Вселенную
при взрывах древних звезд, обладали,
падая на Землю, огромной силой. Каждый из
скрытых в них электронов окружало
незримое силовое поле.*

*При обычных обстоятельствах обнаружить это
незримое поле было невозможно, однако внутри
железа оно обладало большей обычного силой.
Значительная часть древнего железа ушла глубоко
под землю, а поскольку планета вращалась, оно
вращалось вместе с ней.*

*И это вращение породило объемлющее всю Землю
магнитное поле. Оно исходило из-под земли, и,
хотя очень долгое время оставалось людьми не
замечаемым, в пору классического Китая они его
все-таки обнаружили. Китайцы использовали
определенную часть его энергии для ориентации
тонких стрелок компасов, с которыми
они выходили в море.*

Обитатели тогдашнего мира были в большинстве своем слишком бедны, а мыслители — слишком догматичны, чтобы попробовать разобраться в намеке, который давало им это всепроникающее магнитное поле. Но затем, в тринадцатом веке магометанской эры, или в двадцать четвертом веке со времени явления Будды, или в пятьдесят шестом веке еврейского календаря — иными словами, в девятнадцатом веке нашей эры, все изменилось, и фундаментальнейшим образом.

Глава 4

Бог Фарадея

Лондон, 1831

Майкл Фарадей, человек, сделавший больше всех прочих для открытия этой незримой силы, был курчавым лондонцем. Он родился в 1791 году — более чем за сто лет до открытия электрона — в семье рабочего. В отрочестве из него ключом била энергия, друзей, с которыми он бегал по лондонским улицам, юный Майкл веселил словесными играми, одну из которых Фарадей повторил позже в письме к своему другу Бенжамину Абботту:

*-нет-нет-нет-нет-нет-правильно-нет,
философия еще не мертва-нет-нет-О нет-он
знает это-спасибо-это невозможно-Ура.
Эти строки, дорогой Абботт, содержат полный
и явственный ответ на первую страницу вашего
письма от 28 сентября.*

Даже получив работу лабораторного ассистента в величавом Королевском институте, он сохранил прежнее чувство юмора и в один памятный вечер тайком провел туда Абботта, чтобы нюхнуть вместе с ним закиси азота — веселящего газа, который директор института припас для одного из своих опытов.

Однако имелась в натуре Фарадея и сторона серьезная — его притягивали к себе те же тайны электричества, над которыми ломал голову Джозеф Генри. Как может свитая в спираль медная проволока служить магнитом и притягивать к себе куски металла? Ведь между проволокой и металлом нет ничего, кроме пустого пространства. С точки зрения общепринятой науки это было бессмыслицей. Поместите такой электромагнит над гвоздем, и гвоздь полетит вверх. А между тем его тянет вниз сила тяжести, создаваемая несчетными триллионами тонн камней и магмы — всей массой Земли.

Какое же притяжение, способное преодолеть эту огромную силу, источают обратившиеся в магнит витки медной проволоки?

Фарадея эта тайна зачаровывала, он мечтал раскрыть ее, однако ему годами почти не позволяли работать над такими проблемами. За спиной его распространялись слухи, согласно которым сидит трущоб, отпрыск простого кузнеца, к проведению серьезных исследований попросту не способен. Впрочем, в 1829 году директор Королевского института, чинивший Фарадею самые большие помехи, весьма кстати скончался. Фарадей, выразив свое искреннейшее почтение вдове директора,

тут же забросил выполнение полученных им от директора заданий и постарался высвободить себе сколько возможно больше времени для самостоятельной работы. Он никак не мог выбросить из головы незримую притягательную силу магнита. Он *должен* был понять, как эта сила работает.

В этих исследованиях Фарадей имел одно большое преимущество перед своими соперниками, работавшими в Англии и в других странах Европы. Все они прекрасно владели передовыми математическими методами, которые разработал в семнадцатом столетии сэр Исаак Ньютон. Ньютон прославился созданием картины холодной, словно бы заводной Вселенной, где раздельно катят планеты, похожие на гигантские бильiardные шары. В этой Вселенной, утверждала тогдашняя наука, нет места для невидимых сил, которые заполняли бы пространство между твердыми телами, удерживая от распада Солнечную систему, да и саму Вселенную тоже, — нет натянутой в небе незримой паутины. Да, гравитация существовала, однако она каким-то образом перескакивала от одного тела к другому. В такой картине мира она отнюдь не пронизывала пустоту, лежавшую между телами.

Все это означало, что, когда современники Фарадея пытались понять связи электричества и магнетизма, они исходили из того, что эти связи должна обеспечивать сила, которая проскакивает пустое пространство, реального существования в нем не обретая. Их Вселенная была по сути своей пустой. Когда силы действовали, считали они, осуществлялся некий холодный процесс мгновенного

преодоления расстояния — процесс, который сам Ньютон называл “дальнодействием”.

Ньютона Фарадей чтит, однако ему пришлось с двенадцати лет зарабатывать себе на жизнь, проведя не один год в подмастерьях переплетчика. И он научился думать самостоятельно; если бы он всегда придерживался общих мнений, то, верно, так до сих пор и сидел бы в переплетной мастерской. Кроме того, за годы ученичества он никакой математики, помимо элементарной арифметики, не освоил. И это давало Фарадею еще одно преимущество — он никогда не подпадал под очарование баховской красоты уравнений Ньютона. Но, даже если бы он не родился в бедности, даже если бы освоил математический анализ, существовала и другая причина, по которой Фарадей не мог поверить в пустоту пространства.

Семья его принадлежала к числу преданных сторонников кроткого религиозного меньшинства, именовавшегося сандеманианцами — близкой по духу к квакерам группы людей, питавших почти буквалистскую веру в Библию. И, даже начав работать в Королевском институте, Фарадей сохранил в себе эту веру, к тому же и жена его, и ближайшие друзья тоже были сандеманианцами.

Исповедуемая ими религия наделила Фарадея убежденностью в том, что пространство пустым быть не может, что в нем повсюду разлито Божественное присутствие. Его высмеивали за такие верования (“Я принадлежу к очень маленькой, презируемой христианской секте”, — однажды сказал

он, вздыхая), и Фарадей научился держать свои взгляды при себе. Однако религия продолжала владеть всеми его помыслами, и однажды он, плывя в маленькой лодке по швейцарскому озеру, увидел то, что воспринял как доказательство правоты своих верований.

Это была обычная радуга, висевшая в воздухе у подножия водопада. Внезапно подул сильный ветер, порывы которого временами отбрасывали брызги воды так далеко, что радуга исчезала из виду. Когда это происходило, Фарадей просил своих гидов останавливать лодку и ждал продолжения. И всякий раз ветер, сменив направление, приносил брызги обратно, и радуга появлялась снова.

“Я оставался неподвижным, — писал Фарадей, — пока порывы ветра и облака брызг приносились... к тому месту и ударяли в скалу”. Все выглядело так, чувствовал он, точно радуга всегда оставалась на месте, даже при том, что видна она была лишь время от времени. Так же, полагал Фарадей, обстоит дело и в науке. Мы видим лишь пустое пространство, однако что-то в нем неизменно присутствует.

И теперь, пытаясь найти связь между электрическими токами и магнитами, он сознавал, что должен сосредоточиться на том, что все пропускали мимо глаз, — на видимой “пустоте”, разделявшей в его лаборатории различные объекты. А для того, чтобы проникнуть в нее, он воспользовался очень простым ключом.

Весьма популярный салонный фокус того времени выглядел так: вы насыпали вокруг магнита



МАЙКЛ ФАРАДЕЙ

железные опилки и следили за тем, как они образуют кривые линии, которые тянутся от одного полюса магнита к другому. Фарадей видел в этом не просто трюк, способный позабавить детей. Ибо откуда на самом-то деле берутся эти дуги? Они, подобно той радуге, представляют собой знаки, оставленные незримой связующей тканью, которую он искал.

Весь 1830-й и в особенности 1831-й Фарадей описывал круги над нужной ему добычей. Он был словно загипнотизирован силами, которые, казалось, совершают прыжки из одного места в другое. К примеру, когда поджигается облако газа, обычно

говорят, что при этом мгновенно возникает огненный шар. Но Фарадей в это не верил. И, присмотревшись повнимательнее, понял, что можно увидеть, как пламя очень быстро распространяется из одной части занятого газом пространства в другую. Когда же он отправился на берег моря, в Гастингс — чтобы доехать туда экипажем, требовался целый день, — его жена увидела, как он опустился на колени и вгляделся в рябь на песке, пытаясь понять, как она распространяется. Эдисон на такого рода занятия времени не находил.

К весне 1831-го Фарадей уже подошел к цели очень близко, однако того, что ему требовалось, все еще не находил. Ему было тридцать девять лет, за многие годы, в течение которых директор Королевского института держал его на коротком поводке, он не сделал ни одного значительного открытия. Быть может, его критики, твердившие, что мыслитель он далеко не первоклассный, все-таки правы? Он сократил число читавшихся им лекций, стал приходить в лабораторию раньше прежнего. Временами Фарадея навещали там две его племянницы, однако они знали, что большую часть времени им придется провести, тихо сидя в углу — вырезая из бумаги узоры или играя с куклами, — пока дядя Майкл работает. Шли месяцы, коллеги гадали, что происходит в его лаборатории, а между тем работа перешла в завершающую стадию, и после нескольких очень напряженных недель одному из самых давних друзей Фарадея, Ричарду Филлипсу, передали от него короткую записку:

23 сент. 1831

Дорогой Филлип!

...Я снова вплотную занялся электромагнетизмом и, думаю, зацепил нечто очень стоящее, однако точно сказать не могу: возможно, все мои старания увенчаются тем, что я выужу водоросль вместо рыбы...

Но это была не водоросль — прошло еще несколько дней, и Фарадей получил решающий результат. К октябрю он уже смог продемонстрировать его, причем в форме потрясающе простой. Он просто взял в одну руку детский стержневой магнит, а в другую проволочную спираль. И когда он вставлял магнит внутрь спирали, по проволоке начинал течь электрический ток. А когда удерживал магнит неподвижно, ток исчезал. Подвигай магнит еще раз — опять пойдет ток. И пока Фарадей двигал магнитом вблизи проволоки, он создавал электрический ток.

Никто и никогда прежде до этого не додумался. Фарадей создавал силовое поле! Что-то переносилось из магнита в проволоку. Однако, если пространство между ними было пустым, этого произойти никак не могло. Здесь, в холодной подвальной лаборатории Королевского института, под долетающий снаружи, из Лондона эпохи Регентства, стук лошадиных копыт и грохот карет Фарадей доказал, что электричество — это не некая шипящая жидкость, которая только внутри проволоки протекать и может, нет, его способна порождать невидимая сила, которая распространяется от движущегося магнита через пустое пространство.

Фарадей открыл дверь в нечто большее, чем кто-либо способен был вообразить. Если он был прав, то всякий раз, как его племянницы, играя, помахи-вали маленьким магнитом, они создавали незримую силу, которая выплескивалась из образующего магнит металла. По оценкам Фарадея, сила эта распространялась в бесконечность. Если он и его племянницы находились в здании, часть этого силового поля проникала через открытое окно — быть может, и сквозь стену — и уходила, совершенно невидимая, к Луне, а там и дальше.

Более того, из проведенных Фарадеем в подвале опытов следовало, что наш мир наполнен несчетными миллионами таких незримых, летучих силовых полей. В портах Лондона стояли сотни кораблей, по его улицам разъезжали тысячи карет, и всякий раз, как матрос или кучер вертел в руках магнитный компас и игла его двигалась, высвобождалось новое количество невидимых полей. Теперь, глядя на Лондон, Фарадей видел над ним отнюдь не пустое небо. Его пронизывало, изгибаясь, нечто незримое, но могучее.

“Книга природы, которую мы должны прочесть, — написал он однажды, — начертана перстом Бога”. Он был прав и показал ныне, что Бог — это великолепный Титан, просквозивший Свое пространство живыми нитями, которые и доселе остаются невидимыми.

Открытия Фарадея образовали самое что ни на есть ядро современной технологии, а со временем позволили даже — как мы еще увидим — ответить,

почему электроны не скапливаются целой кучей в конце длинной телефонной линии. Однако и при том, что он получил теперь видный пост в Королевском институте, избавиться от своего прошлого ему не удалось. Большинство английских коллег Фарадея считало его всего лишь толковым ремесленником. Эти коллеги знали об огорчительном отсутствии у него формального образования, видели, что он не способен перевести свои открытия на язык серьезной математики, которым сами они пользовались с такой легкостью. И потому все они, за небольшим исключением, сочли увлекательные теории Фарадея касательно незримых полей полностью необоснованными и вежливо отмахнулись от его идей.

Он сделал еще немало открытий, его принимали премьер-министры, он заслужил огромное уважение своими популярными лекциями. Было время, когда его находками в области электричества увлеклась, полагая, что они способны помочь ей в ее исследованиях, блестящая молодая женщина. То было одно из случающихся в истории великих “быть может”, ибо женщина эта приходилась дочерью покойному лорду Байрону и звали ее Ада, графиня Лавлейс. Именно она впервые выдвинула идеи о том, что мы теперь называем компьютерным программированием. Никакая технология ее времени построить то, что она предвидела, не позволяла, но кто знает, что могло оказаться в запасе у Фарадея? Ада, судя по всему, очаровала его, однако вскоре он отказался от участия в ее исследованиях — вероятно, потому, что не хотел ставить под угрозу свой брак.

И все-таки он не сдавался. Когда его критиковали за религиозные верования, он обращался в поисках утешения к Библии. Ныне, критикуемый подавляющим большинством ученых за теорию силовых полей, он обратился к Исааку Ньютону. О Ньютоне говорили, что он придерживался совершенно иных взглядов на пустое пространство, но, быть может, это вовсе не так? Ньютон был величайшим из мыслителей, каких когда-либо знала наука. И даже намек на правоту Фарадея, если бы таковой удалось отыскать в сочинениях Ньютона, оказался бы весьма утешительным.

На первый взгляд это казалось невозможным, однако Ньютон и вправду выразил однажды сомнение в тех взглядах, которые он исповедовал публично, хоть и случилось это уже в его старости, в недолгий миг успокоения. В 1693 году Ньютон написал любознательному кембриджскому теологу Ричарду Бентли, что Вселенная, возможно, и не пуста. Напротив, возможно, в ней действительно присутствуют силы, подобные гравитации, которые протягивают свои, так сказать, щупальца через кажущееся пустым пространство. Мысль о том, что "...одно тело может действовать на другое на расстоянии без посредничества чего-то еще... — отважно писал Ньютон, — представляется мне такой великой нелепостью, что я не сомневаюсь: ни один человек, обладающий достаточными для занятий философией способностями, никогда в это не поверит".

Бентли пришел в волнение и снова написал великому ученому в надежде выяснить, что тот имеет в виду. Однако Ньютон от объяснений воз-

держался. Это всего лишь размышления старика, и больше о них сказать нечего. Идти дальше было попросту опасно, поскольку в то время религиозных еретиков все еще сжигали на кострах. Власти могли неправильно истолковать веру Ньютона в то, что пространство не является пустым, решить, что он не верит в могущество Бога, достаточное для того, чтобы преодолевать пустое пространство, — а после этого власти могли заинтересоваться и его частными религиозными сочинениями, в которых ересей определено было хоть отбавляй. Переписка прервалась, а о выраженном Ньютоном в этом письме к Бентли коротком намеке на сомнения Ньютона в правоте своих взглядов скоро забыли.

Однако теперь, 140 лет спустя, Фарадей, искавший подтверждения того, что он хоть в чем-то прав, нашел это очень старое письмо Ньютона к Бентли. И понял — он не одинок. Компанию ему составлял сам Ньютон.

Однако дальше этого Фарадей пойти не сумел. В старости, когда память уже начала изменять ему, он написал своему молодому другу, одаренному шотландскому физикау Джеймсу Клерку Максвеллу:

Королевский институт,

13 ноября 1857

Мой дорогой сэръ!

...Существует одна вещь, о которой мне хотелось бы вас спросить. Когда математик погружается в исследование физических действий и в результате приходит к собственным заключениям, нельзя ли выразить их на обычном языке так же полно, ясно



ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ

и определенно, как и математическими формулами? Если да, разве возможность выражать их так не была бы большим благом для нам подобных, давая им возможность переводить эти заключения с языка иероглифов, что позволило бы затем ставить необходимые опыты...

Максвелл старательно ответил ему, но Фарадей так и остался в числе отстающих. Слабость по части математики помогла ему приступить к великому исследованию, однако встать во главе дальнейшей разработки полученных им результатов он уже не смог.

И все же, заглядывая в будущее, Фарадей отыскивал в нем утешение. Он не сомневался, что когда-нибудь появятся и практические изобретения, основанные на том, что он увидел. И когда это

наконец произошло, даже те, кто отмахивался от него, вынуждены были признать верность его догадок.

Чего Фарадей не сознавал, пока годы шли и он приближался к шестидесятилетнему возрасту, так это того, что ему суждено прожить достаточно долго и своими глазами увидеть, как это случится. Вскоре глубоко под поверхностью океана должно было начаться осуществление колоссальной инженерной авантюры. И когда она была успешно завершена, появились новые волнующие доказательства того, что все его фантазии насчет незримых силовых полей были чистой воды правдой.

Глава 5

Шторма в Атлантике

Корабль ее величества “Агамемнон”, 1858,
и Шотландия, 1861

Подводная авантюра, которая в конце концов подтвердила догадки Фарадея, началась с некоего Сайруса Уэста Филда в 1854 году. Однажды холодным январским вечером Филд сидел, размышляя, перед богато изукрашенным глобусом в библиотеке своего нью-йоркского особняка. Телеграфу, которому Морзе дал свое имя, уже исполнилось десять лет; Томас Эдисон был семилетним мичиганским мальчишкой. Филд, занимаясь бизнесом, нажил большое состояние. Он, предположительно, удалился от дел, однако ему было всего тридцать с небольшим лет, и положение удалившегося от дел человека нисколько его не устраивало. Он попытался заняться исследованиями Южной Америки, однако они обернулись всего лишь турами для богатых людей, а о том случае, когда он привез оттуда в Нью-Йорк ягуара и как будто безобидного подростка, выросшего на берегах Ама-

зонки, Филд старался не вспоминать. Он попробовал также коротать время в нью-йоркском высшем свете, в кругах, которые впоследствии предстояло описать романистке Эдит Уортон, но тамошнее помешательство на чае и сплетнях лишь убедило его в том, что Амазонка, в конце концов, не так уж и плоха.

И теперь, сидя в своем кабинете, он вдруг обнаружил, что его чем-то раздражает земной шар. На одной стороне этого шара лежала Англия с ее империей, великий источник подлинной культуры белого человека, а вдали от нее, за огромным океаном располагалась Америка. Почему две этих естественных союзницы разделены, да еще и так жестоко? Единственным средством обмена сообщениями были для них суда, однако на то, чтобы добраться от столицы одного государства до столицы другого, уходили недели.

В прошлом это уже приводило к серьезным недоразумениям. В январе 1815 года великая битва за Новый Орлеан утратила некоторую часть своего величия, когда сошедшиеся в ней британские и американские войска получили известие о том, что война, которую они здесь вроде бы ведут, закончилась семь недель назад. Именно столько времени потребовалось этой новости, чтобы добраться до американского Юга.

К 1850-м проблемы связи были разрешены, но только на суше. Большинство соединенных наземными путями великих городов связали телеграфные линии: Вашингтон и Балтимор, Париж и Берлин.

Кое-где эти линии тянулись на несколько километров и под водой — одна из них вот уже не один год проходила по дну Ла-Манша. И все же настоящим великим вызовом, сообразил Филд, сулившим человечеству увлекательные приключения, была колоссальная протяженность Северной Атлантики.

Тысячи километров бурной, опасной поверхности, однако разве нельзя проложить под ней, на большой глубине, новейшие изобретения, результаты передовых разработок человека в области электричества, разве эти результаты, осторожно опущенные в воду, не смогут проработать, не повреждаясь, десятилетия кряду? И ведь многие уже задумывались над этим — всего несколько лет назад молодой француз, Жюль Верн, опубликовал роман о блестящем мореплавателе капитане Немо и его передовой подводной лодке, проводившей именно в этих глубинах по нескольку месяцев подряд. К тому же у Филда имелись деньги, позволявшие осуществить мечту о соединении двух континентов.

Он проложит кабель, решил Филд, колоссальный кабель, который пройдет через весь океан и свяжет две великие империи, а результатом сего станет всеобщее братство или, по крайней мере, огромная прибыль, к тому же, занимаясь этим делом, он сможет покинуть проклятый особняк заодно с чопорными ритуалами нью-йоркского света и отправиться в финансовый центр мира, в Лондон, чтобы поработать там с инженерами, моряками и просоленными морскими капитанами.

Все оказалось до жути более трудным, чем он полагал. В следующие пятнадцать лет Филду пришлось десятки раз пересекать Атлантику, и почти при каждом таком пересечении его выворачивало наизнанку; стоившие миллионы фунтов стерлингов кабели лопались вдали от берега; Филда ожидали шторма, мошенники, парламентские запросы, нападения китов и один чрезвычайно неприятный случай, когда едва не сгорело дотла здание городского совета Нью-Йорка. Но даже если бы Филд знал обо всем заранее, его это, скорее всего, не остановило бы. Скука все-таки хуже, да и что такое финансовые потери, нападения китов и морская болезнь в сравнении с надеждой на славу?

И самое главное, в глубине души Филд верил, что сама техническая операция большого труда не составит. По его понятиям кабель представлял собой подобие шланга или узкого туннеля. Электрические токи были некой трескучей, шипящей субстанцией, которую загадочным образом производили батареи. Оставалось только влить ее в шланг. Если сигнал на дальнем конце окажется слишком слабым, что ж, дольем этой штуки побольше.

В конечном итоге Филд понял, что все не так просто, пока же, появившись в Лондоне 1854 года облаченным в лучший костюм, какой смогли соорудить его нью-йоркские портные, он получил пылкий прием, ожидавший здесь каждого самоуверенного американца, способного вложить во что-либо большие деньги. Все сочли его идею блестящей, первоклассной, а каждый из тех, кто

имел какое-либо отношение к телеграфии, уверял, что уже поставил опыты, подтверждающие верность идей Филда, — ну, во всяком случае, вот-вот поставит, однако в любом случае Филд может считать, что идеи эти верны, и, если ему потребуется надежный партнер, лучшего он нигде не найдет.

Филд был человеком достаточно вежливым, но ему пришлось в свое время пробиваться наверх в мире нью-йоркской текстильной и бумажной торговли, а там доверие к чьим бы то ни было благим уверениям каралось быстрой кончиной, к тому же он, подобно любому американцу, приезжавшему в Лондон, чтобы вложить во что-то большие деньги, нимало не сомневался в том, что большая часть тех, кого он здесь встретит, постарается обвести его вокруг пальца. Никаких обязательств он на себя пока не брал и осторожно пытался найти ведущего в стране теоретика электричества, способного подтвердить правильность его, Филда, взглядов.

Таким теоретиком был шотландский ученый Томсон (не родственник Дж. Дж. Томсона). Один из визитеров, приезжавший примерно в то же время к Томсону, ожидал встретить белобородого старца, а увидел энергичного молодого человека тридцати с чем-то лет, взбегавшего по лестнице, перескакивая через две ступеньки. Томсон был умелым яхтсменом, а обучаясь в Кембридже, стал чемпионом университета по гребле и плаванию. Он получил также высшие оценки на выпуск-

ных экзаменах по математике, чему, несомненно, способствовало то обстоятельство, что по крайней мере один из экзаменационных вопросов был основан на его же опубликованных и увенчанных наградами статьях.

Сайрус Филд услышал о нем по той причине, что Томсон провел исследование нескольких уже работавших, проложенных по морскому дну кабелей. То, что он при этом обнаружил, широкой огласке не предавалось, поскольку могло дурно сказаться на общем моральном духе империи: каждая из кабельных систем Британии обладала очень неприятными изъянами.

Можно было, конечно, заподозрить грязную игру со стороны какой-то из враждебных Британии великих держав, однако те же изъяны присутствовали и в нескольких средиземноморских кабелях, и в линии Лондон–Брюссель. Посылаемые по этим кабелям сильные, отчетливые сигналы — даже единственный короткий электрический импульс — при получении их таковыми уже не были. А были размытыми и неясными.

В случае короткого кабеля подобный недостаток был почти терпимым, однако по кабелям, проложенным на дальние расстояния — а именно от таких все в большей мере зависела работа самого Адмиралтейства, — сообщения посылались и принимались весьма важные. В случае же *очень* длинного кабеля, какой Филд и собирался проложить по дну Атлантического океана, такой изъян, если его не удастся понять и исправить, сделает передачу отчетливых сообщений попросту невозможной.



САЙРУС ФИЛД

Между тем в обычных наземных телеграфных линиях, какими бы длинными они ни были, ничего похожего не отмечалось. Почему? С подводными кабелями происходило что-то совсем особенное, и, по мнению Томсона, он знал, что именно.

Томсон был одним из немногих ученых того времени, принимавшим воззрения Фарадея всерьез. Он, как и Фарадей, был уверен, что видимая реальность обманлива, что за искрами и потрескиванием электрического тока стоит явление куда более мощное: незримое силовое поле — оно-то и обеспечивает движение тока. “Искорки” (электроны), летящие вдоль проводов, вовсе не были самодвижущимися, их нес некий невидимый летающий ковер.

Для Томсона и Фарадея этим ковром было незримое силовое поле.

За годы, прошедшие после появления у Фарадея этой идеи, Томсон сумел значительно развить ее. Из электрической батареи исходит именно это незримое поле, считал он, и оно намного важнее любых искорок. Поле это должно располагаться частью внутри, но также и вдоль любого лежащего перед ним провода. Оно очень быстро распространяется по всей длине такого провода, а затем начинает притягивать к себе любые заряженные частицы — теперь мы называем их электронами, — какие отыщутся вдоль его пути. Томсон представлял себе поле как существо почти живое, постоянно извивающееся и перекручивающееся, обладающее незримой притягательной силой.

И это встревожило его особенно сильно, поскольку Томсон узнал, что задуманный Сайрусом Филдом трансатлантический кабель будет трехслойным. Для того чтобы сэкономить на весе, каждый слой следовало сделать сколь возможно более тонким. В центре кабеля должен будет находиться тонкий медный провод, вокруг него — тонкий слой резиновой изоляции, а вокруг изоляции — железная оболочка, которая помешает кабелю рваться, когда его будут волоочь, подергивая, по лежащему на большой глубине океанскому дну. По представлениям Сайруса Филда все это было вполне разумным и осмысленным, а вот Томсону казалось попросту пугающим. Ибо, когда телеграфный оператор нажимает на ключ, вдоль тысячекилометрового медного провода возни-

кает поле, которое будет также и пронизывать по всей ее длине резиновую изоляцию, уходя от нее в стороны, и какая-то его часть попытается притянуть электрические заряды, скрытые в тысячах километров железной оплетки, а какая-то другая — попросту рассеется в окружающей кабель холодной морской воде. Поле это будет уходить далеко от кабеля, рассеивая свою энергию.

Именно этим и объяснялись искажения сигнала, с которыми столкнулось и Адмиралтейство, и другие исследователи. Палец оператора, нажимая на телеграфный ключ, отрывается от него между каждыми двумя сигналами. Поле, образовавшееся вдоль тысячекилометрового кабеля при первом нажатии, до поступления второго сигнала неизбежно рассеивается. Оно должно возвращаться назад — из воды в железо, из железа, сквозь изоляцию, в медь, а затем исчезать в ней. Если палец ударяет по ключу слишком часто, новое поле, возникающее при его нажатии, будет сталкиваться со старым, еще переживающимся вокруг меди, железа и морской воды. Не удивительно поэтому, что сигналы, поступавшие по нескольким уже существовавшим подводным кабелям, оказывались размазанными и неустойчивыми. (В обычных наземных телеграфных линиях ничего такого не происходит, поскольку там, где их поддерживают столбы, они основательно заизолированы. Да и железной оплетки, вытягивающей наружу волнообразное силовое поле, у них не имеется. Любая покидающая такую линию часть поля просто уходит в окружающий воздух, не причиняя никакого вреда.)

Сайрусу Филду, хоть он и был человеком воспитанным, все это должно было показаться бредом сумасшедшего. Поле представлялось Томсону чем-то вроде джинна, который рвется, завывая, наружу. Томсон считал, что задуманный кабель заработает, только если будет изменена и его структура, и способ его эксплуатации. Для начала необходима куда более толстая резиновая изоляция, которая сможет удерживать джинна. Однако в мире Сайруса Филда никаких джиннов не наблюдалось, как не наблюдалось и силовых полей. Он уже выложил немалые деньги, заказав кабель с тонкой изоляцией. И изменять заказ не собирался.

Филд выразил Томсону свое почтение, но в главные инженеры-электрики проекта выбрал человека более практичного. Им оказался Эдвард Уайтхаус, который ни в какие глупости вроде невидимых силовых полей не верил. С его точки зрения, электрические заряды просто выстреливались из металла батарей и текли по проводу, не нуждаясь в никому не ведомых силовых полях, которые витали бы вокруг и ускоряли их.

Более того, Уайтхаус имел возможность помочь Филду и в другом, довольно деликатном, деле. Ибо Филд был вовсе не так богат, как все полагали. Да, он нажил немалое состояние, однако далеко не все его последующие капиталовложения были успешными, и, если бы он не смог отыскать, причем быстро, деньги для своего кабельного проекта, ему пришлось бы вернуться в Нью-Йорк опозоренным. Финансировать проект самостоятельно он не мог, его средств не хватило бы даже на десятую,

а то и сотую долю необходимых затрат. А между тем и каких-либо открытых колебаний или неуверенности он, пока у него не появились инвесторы, позволить себе не мог.

Уайтхаус оказался выбором идеальным, человеком, способным гарантировать, что никакие неприятные вопросы задаваться не будут. Он пригрозил горстке молодых ученых, поддерживавших гипотезу Томсона, заставив их умолкнуть или публично признать ошибочность своих взглядов; ему удалось даже, поунижавшись, заманить старого Майкла Фарадея на публичное собрание, устроенное для поддержки проекта.

Фарадей уже страдал к тому времени все учащавшимися приступами беспамятства, вызванными, возможно, парами ртути, которые просачивались сквозь пол его лаборатории и могли, если человек дышал ими в течение достаточно долгого времени, сказываться на деятельности мозга, — так что Уайтхаусу пришлось тщательно его подготовить. Главной силой Фарадея был эксперимент, о чем все отлично знали, и Уайтхаус, по-видимому, ввел Фарадея в заблуждение относительно экспериментальных результатов, которые позволяли заключить, что в расчетах Томсона есть ошибки.

Под нажимом Уайтхауса Фарадей произнес двусмысленную речь, из которой вроде бы следовало, что Томсон прав отнюдь не во всем. Затем Уайтхаус и Филд сделали ход, которому позавидовали бы и хозяева биотехнических предприятий двадцать первого века, — слегка подредактировали эту речь, так что из нее теперь уже следо-

вало, будто Фарадей полностью поддерживает их идею тонкого кабеля с тонким же слоем изоляции. Известные, уважаемые в обществе люди, такие как Арнольд Теккерей, начали приобретать их акции. И вскоре денег у Филда оказалось вполне достаточно и для того, чтобы обеспечить круглосуточную работу кабельных заводов, и для продолжения переговоров с Адмиралтейством и американским военно-морским флотом.

Томсон понимал, что его идолом Фарадеем попросту манипулируют, но что он мог сделать? В правоте своей он не сомневался, однако признавал, что располагает пока одной лишь теорией. Кабельный проект уже набрал такие темпы, что его, Томсона, теперь попросту игнорировали. Письма, которые он посылал Филду, Уайтхаус перехватывал. А когда Томсон предложил использовать для кабеля усовершенствованный им передатчик, Уайтхаус его идею высмеял и отказался финансировать любую компанию, которая взялась бы за изготовление этого передатчика.

10 июня 1858 года британский линейный корабль "Агамемнон" и корабль военно-морского флота США "Ниагара" вышли из английского порта в Плимуте, чтобы приступить к прокладке кабеля. (Была и попытка более ранняя, предпринятая в 1857-м, однако во время ее осуществления кабель ушел под воду на глубину, поднять с которой его уже не удалось.) Весил он, с учетом изоляции и железной оболочки, так много — почти тонну на милю длины, — что одного судна для прокладки его было попросту недостаточно. И потому сразу

два корабля отправились в центральную точку, где им предстояло разделиться и поплыть с половинками кабеля в противоположных направлениях — одному к Ирландии, другому к Ньюфаундленду.

Филд и суровый главный инженер проекта Чарльз Брайт находились на борту “Агамемнона”, а вот Уайтхаус ко времени отплытия не поспел. За последние десятилетия британский военный флот потерял в атлантических штормах слишком много кораблей, а осторожность, считал Уайтхаус, никому еще вреда не приносила. К тому же ему не хотелось встречаться с Уильямом Томсоном, сумевшим уговорить Филда взять его с собой.

Томсон знал, что Филд ни в какие не подтвержденные опытом предположения не верит, однако оставался шанс, который позволил бы продемонстрировать правильность его и Фарадея идей. К тому же Сайрус Филд был симпатичен Томсону, вызывал желание помочь ему добиться успеха, хочет он помощи или не хочет. Уайтхаус же, с большим удовольствием грубивший Томсону в письмах, ввязываться с ним в технические споры, да еще в присутствии Филда, не решался.

Всякий, кто подшучивал над Уайтхаусом за его чрезмерную осторожность, вынужден был перемениť мнение о ней, когда в конце июня 1858 разразился шторм. То был один из самых страшных штормов, отмеченных в Северной Атлантике за все девятнадцатое столетие. Капитан “Агамемнона” Джордж Приди, казалось, не так уж и встревожился, когда его корабль лег набок настолько, что стал цеплять мачтами высокие волны, зато, когда припасенный

в трюме уголь начал разбивать палубу в щепу и вылетать наружу, а за ним попытался последовать и кабель, Приди признался бывшему на борту корреспонденту лондонской "Таймс", что погода для прокладки телеграфной линии выбрана, пожалуй, не самая идеальная.

Потрепанные штормом суда все же встретились посреди океана, однако были и другие шторма, и несколько раз повторявшиеся разрывы кабеля, не говоря уж о нападениях китов и стоянках в Ирландии, во время которых производилась починка кабеля, а на борт брался новый запас угля. Тем не менее капитан Приди твердил, что он скорее отправится в ад, чем уведет свое судно, пока янки на их "Ниагаре" продвигаются вперед. Американский капитан, разумеется, придерживался аналогичных взглядов, о чем его матросы, вне всяких сомнений, сообщали матросам противной стороны в ходе благовоспитанных, отличавшихся ясностью формулировок бесед, которые велись в береговых ирландских пивных. Наконец в июле 1858 года установилась ясная погода, и Атлантика более недели оставалась спокойной, как какой-нибудь пруд, — и "Ниагара" вытащила свой конец кабеля на Ньюфаундленде, а "Агамемнон" дотянул свой до залива Валенсия в Ирландии.

5 августа, когда это стало известно, газеты словно сошли с ума. Господствовавшая в мире англосаксонская раса достигла гармоничного единения, техника начала овладевать планетой — все это следовало должным образом отпраздновать. В Британии чинно звонили церковные колокола,

раздавались рыцарские звания (одно из них получил Чарльз Брайт, которому было всего двадцать шесть лет), а газета “Таймс” напечатала официальное поздравление королевы Виктории. В Америке стреляли из пушек, проводили факельные шествия (отсюда и неприятный случай, когда пламя факела коснулось изготовленного из горючего материала купола, венчавшего новое здание нью-йоркского городского совета), а проповедники приписывали весь успех себе.

Филд стал героем, а Уайтхаусу предстояло теперь обратиться в пророка его — и он быстренько захватил власть в ирландской телеграфной станции, выставив из нее Томсона, начавшего соединять провода, не дожидаясь его появления. Там уже ожидали отправки десятки сообщений, и, хоть несколько первых успел передать сам Томсон, не столкнувшись при этом ни с какими затруднениями, заслуга отправки всех остальных, решил Уайтхаус, должна принадлежать только ему. И вскоре он добрался до самой длинной из телеграмм — официального поздравления, направленного королевой Викторией президенту Бьюкенену. На Ньюфаундленде ожидали в боевой готовности телеграфные самописцы, вокруг них стояли специальные корреспонденты американских газет.

Однако что-то пошло не так. Первые телеграммы передавались безупречно, теперь же создавалось впечатление, что внутри кабеля происходят непонятные изменения. Телеграмма королевы состояла всего из девяноста девяти слов, умелый телеграфист мог отстучать ее за несколько

минут, а между тем проходили часы, помрачневшие и притихшие члены филдовского персонала вбегали в телеграфную станцию и выбегали из нее, но только на следующий день, после шестнадцати с половиной часов утомительной передачи полный текст поздравления дошел наконец до получателя.

А дальше все стало еще хуже. Отправка и последующие повторные отправки столь же короткого ответа Бьюкенена королеве заняли больше тридцати часов. Сохранившиеся документы показывают, что по кабелю раз за разом посылались сообщения: “Передавайте помедленнее”, или “Повторите”, или самые жалостные из всех — многократные “Что?”. Газеты начали проникаться подозрениями, пышные поздравительные речи сменились саркастическими, и вскоре представители Филда попросту перестали появляться на людях.

И причиной всего этого был спратавшийся в здании ирландской телеграфной станции и приходивший во все большее отчаяние Эдвард О. Уайтхаус. Ныне он оказался решительно не в своей стихии, ибо все, о чем говорил Томсон, приобретало очертания истины. Телеграфисты Уайтхауса посылали короткие отчетливые сигналы, но на другой конец кабеля сигналы эти приходили расплывчатыми и размазанными — распознать их после того, как они пересекали Атлантику, оказывалось невозможно.

Уайтхаус сделал то, что сделал бы на его месте любой пойманный на обмане наглец, — запаниковал. Он установил в ирландской станции приобретенные за немалые деньги резервные генераторы:

гигантские, в полтора метра высотой, батареи, способные выстреливать в кабель огромные количества — чего? Уайтхаус полагал, что они посылают в кабель некое подобие искр, летящих от контакта сварочного аппарата, только поменьше — или, если прибегнуть к терминологии более поздней, что они отправляют в провод целые флотилии заряженных электронов, которые дальше катятся по нему сами собой. Томсон в это не верил. С его точки зрения, батарея выстреливала мощное, неконтролируемое силовое поле. Подача большей энергии из батарей на дно океана означала попросту, что поле это становится все более сильным. Вот почему, говорил он, крайне важно никогда большие батареи не использовать.

Уайтхаус его не слушал. Он был грубым, практичным человеком, самостоятельно пробившимся в верха английского общества. Сила позволила ему сделать это, она же проведет его и по дальнейшему пути. Да и никакой тут загадки нет. Сигнал не проходит, значит, считал Уайтхаус, нужно его усилить, послав из батарей побольше крошечных электрических частиц. Освященная временем английская традиция требовала говорить с иностранцем погромче — в надежде, что он лучше поймет тебя, если ты будешь орать, — и теперь, в последние недели августа, Уайтхаус приказал своим подчиненным подключить полутораметровые генераторы, и пусть они делают свое дело.

Решение это оказалось на редкость неудачным. Многие из вас наверняка обращали внимание на странные предупредительные таблички, украша-

ющие телевизоры и ноутбуки: “БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ, ВСКРЫВАЯ УСТРОЙСТВО, ДАЖЕ ЕСЛИ ОНО ОТСОЕДИНЕНО ОТ СЕТИ”. Но зачем же осторожничать, если вилка уже вынута из розетки? Причина тут в том, что электрические заряды могут скапливаться внутри телевизора или ноутбука на различных металлических поверхностях. И если любитель, пытающийся починить такое устройство, сунет *между* двумя этими поверхностями потный палец, электрические заряды, ожидавшие воссоединения на отделенных одна от другой воздухом поверхностях, тут же найдут легкий путь навстречу друг другу — через палец.

Забравшись внутрь маленького ноутбука, вы, скорее всего, и удар получите небольшой. Но после того, как Уайтхаус подсоединил к трансатлантическому кабелю мощные батареи, внутри этого кабеля начали создаваться условия намного, намного худшие. Уайтхаус посылал в него силовое поле, в сотни раз более мощное, чем то, какое когда-либо намеревался использовать Томсон. Некая часть этого поля оставалась в центральном медном проводе и воздействовала на его электрические заряды, однако часть намного большая легко уходила в сторону через тонкую резиновую изоляцию и затем возбуждала электрические токи в железной оболочке кабеля. Вспомните, однако, как разогревалась в лампочке Эдисона нить накаливания, когда сквозь нее проходило множество заряженных частиц, ударявших в атомы металла, из которого эта нить состояла, и скользивших по ним. То же самое происходило и на дне Атлантического океана. Центральный мед-

ный провод нагревался, внешний железный кожух тоже — а между ними лежала резина.

Всякий раз, как Уайтхаус приказывал своим операторам послать очередную телеграмму, им приходилось сотни раз нажимать на ключ, чтобы передать коды Морзе. А это означало, что они направляли в кабель сотни всплесков невидимого силового поля. Медная сердцевина кабеля и его железная оболочка быстро разогревались, поскольку скачки поля создавали в них сильные токи. И в конце концов зажатая между ними резина начала не просто согреваться. Она начала плавиться. И в каждой точке, в которой это случилось, заряженные частицы кабеля обнаруживали, что им больше не нужно проделывать путь вперед, имевший протяженность в три тысячи с лишком километров. У них находился путь куда более короткий, ничем теперь не перекрытый путь — длиною в каких-то два с половиной сантиметра — из меди в железо. Он был и вправду намного короче, откуда и взялось выражение “короткое замыкание”.

Чем большие усилия предпринимал Уайтхаус для того, чтобы исправить положение, — чем лихорадочнее добавлял все новые огромные батареи, — тем хуже приходилось кабелю. По прошествии нескольких дней Уайтхаус выбросил свое оборудование на свалку и украдкой, взяв с операторов клятву, что они все сохранят в тайне, вернулся к изначальным, куда более слабым передатчикам и приемникам Томсона. Однако вред уже был причинен. Слишком малое число электриче-

ских частиц сохраняло теперь способность путешествовать, никуда не отклоняясь, по длинному центральному медному проводу — все большее и большее их число уходило в сторону, по удобному короткому пути, ведущему в железную оболочку. А из нее они упархивали в океан, слегка подогревая соленую воду и даже близко не подходя к находившейся в тысячах километров от них приемной станции.

К сентябрю по кабелю проходили только обрывки слов, а к 20 октября расплавилось такое количество изоляции, что по кабелю перестали проходить любые сигналы. Кабель погиб, и больше им никто никогда не пользовался. Уайтхауса уволили, на его место поставили Томсона. Отчаявшиеся директора компании Филда согласились делать все, что скажет Томсон. Имеются у него какие-нибудь предложения?

Предложения у него, разумеется, имелись. Нужно проложить новый кабель, сказал он, с куда более толстой резиновой изоляцией, способной помешать полю проскочить сквозь нее. А когда это будет сделано — использовать лишь очень легкий нажим со стороны батарей. Что именно происходит внутри медной сердцевины кабеля, Томсон не знал — до открытия электрона оставались еще десятки лет, — но знал, что носитель электрического тока, что бы он собой ни представлял, обладает весом столь несказанно малым, что его не смогут определить даже ювелирные весы. Только этот малый вес и должны были перемещать создаваемые батареей силовые поля. Томсон собирался

подарить Сайрусу Филду джинна шепчущего, а не ревущего.

Сайрус Филд, по-видимому, все еще питал по поводу этой теории кое-какие сомнения, однако у него не оставалось выбора. Если он сдастся, проекту придет конец. И использовать грубую силу, как потерпевший крах Уайтхаус, он тоже не мог. Оставалось рискнуть, сделать ставку на правоту Фарадея и Томсона, на то, что способные передвигать электроны невидимые силовые поля действительно существуют. И сам проект станет в конечном счете детальной проверкой удивительных предсказаний Фарадея.

Последовали новые трудности и новые задержки; в 1865 году усовершенствованный кабель порвался, повергнув всех в горе, на двух третях расстояния да еще и на такой глубине, что вытащить его на поверхность и отремонтировать было невозможно. Однако в 1866-м, с помощью самого большого в мире судна “Трейт Истерн”, был проложен новый — и успешно. И как только второй конец его оказался на берегу, кабель заработал без сбоев и продолжал работать, почти безостановочно, принося год за годом прибыль. Фарадей был к тому времени уже очень стар и очень болен, однако эту новость он, похоже, все-таки узнал — и не исключено, что от самого Томсона.

Томсон гордился достигнутым, Сайрус Филд богател. А мы теперь знаем, что из розеток наших квартир вовсе не бьют постоянные фонтаны электронов. В розетке кроется в ожидании силовое поле, поступающее туда от далекой электростанции.

Когда вы вставляете в розетку вилку какого-либо устройства и включаете его, это поле входит, так сказать, в ваш дом, проникает в компьютер или лампу и просто-напросто встряхивает электроны, уже поджидавшие его там. Когда же вы выдергиваете вилку из розетки, прекращается и поступление силового поля.

И это отвечает наконец на вопрос о том, почему электроны не скапливаются в телефоне того, с кем вы разговариваете. Прежде всего потому, что ваш голос никаких электронов в его трубку не посылает! Когда вы звоните кому-то, вы всего лишь посылаете ему невидимое силовое поле, которое встряхивает электроны, уже имеющиеся в его телефонном аппарате. Индивидуальные электроны никаких дальних путешествий не совершают — собственно говоря, они дрейфуют так медленно, чуть ли не со скоростью пешехода, что единичный электрон сумел бы доковылять от Нью-Йорка до Лос-Анджелеса только за месяц с лишком. А вот невесомое силовое поле, заставляющее электроны суетливо тесниться, покрывает это расстояние за долю секунды, делая возможным ваш якобы одновременный разговор.

После успеха, связанного с трансатлантическим кабелем, Сайрус Филд был с Томсоном неизменно почтителен, однако от разговоров насчет незримых полей явным образом уклонялся. Бизнесмену, который вырос в эпоху лязгающих паровых машин, такие поля все еще представлялись чем-то слишком уж странным. Томсон же не сомневался в том, что электричество станет рано или поздно огромной

промышленной силой и потребует удобных обозначений, которые позволят людям понимать, какое именно количество движущей силы, создаваемой этими невидимыми полями, они покупают. Вероятно, ему хотелось дать этой движущей силе имя его идола Фарадея, однако в области научных наименований на протяжении всего девятнадцатого столетия тон задавали французы, и, хотя они не имели ничего против досточтимого мистера Фарадея, он, к великому его несчастью, родился вне Франции, а к тому же — обстоятельство настолько огорчительное, что о нем и упоминать-то было больно, — не владел французским языком в мере, достаточной для того, чтобы публиковать отчеты от своих открытиях именно на нем.

Произошел обмен памятными записками, сопровождавшийся обменом ядовитыми письмами и закулисными политическими интригами, и наконец состоявшаяся в Париже конференция — на которой присутствовал и чрезвычайно огорченный Уильям Томсон — утвердила официальное название единицы силы, создаваемой незримым полем. Когда за несколько десятилетий до этого Наполеон вторгся в Италию, многие итальянские патриоты пришли в ужас, однако Алессандро Вольта — человек с двумя металлическими дисками во рту, создатель первой надежно работавшей электрической батареи — хорошо понимал разницу между чистотой убеждений и мирским успехом. И потому он принял французское вторжение, с многословной изысканностью высказался о благодетельности мудрого освободителя Наполеона, и это, вкуне

с его благоразумными публикациями на французском языке, обратило Вольту в любимца французов. И хоть Вольт так и не понял, как и почему работают его батареи, интенсивность проникающей в ваши дома движущей силы измеряется ныне в “вольтах”, а не в “фарадеях”. Когда вы покупаете компьютер, на кожухе которого указано, что он работает от напряжения в 110 вольт, это означает, что для его работы требуется силовое поле, дающее 110 единиц этой движущей силы.

Может показаться, что на этом история электричества и заканчивается. Существуют древние, скрытые во всей материи заряженные электроны, и существуют силовые поля, способные извлекать эти электроны и приводить их в движение. Однако если бы этим все и исчерпывалось, мы бы и поныне жили в мире величавой викторианской техники — у нас имелись бы красиво изукрашенные электрические лампы, телеграф, может быть, даже электрические самодвижущие экипажи — но и не более того. Не было бы ни радио, ни телевидения, ни сотовых телефонов, ни спутников, посылающих на Землю сигналы *GPS*, ни *WiFi* или *Bluetooth*, вообще никакой техники беспроводной связи. А между тем даже во времена Томсона существовали указания на то, что у электричества имеются и другие свойства.

Уже в то время, когда прокладывался первый колоссальный трансатлантический кабель, еще один друг Томсона, Джеймс Клерк Максвелл, начал внимательно приглядываться к полям, которые пытался контролировать Томсон. (Мак-

свелл был тем самым молодым ученым, к которому в 1857 году обратился с просьбой о помощи Фарадей.) Он-то и понял, что поля обладают сложным внутренним устройством и состоят на самом деле из двух частей — электрической и магнитной.

Картина у него получилась до крайности необычная.

Каждая электрически заряженная частица Вселенной образует центр огромного силового поля, писал он. Это “электрическое” поле простирается вокруг нее подобно текучему ореолу. И все мы носим с собой такие ореолы везде и повсюду: они передвигаются вровень с нами. При нормальных условиях положительные и отрицательные заряды, окружающие нас, уравнивают друг друга, и потому мы никаких эффектов не наблюдаем. Однако если вы пошаркаете ступней по ковру, то получите вместе со скрытыми в нем электронами избыточное количество отрицательного заряда, и поле, создаваемое вами, станет более плотным, более интенсивным. Поднимите палец, и это чуть более сильное, чем у других, поле начнет распространяться от вас подобно свету, льющемуся из фонаря статуи Свободы. При этом вы вполне можете получить удар статическим электричеством — однако им дело не ограничится.

Каждый раз, потрясая вашим заряженным пальцем, вы будете создавать примерно такой же эффект, какой возникает, когда вы встряхиваете большую банку с желе или болтаете опущенной в пруд рукой. Исходящее от вас поле начнет подрагивать.

А теперь самое удивительное. Вскоре после того, как вы вынете из пруда руку, которой болтали в воде, рябь, созданная вами на его поверхности, уляжется. Порожденная вами волна исчезнет. Максвелл понял, что у невидимого силового поля Фарадея имеется еще и магнитная составляющая. Когда в электрической части возникнет подобие ряби, она напитывает собой вторую, незримую магнитную часть. (Почему? Потому что изменяющееся электрическое поле порождает поле магнитное, что и понял Джозеф Генри с его электромагнитами: пропусти по катушке ток — и в ней возникнет магнитная сила.) Но что же в таком случае происходит, когда усиливается магнитная составляющая невидимого силового поля? Да то, что изменения магнитных полей порождают новое электрическое поле. Как раз это и показал сам Фарадей своим великим подвальным экспериментом 1831 года.

А это означает, что, просто помахивая электрическим зарядом, вы создаете колебания электрического поля, и, когда первая его зыбь замрет, она уже создаст новое поле — магнитное. Ко времени же, когда в свой черед затухнет и магнитное, изменения его интенсивности успеют создать новое электрическое поле. А когда ослабнет и оно, появится другое магнитное поле и...

И это никогда не закончится. Чтобы встряхнуть начальный электрический заряд, вам следует потратить некоторую энергию, но, сделав это, приведя в движение первое из взаимосвязанных полей,

вы можете спокойно отправляться спать. Пройдут десяти- и тысячелетия, о вашем земном существовании все напроць забудут, однако волны, созданные вами в этом комбинированном “электрическом-плюс-магнитном” поле, так и будут странствовать по Вселенной. Они бессмертны. Это рябь на летящем по небу волшебном ковре, “паутина, растянутая в небесах”. Томсон упустил ее из виду, потому что смешивал одно с другим и не мог отчетливо различить две отдельные части поля и то, как они создают одна другую, возрождаясь, подобно фениксу, — вечно. Максвелл же, наконец, показал, что видение, явившееся Фарадею в его подвальной лаборатории, было истинным.

Максвелл записал свои идеи в виде нескольких сложных уравнений. Однако, когда он в 1879 году умер, идеи эти, хоть их и поддерживал Томсон, все еще воспринимались большинством ученых как гипотеза. Ну кто же мог поверить, что мы живем во Вселенной, кишасей такого рода невидимыми волнами? Было хорошо известно, что обычные электрические провода способны иногда создавать подобные волны. Однако никто не попытался всерьез расположить эти провода так, чтобы они стали специализированной пусковой платформой такой зыби в “электромагнитном” поле; никто, даже в начале 1880-х, не соорудил детектор, способный эту зыбь обнаруживать.

А затем, в 1887-м, такой человек нашелся. Проведавший это экспериментатор — Генрих Герц — оставил дневник настолько интересный и подроб-

ный, что мы можем представить его работу, пользуясь почти исключительно словами Герца, перемежая их словами его современников и прямых последователей. Вот к этому, полученному из первых рук рассказу о рождении нашего беспроводного мира мы теперь и обратимся.

ЧАСТЬ III

Волновые машины

Глава 6

Одиночка

Карлсруэ, Германия, 1887

Выдержки из дневника Генриха Герца, 1884:

27 января 1884. Размышлял об электромагнитных лучах.

11 мая. Вечером взялся за максвелловский электромагнетизм.

13 мая. Ничего, кроме электромагнетизма.

16 мая. Весь день проработал над электромагнетизмом.

8 июля. Электромагнетизм, все еще безуспешно.

17 июля. Подавлен, не смог ничего добиться.

24 июля. Работать не хотелось.

7 августа. Просмотрев "Фрикционное электричество" Риса, понял, что бо́льшая часть установленного мной к этому времени уже известна.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, 6 ДЕКАБРЯ 1884:

Поползли слухи о моих перспективах здесь и в Карлсруэ, то один, то другой коллега спрашивает меня: “Вы собираетесь нас покинуть?” — а я ничего об этом не знаю.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДНЕВНИКА ГЕНРИХА ГЕРЦА, 1885–1886:

28 ноября [1885]. Субботний вечер в ночном клубе.

13 декабря. Одинокая утренняя прогулка под метелью в Этлинген.

31 декабря. Счастлив, [что] этот год закончился, надеюсь, следующий не будет на него похож.

22 января 1886. Сильный холод и зубная боль.

23 января. Весь день еле волочил ноги, лег как можно раньше.

12 февраля. Весь день проработал с батареей.

18 февраля. Усердно работал с батареей.

24 марта. Заменяю Мартина новым механиком. Его первое достижение: разбил стекло большого фрикционного электрогенератора.

15 июня. Троица, праздничный день. Подавлен угрозой войны.

31 июля. Свадьба.

16 сентября. Все еще не решил, каким проектом заняться.

ПРОГРАММНАЯ РЕЧЬ ГЕНРИХА ГЕРЦА В ИМПЕРАТОРСКОМ ДВОРЦЕ, БЕРЛИН, АВГУСТ 1891:

За пределами нашего сознания раскинулся холодный, враждебный мир реальности. Между ними тянется узкая пограничная полоса наших чувств. Любая связь между двумя мирами требует пересечения этой узкой полоски... И для достижения должного понимания самих себя и внешнего мира чрезвычайно важно провести глубокое исследование этой пограничной полосы.

ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО ПАМЯТИ ГЕНРИХА ГЕРЦА (1857–1894), ПРОИЗНЕСЕННОЕ НОБЕЛЕВСКИМ ЛАУРЕАТОМ МАКСОМ ФОН ЛАУЭ:

Так начался классический период жизни Герца... Экспериментируя... Герц обнаружил нечто неожиданное.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДНЕВНИКА ГЕНРИХА ГЕРЦА, 1887:

3 июня. Сделать удалось немного — сырая погода.

7 июня. Немного поэкспериментировал; на душе беспокойно, желание работать отсутствует.

18 июля. Эксперименты с искрами от батареи.

19 июля. Желание работать исчезло полностью.

7 сентября. Начал работать в лаборатории над быстрыми осцилляциями.

8 сентября. Экспериментировал... старался докопаться до сути дела.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, ОСЕНЬ 1887:

Мои коллеги, если они вообще об этом думают, считают, что я с головой ушел в оптические экс-

перименты, а я между тем занимаюсь совсем другими вещами...

Наставник Герца, Герман фон Гельмгольц, давно уже просил его проверить предсказания Максвелла. Теперь Герц сообразил, что сделать это можно, соорудив аппаратуру, состоящую из двух частей. Первой был передатчик, в котором между двумя блестящими металлическими шарами проскакивали электрические искры. Герц надеялся, что содержащиеся в этих искрах электрические заряды будут генерировать предсказанные Максвеллом невидимые волны.

Вторую часть образовывала свободно подвешенная проволочная рамка. Это был приемник. Если Максвелл прав, невидимые волны, вылетев из передатчика, пересекут аудиторию и достигнут металлической подвески. Для того чтобы убедиться в поступлении волны, Герц сделал в рамке узкую прорезь. Если волна поступит, она пройдет через эту прорезь и породит другую искру.

Никаких проводов, соединяющих передатчик и приемник, не было. Если в прорези приемника проскочит искра, значит, Максвелл был прав.

ПРОГРАММНАЯ РЕЧЬ ГЕНРИХА ГЕРЦА ПЕРЕД НЕМЕЦКОЙ АССОЦИАЦИЕЙ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, ГЕЙДЕЛЬБЕРГ, 20 СЕНТЯБРЯ 1889:



ГЕНРИХ ГЕРЦ

Искры [которые должен был детектировать приемник] микроскопически коротки, длина их не превышает сотой доли миллиметра. И существует каждая из них лишь в течение миллионной доли секунды. То, что их можно увидеть, представляется почти абсурдным и невозможным; однако в совершенно темной комнате глаз, отдохнувший в темноте, регистрирует их. На этой тонкой нити и висел успех нашей затеи.

Выдержки из дневника Генриха Герца, 1887:

17 сентября. Эксперименты дают очень красивые дополнительные результаты.

19 сентября. Поставил опыты с относительным расположением рамок и зарисовал эти расположения.

25 сентября. Воскресенье. Много работал дома со вторым рисунком.

2 октября. В 2.45 утра родилась дочь, которую мы назовем Иоганна Софи Элизабет.

5 октября. Утром снова приступил к работе.

Письмо Генриха Герца Герману Фон Гельмгольцу (ведущему физику Германии), 5 ноября 1887:

Я хотел бы воспользоваться этой возможностью, досточтимейший герр тайный советник, чтобы сообщить Вам о некоторых экспериментах, которые я недавно с успехом завершил... Не хочется отнимать у Вас время, однако эта статья касается предмета, которым Вы несколько лет назад сами просили меня заняться.

Письмо Элизабет Герц (жены) родителям Герца, 9 ноября 1887:

В субботу Гейнс [так она называла Генриха] отослал рукопись статьи проф. Гельмгольцу, а во вторник получил ответ — почтовую открытку, на которой стояли лишь следующие слова: "Рукопись получена. Bravo! В четверг сдам статью в печать". Естественно, нам это доставило огромное удовольствие, более того, в понедельник Гейнс уже приступил к новым опытам и, придя вечером домой, сказал мне, что собрал аппаратуру, проверил ее и через четверть часа вновь получил очень красивые результаты... Теперь он просто вытаскивает эти красивые результаты из рукава... Конечно, я ничего в этом не понимаю.

Речь Макса Планка, посвященная памяти Герца. Произнесена в Берлинском физическом обществе 16 февраля 1894:

Кто из ученых не помнит и поныне чувство восхищения и изумления, охватившее его при известии об этих открытиях? Статьи следовали за статьями в быстрой последовательности, сообщая о все новых наблюдениях. Мы узнали, что электрические процессы способны создавать (динамические) эффекты; что электромагнитные волны переносятся по воздуху; что электрические волны распространяются точно так же, как световые. И доказательства всего этого были получены с помощью крохотных искр, разглядеть которые удавалось лишь в полной темноте, да и то через увеличительное стекло!

Письмо Генриха Герца родителям, 13 ноября 1887:

На этой неделе мне вновь повезло с моими опытами. Никогда еще не вступал я на столь плодородную почву, где перспективы открываются и справа, и слева. То, чем я сейчас занимаюсь, вертелось в моей голове не один год, но я не верил, что это может быть сделано...

Выдержки из дневника Генриха Герца, 1887:

16 декабря. Снова вернулся к моим экспериментам и начал заполнять оставшиеся пробелы.

17 декабря. Успешно экспериментировал.

21 декабря. Экспериментировал весь день.

- 28 декабря. Экспериментировал и наблюдал эффекты, создаваемые электромагнитными волнами.
- 30 декабря. Эффект наблюдается по всей длине аудитории.
- 31 декабря. Устал от экспериментов. Вечер в доме тестя и тещи. С удовольствием оглядываюсь на прошедший год.

ПРОГРАММНАЯ РЕЧЬ ГЕНРИХА ГЕРЦА ПЕРЕД НЕМЕЦКОЙ АССОЦИАЦИЕЙ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, ГЕЙДЕЛЬБЕРГ, 20 СЕНТЯБРЯ 1889:

Сами по себе, все эти эксперименты были очень просты, но [когда я завершил их]... было лишь естественным попробовать продвинуться на несколько шагов дальше...

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, 17 МАРТА 1888:

[Теперь] я убрал из аудитории большие люстры, чтобы получить как можно больше пустого пространства... Вчера поставил несколько новых опытов.

ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО ПАМЯТИ ГЕНРИХА ГЕРЦА
МАКСА ФОН ЛАУЭ:

[Следующее] исследование... стало огромным шагом вперед. До этого приемник и передатчик находились вблизи друг от друга, теперь же Герц разнес их настолько, насколько то позволяла сделать самая большая из имевшихся в его распоряжении комнат — аудитория института, — то есть на пятнадцать метров. Передатчик стоял у одной

стены, а противоположная стена была преобразована в зеркало, отражавшее электрические волны.

Используя большое расстояние между приемником и передатчиком, Герц надеялся показать, что невидимые волны отражаются от стен комнаты.

Выдержки из дневника Генриха Герца, 1888:
27 февраля. Готовился к новым экспериментам.
Изготовил металлические щиты.
5 марта. Экспериментировал с образованием теней электромагнитными лучами.
9 марта. Смерть кайзера.
14 марта. Вечерняя лекция в Математическом клубе.

Генрих Герц, "Избранные статьи", 1894:
Мне показалось, что я заметил странное усиление [волн] перед... стенами комнаты... Я подумал, что причиной его может быть отражение электрической силы... мысль эта показалась мне почти недопустимой: она полностью расходилась с существовавшими тогда представлениями о природе электрической силы.

Герц обнаружил, что создаваемые им волны могут, хоть они и невидимы, отражаться, отскакивать от

зеркал, точно так же, как видимый свет. А между тем они создавались волнообразными импульсами силовых полей, которые распространялись от стремительно летевших искр его простого передатчика.

Выдержки из дневника Генриха Герца, март 1888:

С величайшей тщательностью повторил эксперименты.

Экспериментировал; мне кажется, что благодаря отражению от стен я обнаружил стоячие электромагнитные волны.

Письмо Генриха Герца Герману фон Гельмгольцу, 19 марта 1888:

Я хотел бы сообщить Вам о следующем новом результате: распространяющиеся в воздухе электромагнитные волны отражаются от сплошных проводящих стен... явление это выражается очень четко и наблюдалось во множестве разнообразных случаев... Я постарался также спроецировать этот эффект на большое расстояние, используя для этого вогнутые зеркала, и получил некоторые свидетельства успеха...

Письмо Элизабет Герц (жены) родителям Герца, 9 декабря 1888:

Сегодня я снова пишу вместо Генриха; он так погрузился в работу, что не хочет ее прерывать...

Нынче утром пришло письмо от тайного советника Олтхоффа, он предлагает Генриху на выбор профессорские должности в Берлине и в Бонне.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, 16 ДЕКАБРЯ 1888:

Я окончательно остановился на Бонне; 22-го встречусь с Олтхоффом, чтобы обсудить условия. Судя по тому, что я слышал, тамошняя плата за лекции может сделать профессора богатым человеком... В общем и целом нельзя отрицать того, что на этот раз мне улыбнулась удача, — так, во всяком случае, это выглядит со стороны...

ПИСЬМО ГЕРМАНА ФОН ГЕЛЬМГОЛЬЦА ГЕНРИХУ ГЕРЦУ, ДЕКАБРЬ 1888:

Досточтимый друг... Персонально я сожалею, что Вы не переберетесь в Берлин, однако должен сказать, что, отдав предпочтение Бонну... Вы поступили совершенно правильно... Человеку, который еще собирается взяться за решение многих научных проблем, лучше оставаться вдали от больших городов...

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, ДЕКАБРЬ 1888 — ЯНВАРЬ 1889:

Я... решил остановиться на доме Клаузиуса. В парке при нем уже цветет прекрасный каштан. Но есть одна помеха.

Еще четыре года назад в этих комнатах находилась медицинская клиника, и, хотя с тех пор

стены их отскоблили и навесили новые двери, медики тем не менее не советуют молодой семье въезжать в такую квартиру, поскольку в ней могла сохраниться какая-нибудь инфекция.

Я обратился к профессору медицины, [который] сказал мне, что опасность заражения очень мала...

Из письма Германа Фон Гельмгольца, посвященного выдвижению кандидатуры Герца на членство Берлинской академии наук, 31 января 1889:

Нижеподписавшийся выдвигает предложение избрать профессора Германа Герца членом-корреспондентом академии... Герц приобрел известность рядом весьма изобретательных и обладающих чрезвычайной важностью исследований...

Выдержки из дневника Генриха Герца, март 1889:

17 марта. Провел обширные расчеты.

26 марта. Отослал статью.

Программная речь Генриха Герца перед Немецкой ассоциацией развития естественных наук, Гейдельберг, 20 сентября 1889:

[Электричество] стало могучим царством. Мы обнаруживаем [его] в тысяче таких мест, в которых ранее никаких доказательств его присутствия не имели... Электричество охватывает собой всю природу...

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, НАПИСАННОЕ ВО ВРЕМЯ ЕГО ЧЕСТВОВАНИЯ В КОРОЛЕВСКОМ ОБЩЕСТВЕ ЛОНДОНА, 5 ДЕКАБРЯ 1890:

Я выехал сюда в пятницу вечером и появился в Лондоне в субботу, после полудня... Меня представляли самым разным людям, мне не всегда удавалось разобрать их имена... И конечно, мне было особенно приятно познакомиться со старейшиной зарубеж- ных физиков, сэром У. Томсоном, и другими...

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ УИЛЬЯМА ТОМСОНА К "ИЗБРАННЫМ РАБОТАМ" ГЕРЦА:

За [многие] годы, прошедшие с тех пор, как Фарадей впервые вызвал раздражение знатоков математической физики своими кривыми силовыми линиями, в создании научной школы девятнадцатого столетия участвовало немалое число тружеников и мыслителей... Однако посвященные электричеству статьи Герца, написанные в последнее десятилетие века, навсегда останутся незыблемым монументом.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДНЕВНИКА ГЕНРИХА ГЕРЦА, 1891:

14 января. [Родилась] дочь; и мать, и младенец чувствуют себя хорошо.

16 января. Заряжал электрометр.

18 января. Исследовал конденсатор на прохождение через него электрического тока.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, 1892:

Жизнь наша так спокойна, как только можно себе представить... К сожалению, для меня, а стало

быть, и для Элизабет, она несколько подпорчена тем, что я, бог весть как, простудился и никак не поправляюсь.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДНЕВНИКА ГЕНРИХА ГЕРЦА, 1892:

10 мая. Устроил в парке большую песочницу, чтобы дети могли играть в ней, когда отсутствует Элизабет. Там есть волшебная пещера.

27 июля. Моя простуда совсем распоясалась. Пришлось на время прервать работу.

РЕЧЬ МАКСА ПЛАНКА, ПОСВЯЩЕННАЯ ПАМЯТИ ГЕРЦА. ПРОИЗНЕСЕНА В БЕРЛИНСКОМ ФИЗИЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ 16 ФЕВРАЛЯ 1894:

Поначалу его болезнь казалась безвредной, однако лечение заметных улучшений не давало, напротив, с ходом времени ему становилось все хуже. Но к началу зимы [его друзья] еще не могли, да и не желали представить себе возможный исход этой болезни...

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДНЕВНИКА ГЕНРИХА ГЕРЦА, 1892:

29 августа. Заезжали направляющиеся в Гамбург родители.

7 октября. Серьезная операция.

9 октября. Сильные боли.

11 октября. Попытался подняться, но температура еще очень высока.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ:

Теперь мне, к сожалению, приходится дожидаться восстановления моих сил... Но я все еще

надеюсь, что наступит время, когда я смогу полностью сосредоточиться на работе.

Письмо Генриха Герца родителям, октябрь 1892:

К сожалению, о себе я ничего, способного порадовать, сообщить не могу, какое бы то ни было улучшение отсутствует, а единственное утешение — если это утешение — состоит в том, что, согласно опыту, такого рода состояние обычно бывает затяжным...

Выдержки из дневника Генриха Герца, 1892:

19 октября. Тревожный период.

28 октября. Нарост за левым ухом продолжает увеличиваться; безуспешные попытки дренировать его.

19 октября. Валб вызвал профессора Вицеля, который провел операцию и удавил сосцевидный отросток.

Письмо Генриха Герца родителям, 23 декабря 1892:

Неужто уже Рождество? Кажется, что только вчера лето было в самом разгаре, а все происшедшее с той поры миновало мое сознание или было страшным сном, от которого я никак не могу пробудиться.

Выдержки из боннских дневников Генриха Герца, 1890-е:

...Гулял, тщетно пытаясь придумать исходные точки для новой работы.

...Экспериментировал с железной барометрической трубкой.

...Эксперименты указывают на возможность получения благоприятных результатов.

...Эксперименты выглядят малообещающими, поэтому я пришел в уныние и прервал их.

...Почувствовал себя пресыщенным физикой.

ПИСЬМО ГЕНРИХА ГЕРЦА РОДИТЕЛЯМ, ДЕКАБРЬ 1893:

Я принадлежу к тем... кто обречен на недолгую жизнь... Я не выбирал для себя такой судьбы, но, поскольку она постигла меня, остается лишь согласиться с этим.

Генрих Герц умер 1 января 1894 года от того, что называлось тогда заражением крови, — возможно, полученным им от веществ, хранившихся в медицинской клинике, которая прежде находилась в его доме. Ему было тридцать шесть лет.

Вскоре после этого исследователей-теоретиков в науке начали теснить практические изобретатели, среди которых особенно заметным оказался сын ирландки, унаследовавшей состояние, нажитое производством виски “Джеймсон”. Поскольку она поселилась в Италии, ее сын, хоть он и бегло говорил по-английски, получил фамилию ее мужа: Маркони.

Из нобелевской лекции Гульельмо Маркони,
11 декабря 1909:

Еще в 1895 году, в Италии, я приступил в моем доме под Болоньей к исследованиям и экспериментам, имевшим целью определить, позволяют ли Герцевы волны передавать сигналы на расстояние без каких-либо соединительных проводов. Первые опыты ставились с обычным осциллятором Герца [в котором, так же как в ранних опытах Герца, для создания волн использовались искры]. Этот аппарат позволил мне передавать телеграфный сигнал на расстояние примерно в полмили. В августе 1895-го я создал новый прибор...

Из книги Чарльза Брайта “Телеграфия на подводных лодках. Ее история, создание и работа”, 1898:

Маркони удалось создать резонатор, работавший... на расстояние почти в девять миль. Это... новейшее достижение индуктивной телеграфии. Беспроводная телеграфия Маркони основана на принципе использования Герцевых волн и их передачи... посредством электрических искр...

Из публичной лекции сэра У. Г. Приса “Передача сигналов в пространстве без использования проводов”, Лондон, 4 июня 1897:

В июле прошлого года мистер Маркони привез в Англию новый план. Мистер Маркони исполь-

зует электрические, или Герцевы, волны... он изобрел новое реле... Через Бристольский канал были переданы великолепные сигналы.

*“Труды Королевского общества”, 28 мая 1903:
Замечательный успех Маркони по части сигнализации через Атлантику позволяет сделать вывод, что волны огибают скругленную поверхность Земли.*

Посылавшиеся Маркони сигналы были просто более мощным вариантом невидимых волн — волнообразного движения электрического и магнитного полей, — которые Герц генерировал в своей лаборатории. Так как они излучались (“*radiated*”) в пространство, их перестали называть “Герцевыми волнами” и стали именовать “радиоволнами”.

Из одиннадцатой редакции энциклопедии “Британника”, 1910:

В настоящее время для осуществления связи через Атлантику используются мощные станции, позволяющие посылать сообщения и днем, и ночью... Герцева волновая телеграфия, или “радиотелеграфия”, как ее иногда называют, играет важнейшую роль в военно-морской стратегии и в связи между судами.

СООБЩЕНИЕ, ПОЛУЧЕННОЕ С ПАССАЖИРСКОГО
ЛАЙНЕРА "ОЛИМПИК", НАХОДИВШЕГОСЯ В
2600 КМ ОТ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ США,
14 АПРЕЛЯ 1912:

$$\begin{array}{l} \dots \dots / - \dots - \dots - \dots - \dots - \dots / \dots - \dots - \dots / \dots - \dots - \\ - - - - / \dots - \dots - \dots - \dots - \dots - \dots / \dots - \dots - \dots - \dots - \dots - \\ / \dots - \dots - \dots - \dots - \end{array}$$

(«Титаник» столкнулся с айсбергом. Быстро тонет».

Сообщение было принято молодым телеграфистом по имени Дэвид Сарнов в филаделфийском универсальном магазине Wanamaker's.)

Множество изобретателей и иных заинтересованных сторон принялись искать дополнительные способы использования этого нового устройства.

Меморандум, направленный бывшим телеграфистом Дэвидом Сарновым вице-президенту "Американской компании беспроводной телеграфии Маркони" Эдварду Дж. Нэлли, 1915:

Я разработал план, который позволит сделать радио таким же “предметом домашнего обихода”, каким является пианино... идея состоит в беспроводной передаче музыки в дома людей... Приемник можно сконструировать в виде “музыкального радиоящика”, ведущего прием на нескольких

длинах волн, а переход с одной из них на другую будет производиться единственным переключателем или нажатием единственной кнопки.

Если хотя бы миллион семейств сочтет эту идею хорошей, она может... дать значительную прибыль.

Меморандум Сарнова был отвергнут. Десятилетие спустя, в 1920-х, радиоаппаратура, продававшаяся основанной им компанией — RCA, — сделала ее одной из самых могущественных индустриальных фирм мира.

Радио меняло облик каждой страны, в которой его использовали. Хотя телеграфы с телефонами и передавали сообщения с высокой скоростью, они могли связывать лишь одного человека с другим. А радиоволны не были заперты внутри тонкого медного провода. По самой своей физической природе они разлетались во всех направлениях сразу, и это позволяло распространять информацию так широко, что при описании этого нового явления приобрел популярность термин “широковещание”.

Фабричные марки собственной страны вдруг стали у ее покупателей куда более популярными, чем прежде; местные спортивные команды приобретали болельщиков по всей стране; культ знаменитостей — таких, как голливудские звезды, — распространился еще шире. Слушателям казалось, что радиопередачи обращены лично к ним.

Изменилась и политическая жизнь.

АДОЛЬФ ГИТЛЕР. “МОЯ БОРЬБА”:

Всякая пропаганда должна быть доступной для массы; ее уровень должен исходить из меры понимания, свойственной самым отсталым индивидуумам из числа тех, на кого она хочет воздействовать. Чем к большему количеству людей обращается пропаганда, тем элементарнее должен быть ее идейный уровень... Солги только посильней — что-нибудь от твоей лжи да останется .

В Америке демагоги, которые использовали радио для насаждения своих идей, неизменно оставались в меньшинстве. А вот в Японии и нескольких европейских странах дело обстояло иначе: новаторское использование радиопередач нацистской партией было в годы, предшествовавшие 1933-му, главным фактором ее успехов на выборах.

В ходе 1930-х командование немецких танковых войск начало эксперименты по управлению крупными наземными и воздушными соединениями, которые предстояло использовать для покорения соседних стран, по радио. Исследователи других стран приступили к изучению иного вопроса: не является ли скрытая в радиоволнах мощь достаточной для того, чтобы удерживать боевые машины врага на расстоянии? Особенно интересовалось этим британское правительство. Коро-

левский военно-морской флот долгое время защищал страну с моря. Нельзя ли с помощью радиоволн защитить ее и с воздуха?

От А. П. Роу, секретаря Комитета сил противовоздушной обороны по вопросам науки, ректору Импириал-Колледжа, члену Королевского общества Г. Т. Тизарду, 4 февраля 1935:

Дорогой мистер Тизард!

К настоящему прилагается копия составленного мистером Уотсоном Уаттом секретного меморандума о возможности использования электромагнитного излучения для воздушной обороны...

Глава 7

Энергия в воздухе

Берег Суффолка, 1939,

и Брюневаль, Франция, 1942

За годы, прошедшие после создания радио, идея радара приходила в голову далеко не одному радиотехнику, однако заставить свое начальство поверить в нее никому из них не удавалось. К примеру, в сентябре 1922 года Альберт Тейлор и Лео Янг, служившие в военно-морском флоте США, попытались послать через реку Потомак простой радиосигнал, но столкнулись со странными помехами. Приглядевшись к реке, они увидели, что по ней проплывает пароход. Однако средств, необходимых для исследования этого эффекта, им получить не удалось — их просто высмеяли: каким это образом громоздкий пароход может воздействовать на нечто столь призрачное и невесомое, как радиоволны? О подобных же явлениях сообщалось из России, Франции и большинства других стран, где широко использовалось радио, однако реакция на эти сообщения почти всегда была аналогичной.

К тому же и радиотехники были, как правило, людьми тихими и не напористыми. Впрочем, на счастье Британии, да, собственно, и всего цивилизованного мира, по крайней мере один специалист в области радио обладал качествами совершенно противоположными. Его звали Роберт Уотсон Уатт, и в 1935 году он работал в принадлежавшей Национальной физической лаборатории прескучнейшей, занимавшейся атмосферными исследованиями станции, которая находилась неподалеку от не менее скучного английского города Слау. Уж на что поэт Джон Бетджен любил юг Англии, а и он, познакомившись со Слау, написал известное:

*О бомбы дружелюбные, падите
На Слау вы и в порошок сотрите
И эти лавки, и кондиционеры...*

Прямой потомок усовершенствовавшего паровую машину Джеймса Уатта, Уотсон Уатт некогда был в Шотландии многообещающим студентом, но с тех пор карьера его как-то не задалась. Брак Уотсона Уатта тоже давно свелся к скучной рутине (“В те немногие часы, которые не отнимали у меня работа и сон, я был... супругом вялым и скучноватым”), да и все остальное было примерно на том же уровне (“Росту во мне метр девяносто, человек недобрый назвал бы меня пузатым, человек подороже — упитанным; я что-то вроде метеоролога... проводшего тридцать лет на государственной службе”).

Последнее-то и составляло проблему. Будучи потомком человека столь прославленного, Уотсон

Уатт вовсе не желал закончить свой век как служащий средних лет, обладающий средним доходом и не обладающий даже средненькой известностью, да еще и застрявший где-то на периферии государственного научного учреждения, во многих милях от Лондона.

И вот в январе 1935 года на него словно с неба, а точнее сказать, из министерства военно-воздушных сил — что даже лучше — свалился запрос. Работавший в министерстве знакомый интересовался, имеется ли хотя бы доля истины в слухах о том, что можно создать радиопередатчик, способный посылать на летящий самолет ужасные “лучи смерти”. Ответить на сам вопрос труда не составляло — нет, не имеется, поскольку радиоволны слишком слабы, чтобы причинить какой-либо ущерб массивному самолету. Однако Уотсону Уатту вовсе не хотелось, чтобы таким ответом все и закончилось.

Он понимал, что, как только ответ будет послан, ненадолго открывшаяся перед ним дверь в лондонское министерство тут же закроется; он так и останется торчать в Слау и, может быть, завязнет здесь навсегда. Если же он попробует развить эту идею, вытянуть из нее что-нибудь получше, чем она сама, тогда — как знать? — его могут начать регулярно вызывать в Лондон. Он получит возможность ездить в столицу за счет правительства, скромным образом присутствовать на совещаниях, встречаться с высокопоставленными людьми, а там и продвинуться по службе.

То, что в итоге произошло из реакции Уотсона Уатта на случайный, по сути дела, запрос — сверхсекретные миссии в Вашингтон, личные совещания с Черчиллем, пожалованное королевой рыцарское звание и выделенные победившей страной огромные средства, — лежало далеко за пределами его воображения. И все же в тот момент, в январе 1935-го, он действительно нашел нечто способное заинтересовать министерство военно-воздушных сил, однако и эта находка составляла своего рода проблему. Уотсон Уатт был человеком очень гордым, но в то же время и довольно честным с самим собой. Сознавая, что метеоролог он хороший, Уатт не без грусти оценивал себя как “второразрядного физика” и “шестиразрядного математика”.

Впрочем, у него был друг и коллега Арнольд Уилкинс, который проработал в Слау еще не настолько долго, чтобы записать себя в люди второго разряда. Уилкинс с удовольствием провел расчеты, показывающие, что может случиться, если послать радиоволны в направлении приближающегося самолета. Невидимые волны, в которые верили Фарадей, Максвелл и Герц, — те подобные волшебному ковру вибрации силового поля — не несут, разумеется, энергию, достаточную для того, чтобы расплавить самолет или изувечить пилота. Но, может, они способны на что-то еще?

Обдумав этот вопрос, Уилкинс сообразил, что они позволят использовать вражеский самолет *против* него же самого! Физик по образованию, Уилкинс знал нечто важное о металлах и в особенности о том, что происходит *внутри* металла, из которого

состоит корпус самолета. Уотсон Уатт тоже знал это, но он был не силен в расчетах, и потому их совместную работу возглавил Уилкинс.

Во времена Фарадея и Уильяма Томсона лишь немногим теоретикам приходило в голову, что невидимые волны способны воздействовать на обычные твердые субстанции и порождать в них некое движение. Да оно было и понятно, ибо в отсутствие отдельных заряженных частиц — когда все они собраны в сбалансированные группы и упрятаны внутрь атомов, как и обстоит дело в окружающих нас обычных предметах, — электрическим и магнитным силам просто не за что зацепиться. (Тяготение же, напротив, не имеет противоположности, способной нейтрализовать его, отчего и остается неизменно заметным.)

Однако ко времени, когда началась совместная работа Уилкинса и Уотсона Уатта, стало уже ясно, как могут возникать электрические эффекты. В 1930-х атом привычно рассматривался как миниатюрная Солнечная система, в центре которой находилось подобное нашему Солнцу большое тяжелое ядро. А вокруг него вращались по далеким орбитам подобные планетам отдельные электроны. Радиоволны же суть колебания протяженного электрического и магнитного полей, так что, когда такая волна пронизывает отдельный атом, она пытается оторвать от него эти электроны.

Достаточно часто ей это сделать не удается. Поскольку находящиеся в наших телах электроны довольно крепко связаны с ядрами атомов, они — наши тела — для большинства подобного рода

полей остаются невидимками. Даже атомы, из которых состоят обычные камни и кирпичи, устроены так, что радиоволны просто пролетают сквозь них, отчего мы и имеем возможность пользоваться сотовыми телефонами внутри домов.

Другое дело металлы. Атомы железа или алюминия построены иначе. Хотя большая часть электронов остается в этих атомах на своих орбитах, самые удаленные от ядер получают свободу. Обычная полоска алюминиевой фольги содержит несколько миллиардов атомов, ее можно рассматривать как галактику из нескольких миллиардов звезд, у каждой из которых некоторые планеты движутся по близким орбитам, однако имеются и такие, что оторвались и ушли в открытый космос. Все это выглядит так, как если бы бесчисленные электрически заряженные нептун и плутон свободно летали среди звезд галактики, вместе с подобными им беглецами из других солнечных систем.

Вот так и выглядит металл, из которого состоит крыло самолета. Когда радиоволны врываются в одну из этих металлических галактик, самые близкие к ядрам каждой из миниатюрных солнечных систем электроны, быть может, и получают удары, но сорвать их с орбит не удастся. А вот электроны далекие — блуждающие, одинокие, осиротевшие, — электроны, которые свободно движутся в миниатюрной галактике, — это уже совсем другое дело. Пролетающие через металл радиоволны “захватывают” их, и энергии этих волн хватает на то, чтобы увлечь такие электроны за собой.

Когда это происходит внутри крошечного металлического приемника, подобного тому, что встроено в сотовый телефон, электроны-одиночки начинают подрагивать, подрагивания эти усиливаются, и происходит передача наиважнейшей для нас информации — скажем, фразы “Эй, я в машине!”. Уилкинс же сообразил, что когда радиоволна ударяет в гораздо больший по размерам кусок металла, то и результат получается куда более драматичный.

Вражеский самолет состоит из метров и метров такого уязвимого, ожидающего прихода волны металла. Любая посланная в его направлении радиоволна будет ускорять свободные, подвижные электроны этого металла. А между тем каждый электрон всегда окружен своим собственным силовым полем. Если электрон неподвижен, это силовое поле остается относительно спокойным и никаких сигналов от крыла самолета не исходит. Но если электрон начинает болтаться из стороны в сторону, взбалтывается и его силовое поле. (Именно это и поняли Максвелл и Герц.)

Нацелив радиопередатчик на самолет, вы заставите триллионы и триллионы электронов колебаться в унисон, образуя тем самым самостоятельные крошечные радиопередатчики. Иными словами, посылая невидимые радиоволны, Уилкинс мог обратить вражеский самолет в летающую передающую станцию! Весь самолет стал бы антенной, отключить которую невозможно.

Самый большой вопрос состоял, однако же, в том, будет ли эта передача настолько мощной, чтобы ее обнаружить. Ведь небо велико, а радио-

волны малы. Большая часть посылаемых радиоволн будет рассеиваться и пролетать мимо самолета, или же к моменту встречи с ним они могут оказаться уже очень слабыми. Уилкинс провел расчеты. И выяснил: даже если рассеяние испускаемой волны будет настолько широким, что на долю электронов, которые присутствуют в металле самолета, отделенного от излучателя четырьмя милями, придется лишь тысячная ее часть, этого будет довольно. Тут снова начинает играть роль сама крошечность электронов. Уилкинс показал, что даже такая рассеянная волна заставит каждую секунду колебаться 60 квадрильонов (60 000 000 000 000 000) электронов, находящихся в крыле самолета. Невидимые радиоволны, генерируемые таким “электронным ветром”, будут достаточно мощными, чтобы их можно было принять на земле. (Изобретенный десятилетия спустя самолет “стелс” остается невидимым для радаров отчасти потому, что используемая для него краска не пропускает в его металлический корпус значительную долю посылаемой радаром энергии, а отчасти по причине расположения его поверхностей под такими углами, что все, отражаемое ими, уходит в сторону от изначального излучателя.)

Уотсон Уатт руководил работой Уилкинса — в некотором роде, — и потому было лишь справедливо, что, когда их меморандум отправился в Лондон, в министерство военно-воздушных сил, первый с присущим его великодушием упомянул второго как своего важного помощника. Однако подписан меморандум был лишь одним именем — Уотсона Уатта.

Уилкинс не возражал, роль второго плана устраивала его еще и потому, что он знал об одном качестве Уотсона Уатта, с которым только предстояло познакомиться большим шишкам Уайтхолла. Дело в том, что Уотсон Уатт любил говорить — нет, не просто говорить, но увещевать, думать вслух, болтать, засыпать слушателя словами, топить несчастного в их потоках. По завершении слушания судом дела о патентных правах, в протоколах которого записи его импровизированных высказываний содержат около трехсот тысяч слов, Уотсон Уатт сказал: “Я оказался бы неискренен, если бы оставил кого-либо при впечатлении, будто все происходившее не доставило мне наслаждения”.

Теперь же, норовя протолкнуть идею, которая освободит его от Слау, Уотсон Уатт жал на все педали сразу. Он слал в Лондон напоминания, а затем направил еще один меморандум (“Я решил, что лучше послать [это] сразу, не дожидаясь...”). В итоге Уотсон Уатт встретился со спокойным, не выпускающим из зубов трубки чиновником А. П. Роу, задавшим ему уже вполне конкретные вопросы, затем последовала беседа с начальником Роу Генри Уимперисом — за завтраком в клубе “Атенеум”. И очень скоро интерес к предложению Уотсона Уатта начали проявлять лица высокопоставленные — очень высокопоставленные.

Делу помогло еще и то, что у Британии имелось несколько альтернативных средств защиты от немецких воздушных налетов. Во время Первой мировой войны обладающих превосходных слухом слепых людей размещали на путях возмож-

ных подходов бомбардировщиков “гота”, снабжая их стетоскопами, соединенными с большими граммофонными раструбами. В начале 1930-х на болотах близ Темзы построили огромное — 60 метров длиной и семь с половиной шириной — бетонное “ухо”, направленное на Ла-Манш, из-за которого могли появиться самолеты врага. Ни одно из этих средств толком не работало. Единственная надежда на успех состояла в том, чтобы создать вибрации невидимой электрической силы, порождаемой заряженными электронами передатчика, волны, которые будут обладать энергией, достаточной для того, чтобы увлечь за собой электроны, находящиеся в металле приближающихся самолетов, и организовать направленное движение этих электронов.

Дальнейшее смахивает на научную фантастику, и тем не менее Уотсон Уатт всего за три недели сумел убедить Уимпериса, Роу и всех, кто соглашался его выслушать, в том, что настало время провести окончательные полномасштабные испытания предложенной им идеи. Никакого специального оборудования для этого не потребуется. “Вражеским” самолетом может стать обычный бомбардировщик Королевских ВВС; передатчиком — одна из мощных передающих станций “Имперского вещания Би-би-си”, высокие антенны которой уже стоят в Давентри, графство Нортгемптоншир, и ведут регулярные передачи; осциллоскоп же для детектирования волн, которые наверняка начнут испускать электроны бомбардировщика, можно позаимствовать у коллеги-ученого.

К этому времени Уотсон Уатт уже сознавал, что должен убедить в своей правоте не только работающих в министерстве ученых, которые с пониманием отнесутся к любым внезапно возникшим проблемам, но и действующее начальство, и, в частности, до крайности подозрительного главного маршала авиации Хью Даудинга, прозванного близкими друзьями “Занудой”. Ему уже предлагали на рассмотрение немалое число видов оружия, якобы способного волшебным образом защитить Британию, и ни одно из них полевых испытаний не выдержало. А в средствах он был ограничен и позволить себе тратить их попусту не мог.

Утром 26 февраля 1935 года бомбардировщик Королевских ВВС пролетел над наблюдателями, стоявшими на заросшем травой поле неподалеку от передатчика Би-би-си. (Для успеха демонстрации своей идеи Уотсон Уатт наклеил на самолет длинные, свисавшие с него полоски фольги.) Возвращавшийся назад бомбардировщик был обнаружен на расстоянии в тринадцать километров. Когда испытания завершились, Уотсон Уатт повернулся к чиновнику министерства и произнес, поставив личный рекорд краткости: “Британия снова стала островом”.

Даудинг так и не понял, что первое испытание было отчасти подтасовано, — в теории электронов он понимал столько же, сколько в гласных средневекового сербохорватского языка, — зато понял, что этот нелепо самоуверенный толстяк из Слау сделал то, чего никому до него сделать не удавалось. Бюджет ВВС был достаточно ску-



РОБЕРТ УОТСОН УАТТ

ден, а на долю боевого командования приходилась самая малая его часть, и тем не менее всего через несколько недель Даудингу удалось добыть для Уотсона Уатта сумму, эквивалентную миллиону с лишним долларов. Единственное полученное Уаттом задание было таким: выяснить как можно больше о преимуществах, которые даст Британии его “радар”, а затем объяснить, как должна быть устроена работающая радарная станция. (На самом деле слово “радар” появилось лишь в 1941 году — это сокращение от *“radio detection and ranging”* (“радиообнаружение и наведение”) придумали два американских морских офицера. В 1935-м использовалось — с тем чтобы не дать

врагу слишком много информации — обозначение более туманное: “*radio direction finding*” [“определение направления с помощью радио”)].

Однако и при поддержке со стороны ВВС Уатту, как любому аутсайдеру, требовался сильный защитник в рядах правительственной бюрократии. Пока его первые меморандумы блуждали по коридорам Уайтхолла, они, по счастью, привлекли внимание великолепного администратора, добродушного Генри Тизарда. В пору Первой мировой войны Тизард проводил летные испытания истребителей *Sopwith Camels*, потом читал в Оксфорде лекции по термодинамике, потом возглавил Имperiал-Колледж, а кроме того, он был — качество, чрезвычайно полезное в бюрократических битвах, — боксером легкого веса, отличавшимся совершенно непредсказуемым поведением на ринге.

Особенно опасный для проекта момент наступил, когда парламент неожиданно дал Черчиллю — ненадолго, впрочем, — бóльшую, нежели прежде, власть над правительством. Черчилль был всецело за укрепление обороноспособности Британии, но, когда дело доходило до науки, ему приходилось полностью полагаться на рекомендации Фредерика Линдермана — раздражительного, помешанного на своем престиже бывшего ученого, который мог, когда желал того, быть совершенно очаровательным и умел давать представителям высшего класса почувствовать, что они так же мудры, как величайшие из мыслителей. А поскольку научные познания Черчилля не дотягивали и до уровня начала девятнадцатого столетия, обнаружить, что Линдерман

попросту некомпетентен, ему было весьма затруднительно.

Черчилль протолкнул Линдермана в комитет Тизарда, и Линдерман немедля объявил, что знает совершенно точно — задуманная ими новомодная радарная оборона эффективно работать не будет. Улучшению его отношения к проекту мало способствовало еще и то обстоятельство, что, когда в 1908 году Тизард и Линдерман, будучи молодыми учеными, посетили Берлин, они однажды договорились решить некий вопрос чести на боксерском ринге. Линдерман, человек куда более крупный, чем Тизард, так и не смог смириться с тем, что последний отколошматил его, и с тех пор не желал подавать Тизарду руку. Теперь, в Лондоне, Линдерман принялся тормозить строительные работы, которые Уотсон Уатт подготавливал в течение нескольких месяцев, — и тормозил их, пока Тизард посредством хитроумного бюрократического маневрирования не добился его изгнания из комитета. Тизард обзавелся опасным пожизненным врагом, но зато обеспечил для Уотсона Уатта возможность продолжать работу.

В пору мюнхенского кризиса 1938 года, когда из немецких радиоприемников вырывался голос вопящего фюрера, разносимый по миру волновыми сигналами — что и мог бы предсказать столетием раньше Майкл Фарадей, — часть этих радиосигналов пролетала над пятью огромными сооружениями, возведенными на юге Англии. То были первые из радаров системы *Chain Home*: большинство станций состояло из похожих на опоры высоковольтных

линий металлических мачт-передатчиков высотой в 117 метров; мачты-приемники были преимущественно деревянными и имели высоту 73 метра. К лету 1939-го аналогичных станций насчитывалось уже двадцать, большая их часть оказалась сосредоточенной на юго-востоке Англии, но некоторые были разбросаны по побережью, доходя до самой Шотландии. Каждый передатчик излучал волновые сигналы. Во время мюнхенского кризиса передатчики посылали эти волны вслед самолету, на котором летел премьер-министр Чемберлен, и они сопровождали его на расстоянии почти сто миль спустя долгое время после того, как он скрылся из виду. Теперь, по мере приближения войны, передатчики все чаще использовались для обнаружения столь же удаленных британских самолетов, шедших по маршрутам, которые могли бы избрать немецкие истребители и бомбардировщики.

У немецких вооруженных сил имелись смутные представления о том, что происходит, однако полной картины они так никогда и не получили, поскольку отдельные подразделения немецкого правительства не имели склонности обмениваться информацией. Когда в последние мирные месяцы 1939 года офицер люфтваффе полковник Вольфганг Мартини надумал наконец проверить британские средства обороны (прослушав все радиосигналы, которые могла испускать радарная сеть), он — к большой пользе для Британии — решил, что проверка эта должна быть исчерпывающей. А последнее означало необходимость перемещения множества тяжелого оборудования, поэтому Мар-

тини использовал гигантский дирижабль. (То был цеппелин *Graf LZ-130*, близкий родственник *Hindenburg LZ-120*, всего за два года до того взорвавшегося в Америке.)

Лучшего способа сообщить о своей затее англичанам он избрать не мог. Цеппелины покрывала сверкающая алюминиевая краска, а алюминий — это металл, и, стало быть, на поверхности цеппелина имелись сотни квадратных метров слабо связанных со своими атомами электронов. Получилась превосходная, висящая высоко в воздухе мишень для радаров. Первые сигналы британских радарных станций ударили в цеппелин еще до того, как он пересек Ла-Манш. Электроны, находившиеся в алюминиевой оболочке цеппелина, тут же начали сновать из стороны в сторону, излучая, как и предсказал Уилкинс, миниатюрные радиосигналы. И пока скрытый облаками цеппелин неторопливо производил рекогносцировку, проплывая вперед, а затем назад вдоль побережья, большинство высоких башен системы *Chain Home* молчало, не давая никаких свидетельств своей работы. Когда в июле 1940-го разведка люфтваффе представила окончательный доклад о готовности Британии к войне, в нем о системе *Chain Home* ни слова сказано не было.

К лету 1940-го немецкая армия захватила большую часть Западной Европы и остановилась на берегу Ла-Манша, в нескольких пугающих километрах от самой Британии. Военно-морские силы Германии собирали огромный флот вторжения — если бы он успешно пересек Ла-Манш, немногочислен-

ные, еще уцелевшие оборонительные силы англичан столкнулись бы с имеющим огромное численное превосходство противником. (Немалое число британских танков было уничтожено или брошено во Франции.) Черчилля, если бы ему не удалось бежать в Канаду, скорее всего, казнили бы; у немецкой администрации имелись также пространные списки видных евреев, профсоюзных деятелей, священников и прочих нежелательных элементов, которых также надлежало уничтожить.

Королевские военно-морские силы сделали бы все возможное, чтобы предотвратить вторжение, однако без превосходства в воздухе шансов на успех у них было мало. Критическим барьером на пути немецкого вторжения оставались Королевские ВВС, но и они выглядели довольно слабыми. Средства на истребительную авиацию отпускались скудные, и, хотя у Британии имелось приличное число первоклассных самолетов, для постоянного оборонного патрулирования воздушного пространства не хватало хорошо подготовленных летчиков. Для вторжения Гитлеру нужно было лишь избавиться от этих ограниченных ВВС. По расчетам немецкого командования необходимые воздушные налеты продлятся не больше месяца. Начать их планировалось 13 августа 1940 года — в *“Adler Tag”*, или “День орла”.

Около 5.30 утра операторы самой восточной из радарных станций Британии обнаружили над французским городом Амьён построившиеся в боевые порядки самолеты. Скоро такие же появились над Дьеппом, а следом и к северу от Шербурга. Немец-

кие пилоты имели все основания полагать, что они остались незамеченными, — ведь у них не было приборов для обнаружения электрических и магнитных волн, пронизывавших крылья их самолетов, порождая сигналы, которые — всего долю секунды спустя — отчетливо принимались в Англии. И когда эти несколько сотен самолетов достигли, рассчитывая на фактор неожиданности, английского воздушного пространства, их там уже ждали в воздухе десять эскадрилий Королевских ВВС. Как выразился один современный наблюдатель, “комитет по организации торжественной встречи проявил негостеприимность и завернул заморских визитеров восвояси”.

То был звездный час в жизни Уотсона Уатта. В последовавшие за этим днем недели немцы раз за разом пытались осуществить внезапное нападение, которое позволило бы им использовать имевшееся у них преимущество в числе самолетов. К примеру, в последних числах августа немецкие воздушные силы предприняли крупное отвлекающее нападение на юге Англии. Одновременно секретно собранная в Дании еще более крупная воздушная армада поднялась в воздух, чтобы нанести удар по северо-востоку страны, который должен бы был остаться беззащитным. Однако эта армада еще не успела пересечь Северное море, а на нее уже набросились служившие в Королевских ВВС безжалостные пилоты из Польши, Норвегии и стран Содружества.

Немалую пользу принесло и то, что, когда несколько питавших определенные подозрения

офицеров немецкой разведки добились нанесения бомбовых ударов по объектам, которые могли оказаться радарными станциями, их операторы — в большинстве своем женщины — остались сидеть за своими осциллоскопами, несмотря на то что многие из них получили в итоге ранения. Ответная реакция ВВС так и осталась неизменно точной. И сбитое с толку немецкое верховное командование пришло к заключению, что эти на редкость высокие мачты все-таки не являются, по-видимому, центральной частью британской оборонной системы.

Помогло тут также и то, что британское правительство организовало несколько альтернативных публикаций, посвященных схеме обороны страны. В прессу “просочились”, к примеру, сведения о том, что точностью воздушных перехватов противника, в особенности ночных, страна обязана обостряющим зрение пилотов и наблюдателей свойствам моркови (откуда, похоже, и пошли рассказы о благотворном воздействии морковки на глаза). Ну и смекалка английских летчиков тоже сыграла немалую роль. Сержант Филлип Уэринг, залетевший, преследуя самолет противника, на территорию Франции, был сбит, а после этого взят в плен и допрошен. Позже он вспоминал: «Один из немцев спросил меня: “Как вам удастся всегда вылетать нам навстречу?” Я ответил: “У нас мощные бинокли, и мы постоянно ведем наблюдение”. Больше меня об этом не спрашивали».

До конца августа и значительную часть сентября радарные станции продолжали посылать одну за другой свежие группы пилотов Королевских

ВВС навстречу атакующим немецким самолетам. Отраженные электромагнитные волны наполняли небо, выжившие после воздушного налета операторы радарных станций спокойно регистрировали их и указывали пилотам правильное направление. С неба тоннами сыпались металлические обломки. Королевские ВВС несли большие потери, однако люфтваффе — еще большие. В конце сентября в Ла-Манше начались осенние шторма, а 11 октября операция “Морской лев” — запланированное немецкое вторжение в Британию — была отложена на неопределенный срок.

И все же первенство Британии по части радара продлилось не вечно. Ночные налеты немцев на Лондон и другие крупные города продолжались, и операторы британских радарных станций заметили очень неприятные изменения в тактике люфтваффе. Немецкие самолеты выходили на точные позиции быстрее, чем раньше, — и даже в полной темноте. Был по меньшей мере один случай, когда базировавшиеся во Франции немецкие пикирующие бомбардировщики вышли по прямой на британский эсминец, находившийся в шестидесяти милях от берега, и утопили его, хотя на большей части их пути он располагался вне пределов видимости.

Это были плохие новости. Немцы не только догнали британцев в том, что касается использования радара, но и обогнали их. Британские радары системы *Chain Home* посылали волны длиной в многие сотни метров. Их вполне хватало для грубого обнаружения пересекающих Ла-Манш самолетов,

однако такие волны быстро рассеивались, оставляя значительную часть своей энергии среди коров, молочных фургонов и полей Южной Англии. Уотсон Уатт знал, что волны более короткие было бы легче и нацеливать, и точно фокусировать. Именно такие радары, как сообразил теперь он, а с ним и другие, и сумели, по-видимому, создать немцы. Это доказывалось и тем, что немецким летчикам удается синхронизировать действия своих самолетов в ночное время, и тем, что они наносят очень точные удары по удаленным военным судам. Но где прячет Германия оборудование, которое излучает эти короткие электрические волны, дающие столь смертоносный эффект?

До той поры радар был героем — защитником страны. Но, как только Британия поняла, что Германия обогнала ее, он с неизбежностью обратился в злодея.

Глава 8

Энергия, брошенная в бой

Гамбург, 1943

Сведения, позволившие установить местонахождение немецкой радарной системы — и инициировать цепочку событий, которые завершились тем, что невидимые волны Фарадея были использованы для колоссальных разрушений, — поначалу показались ничего не значащими. Они содержались в восьми-страничном машинописном документе, который некий пожелавший остаться неизвестным гражданин Германии прислал британскому военному атташе в Осло. Документ этот выглядел слишком диковинным, чтобы быть правдивым, ибо описывал деятельность, лежавшую за пределами всего, что могло примерещиться Британии. Он походил на научно-фантастический рассказ — о созданном на уединенном балтийском острове научно-исследовательском институте, в котором сооружались похожие на планеры реактивные самолеты, о радарной системе, превосходящей по уровню изо-

щренности все, чем располагала Британия. Когда документ перевели на английский и разослали по лондонскому начальству, всерьез к нему отнесся лишь один человек.

Однако человеком этим оказался двадцативосьмилетний, хоть и очень моложавый на вид, Реджинальд В. Джонс. По образованию он был астрономом и физиком, закончил аспирантуру оксфордского Бейллиол-Колледжа, а там от аспирантов ожидают глубокого знания литературы и учат критическому подходу к любому общепринятому мнению. Джонс сознавал, что нацистские руководители относятся друг к другу с подозрительностью, которая делает вполне возможным существование немецких исследовательских групп, разработавших радар без ведома руководства люфтваффе, — и впоследствии выяснилось, что именно так все и было. Тогда же, в 1941 году, он понял, что у Германии имеется работающая радарная система, а читая отчеты о разговорах военнопленных и радиоперехватах, выяснил даже, что она носит название “Фрейя”.

Человеку с его подготовкой это кодовое имя давало ключ, позволявший понять намерения немцев так же ясно, как если бы точная информация о них была доставлена в Управление воздушной разведки, размещавшееся в лондонском Уайтхолле, почтовым голубем. Верховное командование Германии было помешано на арийских мифах. Для понимания этой огромной электронной угрозы середины двадцатого века, сообразил молодой Джонс, нужно вернуться во времени назад лет примерно на тысячу.

И потому в один из последних дней 1941 года Джонс отправился из Уайтхолла на Чаринг-Кросс-Роуд, в лондонский центр книготорговли. И уже к концу дня отыскал то, что ему требовалось. Фрейя была древней северной богиней, проводившей немалое время в обществе еще одного мифического существа, Хеймдаля. У Фрейи имелось ожерелье, а Хеймдалю полагалось его охранять. И для того, чтобы он мог исполнять эту работу, ему была дарована способность видеть все на сотни километров вокруг — днем и ночью.

Разведывательные самолеты Королевских ВВС уже обнаружили в оккупированной Франции некие установки, выглядевшие так, что они вполне могли оказаться радарной системой, однако аппаратура эта была слишком громоздкой и старомодной, чтобы обеспечивать точность, о наличии которой свидетельствовали нынешние действия немцев. Никому, однако же, не приходило в голову, что установок может быть две, что они могут обладать разными мощностями и работать совместно. И отсылка к северной мифологии — к “совместно работавшим” Фрейе и Хеймдалю — навела Джонса на мысль о том, что именно такую систему, возможно, и создает сейчас немецкое командование.

Джонс направил оборудованный фотоаппаратурой истребитель “спитфайр” к первому из обнаруженных больших объектов, располагавшемуся в нескольких десятках километров от Гавра, близ городка Брюневаль. Для достижения максимальной скорости корпус истребителя был отшлифован,

а неся он на высоте в несколько сот метров, что не давало ни охране объекта, ни зенитчикам времени даже на попытки сбить его. И как только негативы были доставлены в Лондон, за дело взялись фотоаналитики министерства военно-воздушных сил. Поначалу они обнаружили на снимках лишь огневые позиции, оцепление из колючей проволоки и само центральное шато — все это выглядело как обычная военная база, — однако внимательное рассмотрение под увеличительным стеклом позволило обнаружить тропинку, которая шла от шато к полянке шириной не более нескольких метров, и радарное устройство на этой полянке.

Все оказалось гораздо хуже, чем ожидалось. Радарному устройству, способному поместиться на такой полянке, не требовались огромные антенны, необходимые для работы британской системы *Chain Home*. Фотографии наводили на мысль о том, что немецкие инженеры создали радар, работающий на длине волны, равной примерно полутора метрам, а то и меньше. Такой радар можно было разместить в кузове грузовика, и ему хватило бы одной-единственной примерно метровой антенны, чтобы и генерировать, и принимать волны. (А между тем антеннами системы *Chain Home* служили высокие электрические мачты, и поворачивать их было невозможно — способных сделать это механизмов попросту не существовало.)

Как Германии удалось подняться до таких высот инженерной мысли, никто в Британии не знал. Но если подобных систем существует уже много и если их удалось разместить на борту самолетов, тогда

немецкие воздушные патрули смогут обнаруживать идущие в Британию беззащитные американские транспорты с солдатами еще посреди океана и посылать соответствующую информацию подстерегающим эти транспорты подводным лодкам, а некоторые истребители люфтваффе смогут находить самолеты союзников в полной темноте.

Двое добровольцев из французского Сопротивления, Роджер Дюмон и Шарль Шовю, вызвались произвести осмотр и базы, и скрытого на ней маленького смертельно опасного радара. Они обнаружили там более сотни немецких солдат и по крайней мере пятнадцать пулеметных гнезд. Морские пехотинцы пробраться на базу и осмотреть или захватить радар, получивший кодовое название “Вюрцбург”, не могли — хотя броневаальское шато и стояло на берегу, берег этот представлял собой обрыв высотой примерно в двенадцать метров, образованный из мягкого мела. Однако попасть в шато было необходимо, а поскольку и самолету там приземлиться негде, следовало использовать одно из недавно сформированных подразделений парашютистов.

Вот по этой причине Чарльз У. Кокс, тщедушный человечек, бывший в мирное время кинооператором и радиолубителем, а в военное ставший самым что ни на есть младшим сержантом Королевских военно-воздушных сил, и был в один из февральских дней 1942 года вызван в Лондон, в министерство военно-воздушных сил, где его ожидал вице-маршал авиации Виктор Тейт. Обычно Кокс проводил дни в мягких тапочках — он страдал

мозолями, — а брюки подпоясывал изолированным проводом вместо ремня. Однако этот день особый, сообразил он, и потому постарался одеться соответственно.

— Вы вызвались исполнить очень опасную работу, сержант Кокс, — сказал Тейт.

— Никак нет, сэр, — запротестовал Кокс.

— Что значит “никак нет, сэр”? — поинтересовался Тейт.

— Я ничего исполнять не вызывался, сэр! — сказал Кокс.

Произошедшее следом можно реконструировать по оставленному Коксом двадцатистраничному неопубликованному рассказу. Кокса отправили под Манчестер, в усиленно охранявшийся тренировочный лагерь “Рингвей”, и поначалу он никак не мог понять, почему его заставляют маршировать вместе с несколькими десятками дюжих парашютистов. В конце-то концов, он и на самолете никогда не летал, и вообще боялся высоты. А затем наступил ужасный миг, когда Кокс понял: его обучают вместе с ними потому, что ему придется участвовать в нападении на вражескую базу. Кто-то должен был руководить демонтажом радара “Вюрцбург”, если до него удастся добраться, чтобы затем переправить в Британию, а он, Кокс, с его опытом радиста, был лучшим, кого министерство обороны смогло отыскать в чрезмерно сжатые сроки.

Парашютисты Первой воздушно-десантной дивизии носили армейскую форму, Кокс — форму ВВС. Если их штурмовую группу возьмут в плен, он будет выделяться на общем фоне, и гестапо захо-

чет узнать, почему его включили в состав группы. Кокса это сильно тревожило, что и понятно, и в скором времени в “Рингвей” приехал, дабы успокоить его, Джонс. Когда Кокс объяснил, что его волнует не столько собственное удобство, сколько возможность ничем не отличаться по виду от других солдат, Джонсу пришлось сообщить, что он попытался получить в Лондоне необходимое разрешение, однако министерство обороны уперлось, считая, что смена формы создаст плохой прецедент. Кокс сказал, что насчет прецедента он все понимает, но ведь гестапо может решить, и решить правильно, что он, Кокс, представляет собой некий особый случай. Джонс, поморщившись, вынужден был сказать, что министерство обороны ну *очень* уперлось.

После того как Кокс прошел ускоренный курс прыжков с парашютом, его — так и облаченного в форму Королевских ВВС — перебросили на плато Солсбери-Плейн для прохождения еще более ускоренного курса методов вооруженного нападения. Кое-что в этом курсе Коксу понравилось, и не менее прочего то, что ему выдавали все, о чем он просил, — бинокль, компас, новые башмаки и даже новехонький кольт 45-го калибра. Кое-что понравилось гораздо меньше, особенно способ прохождения шотландскими солдатами заграждений из колючей проволоки — вместо того чтобы использовать, как ожидал Кокс, кусачки, они просто укладывали на заграждение одного из солдат, а все остальные перебирались по нему, как по мостику. И никто из офицеров не удосужился объяснить

Коксу, насколько трудна задуманная операция: оружие у десантников будет лишь относительно легкое, а предыдущие десантные операции проходили отнюдь не так просто, как ожидалось.

Десант был выброшен ночью 27 февраля 1942 года. “Вюрцбург”, который собирались захватить десантники, обнаружил их, посылая в темноту быстрые невидимые волны, на расстоянии в тридцать с лишним километров. Генерируемые приближавшимися британскими самолетами ответные волны неотвратимо уходили обратно в ночь от крыльев и корпусов каждого самолета, и часть их создавалась всего в нескольких сантиметрах от Кокса и других парашютистов. Эти незримые ответы и позволили немцам обнаружить британскую штурмовую команду.

С самолетов прыгнуло около ста человек, примерно два десятка их безнадежно сбились с курса, улетев на несколько километров в сторону, однако основная группа благополучно приземлилась в намеченном районе. Выполнив обычный после приземления ритуал — блаженно избавив свои мочевые пузыри от выпитого перед погрузкой в самолеты чая, — отряд быстро двинулся к шато, в котором укрылся радар “Вюрцбург”. Кокс шел последним, толкая перед собой небольшую тележку, которую, как решили в Лондоне какие-то умные головы, ему надлежит использовать для размещения частей разобранного радара.

В самом шато находилось лишь небольшое число охранников, однако работавший с радаром немецкий оператор понял, что означают появив-

шееся на экране и двигавшиеся в его сторону многочисленные точки. Основная группа немецких солдат получила предупреждение, и они либо уже заняли огневые позиции, либо направлялись к ним. Начались перестрелки, и Кокс сообразил, что действовать ему следует быстро. “Вюрцбург” вполне мог оказаться заминированным, а если его взорвут, отношение Тейта к нему, Коксу, наверняка изменится к худшему, и потому Кокс в темноте, под пулями, поспешил к окружавшей объект колючей проволоке, чтобы помочь обнаружить и обезвредить взрывчатку. Он же заметил некую двигавшуюся в темноте тень и тем самым помог задержать — со всевозможной вежливостью — пытавшегося ударить оператора радара; затем Кокс показал британским солдатам, как с помощью лапчатых ломов отломать от “Вюрцбурга” электронные блоки, и преспокойно велел солдатам переписать серийные номера всех запасных частей радара. Его настолько беспокоило то, что может случиться с ним, если он вернется без достаточного количества образцов, что, даже когда к шато подошла немецкая военная часть, начавшая обстреливать его из минометов, а большинство парашютистов разбежалось от “Вюрцбурга” раньше запланированного, он продолжал руководить работами, пока не убедился, что основные части вращающейся изогнутой антенны отпилены и готовы к транспортировке.

Предполагалось, что спуск к воде труда не составит, однако прикрывать этот спуск должны были как раз те парашютисты, которых после прыжков отнесло в сторону. Британцы попали под огонь

немецкого пулемета, что еще пуще растревожило Кокса, — в итоге он приказал солдатам разобрать детали “Вюрцбурга” с тележки и распределить их по заплечным мешкам (гарантировав тем самым, что электроника не пострадает от пуль), а сам занялся оказанием помощи раненым. И вот, как раз в ту минуту, когда стало казаться, что штурмовой команде приходит конец, вдруг послышались крики “*Cabar Feidh!*”¹ — это все-таки появилось сбившееся с пути шотландское прикрытие. Немецкие пулеметчики не стали дожидаться подхода новых крикунов и сочли за лучшее укрыться в ближайшем овраге. И отряд смог наконец спуститься к воде.

Однако ожидавших его военных катеров там не оказалось, а последовавший торопливый обмен радиogramмами и даже стрельба из ракетниц тоже, казалось, не приносили никаких результатов. Впрочем, когда над обрывом вспыхнули фары доставивших подкрепление немецких грузовиков, к берегу во множестве подошли десантные суда, тяжелые пулеметы которых гарантировали надежную защиту от врага. На этих неповоротливых судах и предстояло вернуться в Англию большей части десантников (погрузившись на них, парашютисты получили изрядные порции рома), Кокса же от них отделили, посадили на быстроходный катер, и тот понес его на скорости в двадцать узлов к Портсмуту — по сторонам от катера шли два эсминца, а дополнительное прикрытие с воздуха обеспечивало появившееся

1 “Оленьи рога” (гаэльск.) — символ и клич шотландского клана Маккензи, ставший также символом созданного в конце XVII века 78-го шотландского полка. (Прим. переводчика.)

вскоре звено “спитфайров”. На берегу Кокса ждал кортеж из скоростных автомобилей, доставивший его в Лондон, где после короткого отчета и передачи драгоценных частей “Вюрцбурга” Кокс получил отпуск, продолжительность которого ему предоставили определить самостоятельно. К полуночи он уже добрался до своего дома в городке Уизбек, что в Восточной Англии. В доме горела всего одна лампа, вокруг нее сидели, ожидая Кокса, его отец, мать, дедушки, бабушки и жена с только-только начавшим ходить ребенком. Представ перед ними, Кокс, как он вспоминает, произнес: “Привет, семейство. Я был во Франции, во как, об этом уже пишут в лондонских газетах. Каково, а?”

Кокс был героем, а то, что он привез из Франции, предстояло вскоре использовать для одного из самых крупных массовых убийств нашего времени. “Вюрцбург” оказался радаром еще более передовым, чем предполагали британские специалисты. Он излучал волны длиной всего в двадцать пять сантиметров. Столь короткие волны позволяли ориентироваться с весьма высокой точностью. В сравнении с “Вюрцбургом”, система *Chain Note* с ее многометровыми волнами выглядела антиквариатом.

Это уже было достаточно плохо, однако доставленные Коксом серийные номера давали возможность произвести подсчеты еще более неприятные. Некоторые части “Вюрцбурга” были смонтированы в декабре, серийные номера их оказались довольно близкими друг к другу, и это позволяло предположить, что таких устройств эксплуатируется немного.

Однако у серийных номеров сменных блоков, установленных в феврале, наблюдался разброс гораздо больший, а это означало, что такие блоки изготавливаются во множестве и, стало быть, использование устройств, подобных “Вюрцбургу”, расширяется. Это и объясняло рост числа удачных атак на Королевские ВВС. Многочисленные новые “Вюрцбурги” с их способностью обнаруживать приближающийся самолет и со сверхъестественной точностью ориентировать ищущие его прожектора обращали небо над Европой в зону свободного отстрела самолетов союзников.

Но затем лондонские аналитики обнаружили слабое место “Вюрцбурга” — и кто мог бы предотвратить все последствия их открытия? — выяснив, что изменить его настройки чрезвычайно трудно, хотя в чем тут причина, понять никто поначалу не смог. Объяснение поступило от молодого немца-оператора, которого прихватил с собой Кокс.

Он был очень молод и разговорчив. (“Мы провели вторую половину дня, — вспоминал Джонс, — сидя с ним на полу, прилаживая одну часть к другой и слушая его комментарии”.). Вот, правда, о принципах работы радара он не ведал решительно ничего. (“Похоже, ему пришлось провести намного больше времени в тюрьме, чем за ее пределами”.). У Британии имелся изрядный запас искусных радиолюбителей, которых она и призвала в армию, в Германии же сборка радиоприемников частными лицами была давно уже запрещена, и строжайшим образом. К тому же Германия не допускала в армию женщин, даже если они были

одаренными техниками. При помешанной на евгенике диктатуре женщинам полагалось всего лишь рожать и тихо сидеть дома. И постепенно Джонс начал понимать, что немецкие радары должны быть устроены очень просто — хотя бы потому, что у Германии не хватает образованных мужчин, способных ремонтировать и эксплуатировать радары сколько-нибудь сложные. Иными словами, передовой немецкий радар должен представлять собой устройство, снабженное средствами защиты не то что от дурака, но от круглого идиота.

Именно жесткость устройства немецкого радара и заставила Джонса и других сотрудников министерства военно-воздушных сил уверовать в то, что им удастся обратить это техническое достижение Германии против него же самого. Вот уже несколько месяцев в Королевских ВВС рассматривалось оружие, которое поначалу казалось настолько простым, что это лишало его какой бы то ни было значительности. Состояло оно просто-напросто из множества полосок алюминиевой фольги, подобий удлиненных конфетти, которые можно было разбрасывать с самолетов. (Начальным кодовым названием этого оружия было “окно”, позже его стали именовать “сечкой” — это название мы и будем использовать в дальнейшем.) Исследователи считали, что, если сбросить с множества самолетов эти полоски, они создадут подобие металлического облака, которое при поступлении радарных волн будет посылать назад огромное количество электрических импульсов. Защита немецких городов с воздуха все в большей мере

становилась зависимой от радаров: существовали наводимые радарами прожектора и зенитные батареи, существовали также все с большей эффективностью использовавшиеся для отражения британских воздушных налетов быстрые ночные истребители, которые руководствовались информацией, поступавшей от наземных радаров. Если сечка срывает и немецких операторов удастся завалить ложными сигналами, радары окажутся бесполезными, а атакующие самолеты, по существу, невидимыми. А поскольку британские специалисты имели теперь точные данные о длине волны, на которой работает "Вюрцбург", они могли рассчитать и идеальный размер сечки.

Уотсон Уатт знал, кто именно добивается использования сечки. Этим человеком был Артур Харрис, командовавший бомбардировочной авиацией Королевских ВВС. Возможности сечки Харрису были известны уже давно, однако использовать ее он не спешил, поскольку сечка представлялась ему оружием, применить которое с полной эффективностью можно было только один раз. Спустя какое-то время враг наверняка найдет способ, позволяющий отличать медленно порхающую сечку от куда более быстрых самолетов, а кроме того, противник может использовать этот же метод и для вывода из строя британских радаров. Ситуация казалась тупиковой, похожей на положение с отравляющим газом — он имеется у всех воюющих сторон, и ни одна им не пользуется. Однако теперь брюневальский рейд показал, что немецкие радары — и в особенности сверхточный "Вюрц-

бург” — калибруются настолько жестко, что адаптировать их к новому оружию будет для любого оператора до крайности трудно. Сечка может на долгое время сделать воздушный флот неуязвимым. Уотсон Уатт сознавал, что приближается время главного сражения всей его жизни. Сознавал это и Харрис — и был уверен, что на сей раз победит именно он.

Сомнительно, чтобы во всех войсках союзников, сражавшихся во Второй мировой войне, нашелся человек более неприятный, чем Харрис. Он мог быть добрым со своей ближайшей родней, однако друзей у него насчитывалось мало, а какие-либо хобби отсутствовали. Он не прочитал в жизни ни единой книги и никогда не слушал музыку. У него имелась лишь одна великая страсть, а именно — ненависть. И направлена она была не против Германии. Судя по его действиям, направлена она была против производственных рабочих.

Харрис был крайним реакционером. Подобно многим хорошо обеспеченным людям своего времени, он часто выражал острую неприязнь к рабочему классу Британии — и к его немецкому аналогу тоже. Сочинения многих, даже мягких на первый взгляд интеллектуалов той поры становились, когда дело доходило до этой темы, попросту непристойными — собственно говоря, они обретали сходство с проявлениями той расовой ненависти, какую испытывали друг к другу воевавшие за господство на Тихом океане американцы и японцы. Американское военное руководство эта ненависть толкнула

на полное уничтожение целых японских городов, и никаких угрызений совести оно после этого не испытывало; Харриса же его взгляды привели к холодному и безжалостному отношению к любым рабочим или их детям, какие окажутся на земле под его бомбардировщиками.

Многие знавшие о его планах офицеры были ими напуганы. Соединенные Штаты, к примеру, бомбили вражеские заводы, железные дороги и доки. При этом нередко совершались серьезные ошибки и гибло гражданское население. Однако в Европе это не было задачей всей кампании, да и американских офицеров, постоянно наносивших удары мимо целей, отстраняли от выполнения заданий. К тому же Королевскому военно-морскому флоту требовалось как можно больше бомбардировщиков, которые можно было использовать для бомбежек судостроительных заводов, а по возможности — подводных лодок и надводных кораблей противника.

Харрис смотрел на это иначе. Вражеские заводы могли быть его якобы основными мишенями, однако он считал, что пытаться точно попадать бомбами в заводы или строительно-монтажные площадки значит зря тратить время. Не хотел он и того, чтобы его самолеты бесцельно кружили над морем, отыскивая вражеские подводные лодки. Это разбазаривание сил, и ничто иное. Харрис старался не допускать такового, а когда оно все же происходило, относился к этому с неодобрением. Убивать людей ему хотелось ничуть не меньше, чем уничтожать строения и оборудование. Огромные запасы

взрывчатых и зажигательных средств, накопленные ВВС, следует обрушить на головы рабочих, на дома, в которых они живут. По его мнению, именно в этом и состоял наиболее эффективный способ уничтожения сил врага. В том же месяце, в котором состоялся брюневальский рейд, командование бомбардировочной авиации спустило вниз Директиву-22, в которой говорилось, что при всех воздушных налетах "целями бомбометания являются районы застройки, а не, к примеру, судоремонтные или самолетостроительные заводы... Это должно быть понято с полной ясностью".

Любые возражения, исходили ль они от офицеров или гражданских экспертов, отменялись. И теперь брюневальские данные снабдили Харриса аргументами, позволявшими перенести его усилия на самый высокий уровень. Он может использовать сечку для отключения радаров, защищающих тот или иной город. А когда такой город окажется беззащитным, он, Харрис, сделает то, чего ему всегда хотелось: попробует, быть может, разрушить и фабрики, но, главное, уничтожит всех, кто в этом городе живет.

Уотсон Уатт пребывал в отчаянии. Он придумал радар вовсе не для этого, однако теперь, обратившись в мелкую сошку, мог, несмотря на изливаемые им потоки отчаянных слов и докладных записок, лишь наблюдать за тем, как замечательное оборонительное оружие, которое он помог создать, полностью выходит из-под его контроля. Он даже попробовал призвать на помощь Генри Тизарда, человека, возглавлявшего комитет, который создал

британскую радарную систему, сыгравшую столь важную роль в “Битве за Британию” 1940 года. Тизард тоже не переносил Харриса и начал теперь сколачивать альянс, который в обычные времена вполне мог остановить его. Однако любая информация должна была проходить через человека, которого Тизард в 1936 году унизил в радарном комитете, — через Линдемана, докладывавшего непосредственно премьер-министру. И Линдеман с превеликим удовольствием позаботился о том, чтобы никакие предложения Тизарда правительством всерьез не рассматривались.

В начале 1943-го Уотсон Уатт и Тизард поняли, что они проиграли. Незадолго до того Харрис организовал в штаб-квартире командования бомбардировочной авиации, находившейся в Бакингемшире, совещание на тему “Этика бомбардировок”. После нескольких выступлений служивший в этой авиации капеллан Джон Коллинс встал и сказал, что, по его впечатлению, речь здесь идет совсем о другом — о бомбардировке этики, однако его строго одернули, а выступить в его поддержку никто не решился.

Вопрос о том, какой город мог бы выбрать Харрис для демонстрации своей силы, практически не стоял. Гамбург представлял собой огромный промышленный центр с множеством поставленных вплотную один к другому домов, в которых жили рабочие. Кроме того, он располагался на берегу Северного моря и разделялся надвое Эльбой. Там, где море встречается с сушей, ориентироваться оказывается особенно легко (поскольку, как мы еще

увидим, вода и суша реагируют на волны радара совершенно по-разному).

Харрис отдал приказы, которыми должны были руководствоваться, войдя в воздушное пространство над городом, штурманы Королевских ВВС. К югу от Эльбы стояли заводы и знаменитые верфи подводных лодок: “Блом и Фосс”, “Стюлкен” и “Говальдтсверке”. Это и были цели, уничтожения которых желали и Тизард, и военно-морской флот. Однако пилоты Харриса получили недвусмысленный приказ оставить их в покое и не выходить за пределы северной части города. Здесь военных заводов не имелось, зато имелись ряды и ряды кварталов шестиэтажных жилых домов, некое подобие старого лондонского Ист-Энда или нью-йоркского Нижнего Ист-Сайда. Некоторые из живших в этих домах мужчин работали на заводах, однако большинство здешних обитателей составляли старики, женщины и — поскольку эвакуация в сельскую местность была лишь частичной — дети, очень много детей.

К весне этого года брюневальские данные были уже изучены, и потому на многих самолетах появились маленькие, направленные на землю радары; к началу лета Харрисон одержал победу в последних спорах по поводу сечки. Теперь оставалось лишь ждать идеальных погодных условий. Июли в Гамбурге теплые, температура воздуха держится в районе тридцати градусов. Влажность в течение нескольких дней остается необычайно низкой. Харрис внимательно следил за метеорологическими сводками.

Было произведено несколько серьезных предварительных рейдов, однако основные силы Королевских ВВС поднялись в воздух лишь вечером 27 июля. В это время по паркам и улицам Гамбурга еще прогуливались парочки. Британским самолетам предстояло появиться над ними только через час.

В одиннадцать вечера они еще летели над Северным морем, оставаясь пока незамеченными. Посланные из Англии волны радиовещания заставляли крившиеся в наушниках летчиков электроны колебаться, создавая отчетливый звук. В направленных на землю радарах другие электроны, проносясь по своим медным каналам, создавали компактные радиоволны, уходившие вниз. Свободных электронов, необходимых для создания ответной реакции, в воде относительно мало, поэтому экраны осциллографов оставались черными, показывая штурманам, что они все еще находятся над холодным Северным морем.

Но затем, примерно час спустя, излучаемые набортными радарами незримые волны начали наткаться на что-то совсем иное. В металлических постройках — сараях, заборах — свободных электронов более чем достаточно; в листве деревьев, кирпичных домах и мощеных дорогах их меньше, однако и они способны создавать ответные сигналы. В трех километрах над поверхностью земли ожили экраны осциллографов. Штурманы летевших первыми “пасфайндеров” поняли, что они пересекли береговую линию, и слегка откорректировали курс, добившись большей его точно-

сти. За ними последовало более семисот бомбардировщиков.

Экипажи этих бомбардировщиков начали сбрасывать с бортов большие пачки смахивающей на конфетти сечки, налетающий на большой скорости воздух раздувал их, разделяя на тысячи алюминиевых полосок. Невидимые волны, которые посылались вверх “Вюрцбургами” и другими радарными установками, ударяли в свободные электроны порхающих по воздуху полосок алюминиевой фольги. Свободные электроны алюминия, в которые безостановочно били снизу эти волны, начали совершать колебательное движение, обратившись в миниатюрные передатчики. Человеческому глазу небо еще казалось непроглядно черным, но на экранах наземных радарных установок оно, когда эти передатчики заработали, засверкало. Миллионы идентичных сигналов ринулись вниз.

И “Вюрцбург”, и другие радары оказались забитыми этими сигналами. Ни один наземный оператор не смог бы различить самолеты среди ослепительного электрического блеска. Прожектора, которыми управляли радары, начали бессмысленно шарить по воздуху; зенитные батареи либо молчали, либо стреляли наугад. Пилоты истребителей отчаянно бросали свои самолеты то в одну, то в другую сторону. Одни наземные операторы отчаянно кричали им по радио: “Уходите, бомбардировщиков становится все больше”. Другие нервно требовали по радио, чтобы истребители шли извилистыми курсами, которые, быть может, позволят выделить их среди наполнивших небо

и все множившихся сигналов, испускаемых алюминиевыми полосками.

Все было напрасно, самолеты Королевских ВВС никакого сопротивления не встретили. Сначала вниз полетели бомбы, начиненные взрывчаткой, — они должны были разрушить водопроводные магистрали (последующие подсчеты показали, что магистрали эти оказались разорванными в более чем двух тысячах мест) и развалить дома. Кирпичные стены содрогались, осколки кирпича разлетались во все стороны. Затем открылись дверцы главных бомболюков и из них посыпались химические зажигательные бомбы.

Значительная часть Гамбурга была построена из дерева, а дерево возникает, когда маленькие фотогальванические блоки, которые мы называем листьями, сцепляют отдельные атомы углерода в длинные цепочки. На создание таких цепочек уходят месяцы и годы потребления энергии изливаемого солнцем света.

Когда бомбы Королевских ВВС разбивали деревянные дома, эти цепочки разрушались, высвобождая атомы углерода. Само по себе это приводило лишь к возникновению пыли и обломков, и многие люди пострадали от рушившихся на них деревянных построек, однако на этом разрушение города не закончилось, поскольку сбрасываемые самолетами зажигательные бомбы создавали огромное количество тепла.

Волны этого тепла покатались по улицам Гамбурга, преобразуя на своем пути все. Частички висевшей в воздухе пыли впитывали его до тех

пор, пока не взрывались, нагревая древесину гамбургских домов до того, что она вступала в реакцию с кислородом и вспыхивала. Энергия, которую солнце вливало в эту древесину все долгие годы ее формирования в лесах, теперь высвобождалась в страшных вспышках пламени.

Электрических волн радара мы видеть не можем, однако яростно пылавшие здания испускают гораздо более короткие и более интенсивные электрические волны. И когда они ударяют в глаза человека, сетчатка посылает сигналы в мозг.

Во время гамбургского пожара невидимые волны Фарадея преобразовывались в свет.

Пожары вспыхивали то там, то здесь, затем пламя их соединялось, и скоро горел уже весь город. Люди пытались бежать от огня — но куда? Одна женщина, пятнадцатилетняя в ту пору, вспоминала: “Мама завернула меня в мокрые простыни, поцеловала и сказала: “Беги!” Я помедлила у выхода... потом выбежала из дома... и больше никогда ее не видела”.

Девушка постарше, девятнадцатилетняя, присоединилась к людям, пытавшимся пересечь бульвар Эйффештрассе, но в последний миг поняла, что делать этого не следует. Асфальт улицы плавился от жара: “Посреди улицы люди... увязали в асфальте. Видимо, они выбежали из своих домов, не подумав. Им не удавалось выдернуть из асфальта, они попытались вытянуть их руками, и теперь стояли на четвереньках и страшно кричали”.

А в небе над ними командир одной из эскадрилий “пасфайндеров” — двадцатисемилетний, он

был старше почти всех прочих пилотов, — взяв на бушевавшее внизу море огня, пробормотал в микрофон своей рации: “Несчастные ублюдки”. Он положил руки на штурвал, и его огромный самолет начал разворачиваться. Поток электронов устремился по изолированным медным проводам кокпита к индикаторам, и на них появились показатели наклона крыльев; сквозь лобовое стекло хлынули волны Фарадея, одни из них, невидимые, излучались порхавшими в воздухе алюминиевыми полосками, другие, видимые до рези в глазах, — объатым пламенем городом. Еще один, последний взгляд, и бомбардировщик лег на возвратный курс. *Тот* ночной налет завершился, однако бомбардировки продолжались, пусть и нерегулярно, еще два года.

Разрушения, вызванные этим налетом, были огромны, однако все ужасы и вся борьба той войны — создание оборонительной системы *Chain Note*, уничтожение Гамбурга — были лишь легким скольжением по поверхности того, что способно порождать электричество. Ибо существовал и *другой* уровень, лежавший за пределами представлений о затаившихся мощных электрических зарядах и даже о невидимых, пронизывающих пространство волнах, способных приводить эти заряды в движение. Представления Максвелла об атомах были далеко не полными.

В 1910-х и 1920-х — еще до того, как Уотсон Уатт попал в Слау, — небольшое число физиков-теоретиков занималось исследованием нового суб-

микроскопического мира. И если их идеи были верны, в мире, лежавшем “ниже” нашего, движение электронов состояло из резких, смахивающих на телепортацию скачков, известных как “квантовые” скачки, и столь же резких остановок.

Это могло изменить все и вся, ибо электроны — фундамент электричества, и всякий раз, как мы узнаем о них нечто новое, возникают и основы новой технологии. В поздневикторианские времена представления об электронах как о маленьких твердых шариках привело к появлению телефонов, электрических лампочек и двигателей. Разработанные Фарадеем и Герцем представления о волнах дали нам радио и радар, сыгравший столь важную роль во Второй мировой войне. Теперь же понимание того, что электроны способны дематериализоваться — что они могут, по существу, пониживать пространство, исчезая в одном месте и появляясь в другом, — открывало путь для создания еще одного устройства, думающей машины, которая сформировала нашу эпоху в такой же мере, в какой электрический свет и телефоны сформировали девятнадцатое столетие.

В 1920-х английское слово *computer* (и его ближайшие родственники в других языках) все еще означало человека — как правило, женщину — который проводит рабочее время, сидя за столом и решая с помощью механической счетной машинки, а то и старомодных карандаша и бумаги скучные арифметические задачи. Казалось, что дальше этого продвинуться невозможно, поскольку любая по-настоящему думающая машина могла

сравниться по быстродействию с человеческой мыслью, только меняя свою внутреннюю структуру с невообразимой в те времена скоростью. Ни один механический объект сделать это не способен.

Но, возможно, на это способны флотилии необузданно телепортирующихся крошечных электронов.

ЧАСТЬ IV
*Компьютер,
построенный
из камней*

Те металлы, которые добывались из-под земли для нужд военной машины, содержали электроны, способные мгновенно перескакивать из одного атома в другой, соседний, никогда не появляясь в разделяющем их пространстве. Однако в других веществах скачки электронов далеко не всегда осуществлялись с такой же легкостью.

Когда скопления подобных атомов сходятся вместе — в рассеянных по поверхности планеты камнях и кристаллах, — их электроны блокируют перелеты друг друга. Появляющийся неведь откуда электрон пытается двигаться быстрее — повысить свой энергетический уровень, — однако похоже на то, что существует преграждающая ему путь зона запрета. Электроны, содержащиеся в камнях и глинах, замедленны, они почти не движутся.

Люди провели целое столетие, преобразуя свою цивилизацию так, чтобы поставить себе на службу

быстрые электроны. Теперь же самая кровавая война столетия завершилась. Настало время высвободить энергию медленных электронов.

Глава 9

Тьюринг

Кембридж, 1936, и Блетчли-парк, 1942

Первая попытка построить компьютер была предпринята в Англии в 1820-х, однако господствовавшая в ту пору технология паровых машин, шарико-подшипников и зубчатых колес оказалась слишком грубой для того, чтобы он хотя бы начал работать. Впрочем, поражение потерпела не только технология, но и воображение создателей этой машины. Ровно столетие спустя, в 1920-х, хитроумных машин было уже предостаточно — локомотивы, сборочные линии, телефоны, аэропланы. Однако каждая из них выполняла лишь одну задачу. Постепенно сложилось мнение, что для выполнения какой-либо новой задачи необходимо строить и новую машину.

Вот в этом-то все и ошибались. Алан Тьюринг был первым, кто убедительным образом показал, как это положение можно переменить. Жизнь его завершилась трагедией, ибо, хотя он детально

продумал совершенный компьютер и очень ясно его описал, а новые представления о том, что электроны могут совершать скачки и словно бы останавливаться, позволяли Тьюрингу построить такую машину, технология все еще оставалась слабой. Новые научные идеи далеко не всегда автоматически порождают новые машины. Тьюринга превозносили после его смерти — но не при жизни.

Мальчиком — в 1910-х и начале 1920-х — Алан Тьюринг получал удовольствие, отыскивая выход из того или иного трудного положения. Он путал правое с левым и потому наносил красной краской точку на большой палец левой руки — и испытывал гордость оттого, что способен ориентироваться не хуже прочих детей. А в скором времени он превзошел смекалкой не только детей, но и взрослых. Во время пикника в Шотландии Алан, чтобы заслужить одобрение отца своей храбростью и удалством, нашел дикий мед, проведя векторы, по которым летали вокруг пчелы, а затем продлевая эти векторы, пока они не сошлись в одной точке — в ней-то и обнаружилось дупло с медом.

Однако в отрочестве, а следом и в ранней юности он начал замечать, что ему становится все труднее и труднее не выделяться из толпы сверстников. К шестнадцати годам Тьюринг открыл в себе физическое влечение к мужчинам, что уже было плохо, и обнаружил также, что он, вне всяких сомнений, интеллектualan, а в Англии 1920-х и особенно в ее частных школах это было еще хуже.

Отец был далеко, нес государственную службу в Индии, и уделять сыну большое внимание не мог, мать же, происходившая из добропорядочного семейства среднего класса, ни о каких глупостях и не желала. Алан — нормальный мальчик, твердила она, рано или поздно он избавится от странных мечтаний о красоте, самосознании и прежде всего о науке. Не сомневалась она и в том, что очень скоро сын привезет в дом погостить одну из хорошеньких девушек, с которыми он надеялся свести знакомство на лондонских вечеринках, — о чем и сам исправно писал ей, учась в закрытой школе.

Алан же в семнадцать лет влюбился в бывшего немного старше его соученика, в Кристофера Моркома. Они вдвоем собрали телескоп и ночами вглядывались, выставив его в окно общей школьной спальни, в небо. Они вместе читали книги по физике, беседовали о звездах, смерти, квантовой механике и свободе воли. Ведя эти разговоры, они, “как правило, не сходились во мнениях, — радостно писал Алан, — отчего все становилось лишь более интересным”.

Но затем, всего через несколько месяцев после их знакомства, Морком умер от туберкулеза. До этого времени Тьюринг многое утаивал от матери, но теперь открыл ей сердце: и он, и Морком всегда считали, что существует “некая работа, которую мы должны исполнить совместно, — писал он. — ... [Теперь] исполнять ее придется мне одному”. Но что это была за работа? Немалое число людей после смерти любимых начинают испытывать сомнения

в том, что касается веры, подростка же такая смерть ранит неизмеримо сильнее — он испытывает те же чувства, что и взрослый человек, но не может найти для случившегося место в привычном круговращении жизни. Для него словно дыра прорывается во Вселенной.

Тьюринг, по-видимому, утратил всю религиозную веру, какая у него была. Он гневно отбросил привычную эдвардианскую уверенность в том, что смерть забирает с собой лишь тело, а бессмертная душа, сотворенная отнюдь не из земных субстанций, продолжает жить. Морком умер. Люди, говорящие ему в утешение, что его друг живет где-то там, — лжецы.

Этот гнев, этот холодный материализм — они были необходимыми предпосылками создания электрического устройства, которое несколько лет спустя явилось воображению Тьюринга. Веруя в бессмертие души, трудно даже представить себе искусственный механизм, который дублировал бы человеческое мышление. Бренные вещи, необходимые для сооружения компьютера — провода, электроны, да что угодно, — никаким сходством с душой не обладают. Если же вы верите, да еще и со всем неистовством подростка, что после нашей смерти остается лишь прах, то холодные провода годятся в дело ничуть не хуже живых существ.

Несколько лет Тьюринг подвизался в роли жизнерадостного кембриджского студента, однако, когда его что-то угнетало, нередко обращался к семье Моркома — гостя в ней или посылая матери



Алан Тьюринг

Кристофера сердечные письма. И в конце концов начал удивлять кембриджских друзей, то и дело цитируя слова из диснеевской “Спящей красавицы” — об отравленном яблоке и о том, как легко, надкусив его, обрести вечный покой.

В начале лета 1935-го, когда Тьюрингу было двадцать два года, он наткнулся на проблему, которая заложила основы главного труда его жизни. Она была сформулирована еще в начале века, в жаркий августовский день, когда великий немецкий математик Давид Гильберт, читая в Париже лекцию, громко и внятно перечислил наиболее важные, по его мнению, математические задачи двадцатого столетия. Одна из самых сложных — оставшаяся еще

нерешенной, когда о ней услышал Тьюринг, — была связана с глубокой проблемой логики, с вопросом о том, как может осуществляться длинная цепочка рассуждений. Большинство ученых полагало, что решением ее станет некое абстрактное математическое доказательство. Но Тьюринг всегда питал склонность к рукоделию — он умел собирать радиоприемники, ремонтировать велосипеды, сооружать едва ли не любые хитроумные металлические устройства. Теперь, лежа после долгой одинокой пробежки на лужайке маленького городка под Кембриджем, он представил себе *машину*, которая могла бы пошагово решить логическую проблему Гильберта.

В следующие несколько месяцев Тьюринг показал, что его воображаемая машина способна решить поставленную Гильбертом задачу о том, как можно доказать истинность либо ложность любого абстрактного утверждения. Разумеется, для этого ей понадобится электричество и, возможно, в форме, которую пока и вообразить невозможно, однако Тьюринга занимало не это. Его занимал следующий вопрос: а *что еще* могла бы сделать такая совершенная машина? Решение этого вопроса потребовало несколько большего времени, ибо Тьюринг понимал, что теоретически машина, способная выполнять, пощелкивая, цепочки логических действий, может, вполне вероятно, делать практически все.

От оператора машины требуется только одно — записать очень ясные инструкции, которым она должна следовать. Понимать, что эти инструк-

ции означают, машине не обязательно, она должна лишь выполнять их — и только. Тьюринг доказал, что почти любое вообразимое действие — сложение чисел или рисование картинки — можно разложить на простые логические шаги, которые способна выполнять машина.

Если кто-то из критиков протестующе заявлял, что машина Тьюринга вовсе не так сильна, как он полагает, и называл задачи, решить которые она не сможет, Тьюрингу оставалось лишь попросить критика разбить эти задачи на дискретные шаги и описать их, используя все тот же ясный логический язык. Затем Тьюринг мог передать полученные таким образом инструкции машине, и та, пыхтя, дотошно выполнила бы их одну за другой, показав тем самым, что критик был не прав. Мы уже привыкли использовать машины, исполняющие последовательности инструкций, мы автоматически полагаем, что компьютер или сотовый телефон будут выполнять набираемые нами команды, — нам трудно представить себе, что существовали времена, когда такие вещи вовсе не были общепризнанными. А между тем в студенческие годы Тьюринга мало кто мог даже вообразить, что неуклюжие механизмы способны выполнять действия столь разумные.

То было поразительное интеллектуальное достижение — но также и одинокое, стоявшее особняком. “Универсальная машина”, которую Тьюринг в 1937 году описал в статье, представленной им в “Труды Лондонского математического общества”, была самодостаточной и напрочь лишенной

эмоций. Дайте ей точные инструкции, а дальше она начнет работать самостоятельно и будет работать вечно.

Ей не понадобится даже обслуживающий персонал, который — когда стоящие перед машиной задачи изменятся — полезет в ее нутро, чтобы изменить и его. Дело в том, что Тьюринг начал также развивать концепцию программного обеспечения. Он сообразил, что, если его машину придется перестраивать перед решением каждой новой задачи, большой пользы от нее не будет. И Тьюринг представил себе машину, внутренние части которой перестраиваются, когда в этом возникает необходимость, самостоятельно. Такое программное обеспечение может казаться частью твердого вещества, из которого состоит компьютер, однако на самом деле оно должно представлять собой некую постоянно изменяющуюся среду, которая сама реконфигурирует себя то так, то этак.

И вот тут на сцену выходит электричество. Воображаемый компьютер Тьюринга не мог состоять всего лишь из множества проводов, припаянных так, чтобы получилась конкретная конфигурация. Ибо, думая, мы осуществляем сравнение и комбинирование множества различных ощущений и мыслей; мы выполняем огромное число их перестановок, а думаем мы очень быстро. Если компьютер Тьюринга намеревался соперничать с человеческим мозгом, ему тоже требовалось множество переключателей, способных реконфигурироваться с не меньшей быстротой. И переключатели эти должны быть настолько малы и срабатывать так

быстро, что миниатюрные металлические зубчатые колеса и передачи — начинка привычных арифмометров — для создания их оказывались непригодными.

Телефонные компании давно уже достигли пределов возможностей простых металлических переключателей. Первым их усовершенствованным переключателем был просто-напросто дюжий молодой человек, который рукой выдергивал штекер из связанного с одной линией отверстия в большой панели и втыкал его в другое. Когда же руководители компании обнаружили, что такие мужчины слишком много сквернословят (и что их слишком легко заманить в профсоюз), они заменили мужчин более благопристойными женщинами; а когда в 1890-х администраторы компании “Белл систем” столкнулись с тем обстоятельством, что, даже если набить такими женщинами очень большое помещение, им все равно трудно будет справляться с перегрузками, появились первые полуэлектрические переключатели.

В этих переключателях использовались тонкие металлические провода, которые работали как маленькие поворотные разводные мосты. Если мост разведен не был, электроны проходили через него. Если же проволоочный мост разводили, электроны останавливались или сваливались в провал, и сигнал, который они несли, не передавался.

К сожалению, для того, что требовалось Тьюрингу, даже самые миниатюрные телефонные переключатели 1930-х были слишком велики. Задуманная им электрическая думающая машина должна

была сортировать и располагать в определенном порядке такое количество различных “мыслей”, что для этого требовались тысячи, если не миллионы одновременно работающих переключателей. И металлические провода, сколь бы тонкими они ни были, тут не годились.

А требовалась ему, разумеется, техническая реализация новых представлений физиков о “телепортирующихся” электронах и идей того, что именовалось квантовой механикой. Эти новые теории позволяли предположить, что электроны способны осуществлять переключения без использования медленно разъединяемых проводов. Вместо этого, если бы удалось использовать квантовые законы, электроны могли бы просто перескакивать из одного состояния в другое, “переключаться” — причем даже внутри твердого, остающегося неподвижным вещества.

Но об этом оставалось только мечтать, хоть Тьюринг и занимался физикой в мере, достаточной для того, чтобы знать о новых достижениях квантовой механики. Собственно, и многие основоположники ее работали рядом с ним, в Кембридже. Однако он, подобно другим инженерам и математикам, считал, что квантовые эффекты, по сути дела, скрыты от нас, что они принадлежат лишь к субмикроскопическому миру, слишком малому для практического использования. Судя по всему, в то время он не видел в квантовых переключателях ответа на свой вопрос.

Он все еще тосковал по Моркому, но понимал, что ему необходима новая родственная душа, чело-

век, с которым он сможет делиться своими приобретшими все большую глубину мыслями о сознании и думающих машинах — быть может, даже о том, чем чревато ярмо программирования для “дрожащей твари тленной” Йейтса¹. Статьи о проблеме Гильберта сделали Тьюринга известным в мире математиков, и это привело к приглашению провести некоторое время в Принстоне, где преподавал не менее блестящий профессор Джон фон Нейман. Поначалу фон Нейман показался Тьюрингу именно тем интеллектуальным собратом, какого он искал. Однако фон Нейман всегда был превосходным хамелеоном. В Венгрии, где он родился и вырос, фон Нейман носил имя Янош; перебравшись в Геттинген, он с удовольствием обратился в Иоганна; ныне же, в Принстоне, стал добрым старым Джонни. Он сверх-американизировался и вел светскую жизнь, основу коей составляли шумные вечеринки с подачей коктейлей. Тьюринг тоже бывал на этих вечеринках, однако достучаться до Неймана на эмоциональном уровне ему так и не удалось, и после нескольких принстонских семестров он возвратился в Англию.

Во время Второй мировой войны британское правительство включило Тьюринга в состав группы взломщиков кодов, обосновавшейся на юге Англии, в поместье Блетчли-Парк. Здесь работали и серьезные ученые, радовавшиеся тому, что их избавили от удушающей чинности “оксбриджских”

1 Имеется в виду стихотворение Йейтса “Плавание в Византию”.

колледжей, и специалисты по разгадке кроссвордов, и морские офицеры, и начальник исследовательского отдела владевшей сетью универсальных магазинов компании “Джон Льюис” (бывший помимо того шахматным чемпионом) — и в этом обществе Тьюринг ожил. Он всегда любил находить для своего ума практическое применение — в Кембридже Тьюринг между делом научился определять время по звездам, — а здесь, посреди крикетных площадок и построенных из красного кирпича зданий поместья, именно такая возможность ему и представилась. Тьюринга определили в группу, занимавшуюся взломом кодов шифровальной машинки “Энигма”, которую использовали для кодирования своих сообщений многие сухопутные и морские части немецкой армии. За несколько недель он помог разработать новую методику такого взлома, а спустя два месяца был поставлен во главе отдела, предпринимавшего усилия по расшифровке всех кодов немецкого военного флота.

В конце 1940 года работа этого отдела была одной из самых жизненно важных операций британского правительства, поскольку неудача по части обнаружения немецких подводных лодок, которые топили корабли атлантического конвоя, обрекала Британию на медленную голодную смерть. Отделу Тьюринга необходимо было создать устройство, которое хотя бы отчасти дублировало работу немецких шифровальных машин, а это требовало выполнения десятков тысяч перестановок в час. Устройство, в котором использовались зуб-

чатые колеса, перфолента и простые электрические схемы, получило название “бомба”.

Компьютером оно, разумеется, не было, поскольку для его обслуживания требовалось немалое число людей — поначалу десятки, а там и сотни. Почти все они были молодыми женщинами из семей среднего класса, призванными на службу в Женскую вспомогательную службу ВМС. Однако в таком сочетании людей и машин присутствовало нечто весьма любопытное. Дело в том, что, объединив этих женщин и “бомбу”, Тьюринг получил ближайшее подобие универсальной машины, о которой он размышлял в спокойные довоенные годы. Сочетание “женщины плюс простые электрические схемы машин, которыми они управляют” представляло собой в определенном смысле “аппаратное обеспечение” компьютера. Когда из внешнего мира поступали новые данные — то есть когда немцы переходили на новую процедуру кодирования или кто-то из коллег предлагал новый подход, — Тьюринг просто-напросто производил “перепрограммирование” своей группы.

Поначалу дело шло медленно. Временами конвои заплывали в районы, в которых, как знало Адмиралтейство, их ожидал отряд подводных лодок, однако пощелкивающим механизмам, которыми управляли женщины, не удавалось вовремя расшифровать перехваченные коротковолновые сообщения немцев. И все с ужасом понимали, что в результате взрываются корабли и тонут моряки. Однако Тьюринг умел мастерски организовывать небольшие группы своих сотрудниц, все чаще

и чаще добиваясь успеха. Его “компьютер” еще не существовал в виде единого, централизованного физического объекта, однако эквиваленты большинства составных частей настоящего компьютера — памяти, процессора, допускающего переконфигурирование программного обеспечения, — уже существовали и работали, пусть они и были разбросаны по разным зданиям и состояли из столь несхожих элементов, как женщины, медные электрические провода и мысли Тьюринга.

А затем он влюбился, — по крайней мере, с ним произошло нечто “в этом роде”. Джоан Кларк была студенткой математического факультета Кембриджа, направленной в отдел Тьюринга. Он объяснил ей, что “склонен к гомосексуализму”, однако ее это, похоже, не волновало, и у них началось что-то вроде романа, который сочла бы нормальным любая слишком много работающая, увлеченная математикой молодая пара. В свободные минуты они лежали на лужайке Блетчли-Парка, обмениваясь соображениями о математической структуре маргариток, которые подносили друг другу. На рассвете, по окончании утомительной девятичасовой ночной смены, разыгрывали партии того, что Тьюринг называл “сонными шахматами” (используя глиняные фигурки, просушенные на радиаторе водяного отопления его квартиры). Однажды Тьюринг связал пару шерстяных перчаток, однако не сумел справиться с кончиками их пальцев, и Джоан, совсем немного подразнив его, перчатки довязала.

Основное продвижение вперед в том, что касается электричества, началось в феврале 1942 года, когда

немецкий военный флот перешел на новую форму кодирования. Блетчли-Парк внезапно перестал поставлять какие-либо данные по волчьим стаям немецких подводных лодок. А установленных на самолетах радаров для слежения за ними было недостаточно. Королевскому военно-морскому флоту и его недавно появившемуся американскому союзнику приходилось действовать вслепую. Тьюринг нервничал, он так часто пощипывал свои пальцы, что на них появились болячки. В конце концов ему удалось, используя “бомбы”, справиться с усовершенствованиями, внесенными немецким военным флотом в “Энигму”. Однако немцы разработали новый шифр, который они стали использовать для передачи сообщений своего верховного командования, и с ним “бомба” справиться уже не смогла.

Этот тупик породил приток новых средств, позволивших построить в Блетчли машину более совершенную, получившую название “Колосс”, — она была на несколько шагов ближе к тому, что придумал в 1930-х Тьюринг. Когда эта машина работала, сотни километров ее внутренних кабелей создавали такое количество тепла, что женщинам, переключавшим ее штекеры, приходилось временами просить всех присутствовавших мужчин покинуть помещение, чтобы можно было раздеться, без чего обслуживать “Колосс” дальше они просто не могли.

То, чем занимался Тьюринг, было важно настолько, что он получил орден Британской империи — награду, которой удостоивались очень немногие. Один из посланных им на Даунинг-стрит

меморандумов, касавшийся задержки в поставках необходимых Блетчли-Парку материалов, привел к тому, что Черчилль направил начальнику своего штаба письменное распоряжение: “СЕГОДНЯ ЖЕ: Позаботьтесь, чтобы они получали все, что им требуется, в первоочередном порядке...” И все же, поскольку немцы каждодневно меняли что-то в посылаемых ими сообщениях, “Колосс” требовал каждодневного же и весьма трудоемкого переконфигурирования. Эта машина была чем-то более сложным, нежели обычный калькулятор, однако и на программируемый компьютер она походила мало. Самостоятельно она могла принимать лишь очень простые решения. И работала — в сравнении с тем, что рисовалось воображению Тьюринга, — мучительно медленно.

Когда в 1945-м война закончилась, Тьюрингу не терпелось двинуться дальше. В один из его последних дней в Блетчли он, составляя вместе с Джоан предназначенный для архива отчет об их сверхсекретной работе, сказал ей, что убедил руководство находившейся под Лондоном Национальной физической лаборатории (НФЛ) создать группу, которая поможет ему построить наконец задуманную им бесконечно изменяемую машину. С Джоан они к тому времени уже разошлись — поразмыслив, она решила, что брак с гомосексуалистом не лучший для нее выбор, — но тот их разговор был очень доверительным.

Поначалу все шло хорошо. Во главе НФЛ стоял сэр Чарльз Дарвин, внук великого биолога и обла-

давший очень хорошими связями научный администратор. Тьюринг не сразу понял, что Дарвин, хоть и сумевший в молодые годы кое-что сделать в науке — именно он помогал Резерфорду в создании планетарной модели атома, — обратился ныне в брызгливого, не расстающегося с трубкой вельможу; впрочем, учился Тьюринг быстро.

Дарвин, по-видимому, считал, что этот странный господин Тьюринг собирается построить некую имеющую практическое применение машину, а может быть, даже не одну — и это хорошо. Послевоенной Британии они, безусловно, не помешают. Но зачем он распространяется о какой-то “универсальной” машине и что означают доходящие до Дарвина высказывания Тьюринга — а не доходить они не могли, поскольку к Тьюрингу зачастили журналисты, — о компьютере, который когда-нибудь сможет сочинить сонату, или самостоятельно разгуливать, если его снабдят механическими ногами, по стране, или быть запрограммированным так, что станет делать открытия?

Они встретились, и, пока Тьюринг говорил о том, что ему необходимы электронные лампы и телефонные реле, Дарвин слушал его с интересом. Когда Тьюринг заговорил о чистой математике, Дарвин слушал его из вежливости. Но стоило Тьюрингу завести разговор о программном обеспечении, да еще и заявить, что им вовсе *не нужно* строить чрезмерно сложную машину, что их цель состоит в другом — в создании машины, которая “будет делать все что угодно, потому что она так запрограммирована, а не потому что к ней добавляется новая аппара-

тура”, сэр Чарльз решил, что этот молодой человек ничего в современной жизни не смыслит. Поговаривали, будто он сделал во время войны нечто очень важное и значительное, однако Дарвину было ясно, что теперь Тьюринг попросту спятил.

Алан пребывал в отчаянии. Он понимал — единственный способ создать работающий компьютер состоит в том, чтобы сделать саму физическую машину достаточно простой, обеспечив такую гибкость ее аппаратного обеспечения, которая позволит сосредоточить все усилия на ее программировании, способном изменять пути прохождения электрических сигналов внутри машины. И тогда любая необходимость изменять каждый раз ее физическое устройство отпадет. В военное время его коллеги создали в “Колоссе” нечто близкое к такой конструкции, поскольку старались приспособиться к постоянным изменениям внутреннего устройства немецких шифровальных машин. Времени на то, чтобы достичь чего-то большего, в Блетчли попросту не было. Но почему ему не дают сделать это теперь?

Мешало Тьюрингу еще и то, что у него не было достаточно миниатюрных компонент для создания переключателей или устройств хранения данных. (Программное обеспечение его машины могло образовываться переключаемыми электрическими схемами, однако она нуждалась и в физическом аппаратном обеспечении, например в блоке памяти, который хранил бы то, что давала работа программного обеспечения.) Тьюринг попытался использовать для создания памяти данные, полу-

ченные при реализации радарного проекта военного времени — работавшие в нем инженеры обнаружили, что, если наполнить круглую трубу литрами плотной и жидкой ртути, а затем послать в эту ртуть волновые импульсы, они будут долгое время отражаться от стенок трубы, нисколько при этом не изменяясь.

Нам такие импульсы представляются очень быстрыми, однако во временных масштабах электронного мира они существуют достаточно долго для того, чтобы образовать требуемое устройство памяти. Но средства, которые выделялись Тьюрингу, были скудными настолько, что в какой-то момент ему пришлось обшаривать окружающие НФЛ поля в поисках обрезков водопроводных труб, из которых можно было бы изготовить запоминающее устройство его компьютера. Год 1946-й закончился, начался 1947-й, а результатов Тьюринг не получил практически никаких. Дарвин и прочие администраторы от науки начали проникаться подозрениями наихудшего толка. И Тьюрингу пришлось искать другую работу.

Осенью 1948-го он перебрался в Манчестер, где, как поговаривали, предпринимались попытки создать нечто похожее на настоящий компьютер. (В Соединенном Королевстве уже осуществлялось несколько конкурировавших один с другим компьютерных проектов, поскольку немалое число исследователей понимало ценность как довоенных статей Тьюринга, так и работ, проведенных во время войны американцами, — работ, аналогичных тем, которые выполнялись в процессе создания

все еще остававшегося засекреченным “Колосса”. И люди, подвизавшиеся в этих проектах, стремились продвинуться в своих исследованиях как можно дальше.) Однако, если в Лондоне и Принстоне работать Тьюрингу было трудно, в Манчестере это оказалось попросту невозможным. Математики, проектировавшие здешнее устройство, относились к нему достаточно дружелюбно, однако они уже разработали собственные схемы этого устройства, которые, впрочем, и близко не подходили по смелости к оригинальной идее Тьюринга, родившейся у него в 1937 году.

Трудившиеся в манчестерских лабораториях инженеры могли помочь ему в модификации этих схем, но, когда Тьюринг с его приобретенным в закрытой частной школе южноанглийским выговором предстал перед ними и попросил о помощи, они тут же насторожились. В Блетчли все работали рука об руку, но это было уже бог весть когда. Единство военного времени шло на убыль. Манчестерские инженеры по давнему опыту знали, что человек с таким выговором будет смотреть на них свысока и, уж во всяком случае, ничего полезного предложить им не сможет. Сам-то Тьюринг понимал, что это не так. Годы, потраченные на возню с радиоприемниками и устройствами считывания перфокарт, на создание электрических систем самого разного рода, позволяли ему дать этим инженерам множество весьма полезных советов. Однако неосязаемая, но прочно укоренившаяся система классового разделения не позволяла ему убедить их в этом. И Тьюринг снова оказался в тупике.

На самом-то деле в Америке уже разрабатывалась новая технология, которая могла бы изменить всю его жизнь, — технология, основанная на недавно открытых свойствах, коими электроны обладают в субмикроскопическом мире. До Тьюринга даже доходили слухи о создаваемых там удивительных устройствах. Но безмолвная классовая борьба означала, что с манчестерскими инженерами он разрабатывать аналогичные идеи не сможет, да к тому же и о том, что такие устройства существуют в реальности, он ничего не знал.

Большую часть 1949 года Тьюринг протоптался на месте, берясь то за одну тему, то за другую. Какое-то время он подумывал о возвращении в Кембридж, однако после всего, что он сделал, положение преподавателя казалось ему слишком мелким и неинтересным. Тьюринг попытался вернуться к некоторым своим давним работам в области чистой математики — и понял, что для занятий ею он уже староват. Фон Нейман прислал ему из Принстона веселое письмо (“Дорогой Алан... над какими проблемами вы сейчас работаете и каковы ваши планы на ближайшее будущее?”) Ответить Тьюрингу было практически нечего. Он оказался в одиночестве, и, быть может, большем, чем когда-либо прежде.

На какое-то время он вновь обратился к анализу узоров, создаваемых маргаритками и другими растениями, — вспомнив, возможно, те теплые дни, в которые он и Джоан Кларк полеживали на лужайке Блетчли-Парка. Он начал также размышлять о том, что представляет собой одиночество, — из этих размышлений родилась статья об искус-

ственном разуме и природе самосознания, которая через несколько лет после его смерти была признана фундаментальной основой современной когнитивистики и компьютерной науки. (Идеи Тьюринга относительно компьютерной имитации биологического развития также играют немаловажную роль в современной науке.) Однако в послевоенном Манчестере, где были построены всего-навсего отдельные фрагменты задуманного им идеального компьютера, маргариточки и изолированное сознание воспринимались лишь как еще одно проявление бесполезности этого странноватого господина. От Тьюринга в который раз отмахнулись. И возможно, он с этим смирился.

Мать продолжала писать ему письма, в которых с положенными извинениями спрашивала, как подвигаются его поиски законной супруги. Личная жизнь его была бедна и скудна, и — возможно, в память о холодных душах закрытой школы — Тьюринг занялся бегом на дальние дистанции и одно время считался одним из первейших марафонцев Британии. (Лучшее его время всего на семнадцать минут превышало тогдашний олимпийский рекорд. Тьюринга могли включить в олимпийскую команду Британии, однако он неожиданно повредил бедро.)

Настоящей любви у него не было, приходилось довольствоваться случайными связями. Особого значения ни одна из них не имела, пока в январе 1952-го Тьюринг не сообразил, что молодой рабочий, проводивший у него одну ночь, по-видимому, поделился с кем-то впечатлениями,

поскольку, вернувшись домой, Тьюринг обнаружил, что его ограбили. Он обратился в полицию, на что его толкнула скорее обида, чем стоимость украденного.

Это оказалось ужасной ошибкой. В то время гомосексуализм еще приравнялся в Британии к преступлению. Возможно, в Кембридже все свелось бы к официальному выговору; в Лондоне — недолгое время спустя — актера Джона Гилгуда арестовали за подобное же нарушение закона, однако за него горой встали друзья, и время он провел в тюрьме минимальное, да и газеты писали о случившемся очень недолго. Однако Манчестер ни Кембриджем, ни Лондоном не был. Грабителя задержали, и он, в обмен на судебный иммунитет, сдал Тьюринга, которого, разумеется, тут же и арестовали. И вскоре перед судом предстал не грабитель, а именно он, обвиняемый в весьма серьезном по тем временам преступлении.

Заслуги военного времени, награда британского правительства и слухи о том, что его могут в скором времени возвести в рыцарское достоинство, позволили Тьюрингу избежать тюрьмы. Однако для этого потребовалось пройти курс принудительного “лечения” от гомосексуальности. А лечение это сводилось к потреблению женских гормонов. Выбора у Тьюринга не было. Тюрьма была бы слишком жестоким испытанием, да и продолжать свою работу он мог только в университете.

Тьюринг начал регулярно принимать навязанные ему таблетки. Поначалу воздействие их каза-

лось незначительным, однако сосредотачиваться на чем-либо ему становилось все труднее. Он попытался добиться разрешения уменьшить дозу лекарства, но судья остался непреклонным и дозволения на это не дал. Лечение гормонами продолжалось, и вскоре Тьюринг с ужасом обнаружил, что у него растут груди.

Это оказалось последней каплей. Человека, с которым он мог бы делиться мыслями, у Тьюринга не было, как не было и никаких надежд на любовь, — теперь же подвергались разрушению и разум его, и тело. В апреле 1953-го лечение прервали, однако ущерб, им нанесенный, был уже непоправим. Дождливый июньским вечером 1954 года Тьюринг вернулся в свой дом в Уилмслоу, пригороде Манчестера. Он взял яблоко и открыл банку с цианистым калием, который использовал во время экспериментов с электричеством для золочения проводов. Когда на следующий день обнаружили его тело, в банке еще оставалось немного цианистого калия, а рядом с телом лежало яблоко, от которого Тьюринг успел откусить лишь несколько кусочков.

Глава 10

Наследие Тьюринга

Нью-Джерси, 1947

То, что искал Тьюринг, то, что могло бы спасти ему жизнь, уже довольно долгое время находилось под самым его носом. Намек на это он получил еще в 1948 году, до того даже, как перебрался в Манчестер. Его друг по временам Блетчли, Джек Гуд, написал Тьюрингу:

“Слышали вы что-нибудь о ТРАНЗИСТОРЕ (или Транзисторе)? Этот маленький кристалл выполняет, предположительно, “почти все функции электронной лампы”. Возможно, это самое важное из совершенных после войны открытий. Собирается ли Англия приглядеться к нему?”

Однако ответом было молчание. В Америке произошло нечто замедлившее разработку устройства, и причина задержки была связана с самой сутью того, как оно работает.

В студенческую пору Тьюринга большинство специалистов по электричеству считало, что все вещества мира делятся на два совершенно различ-

ных типа. Одни, такие как медь или сталь, способны проводить электрический ток, другие — стекло или дерево — проводить ток не способны. Первые называли проводниками, вторые изоляторами. Общего между ними было столько же, сколько между муравьем и угольной шахтой, — они просто-напросто не имели точек соприкосновения.

Это несложное различие и дает, похоже, ответ на вековой давности вопрос: почему сквозь стекло свет проходит, а сквозь сталь — нет? Внутренность стальной стены немного похожа на заброшенный египетский храм с его стоящими почти вплотную колоннами из атомов железа и углерода. Однако, если взглянуть в эти атомы с расстояния более близкого, выяснится, что они не такие уж гладкие и опрятные. Многие из них лишились наиболее удаленных от центра атома электронов, и — как мы уже видели в первой из посвященных радару глав — внутри бесцельно болтаются целые флотилии таких электронов. Когда туда же попадает свет, он начинает расходовать свою энергию на увеличение энергии движения этих электронов. А это означает, что чем глубже световая волна забирается в сталь, тем меньше от нее остается — она отклоняется, “впитывается” поджидающими ее, словно в засаде, свободными электронами. Все выглядит так, точно целая волна исследователей врывается в заброшенный храм и их начинает одного за другим утягивать куда-то за колонны. И очень скоро никаких исследователей не остается. Отраженные от вас световые волны могут войти в сталь с одной стороны, но с другой они не выйдут.

Внутри стеклянной стены атомы, напротив, ведут себя более благочинно. Их внешние электроны связаны с ними гораздо крепче и засад на исследователей не устраивают. Свет вливается в их расположение и изливается из него неповрежденным, таким же ярким, как прежде. Отраженные вами световые волны проходят сквозь стекло — и вас видит тот, кто стоит с другой его стороны.

В этом же кроется и причина того, что металлы проводят электричество, а стекло нет — потому-то электрические провода нередко и крепят на стеклянных изоляторах. Ток легко проходит по медным или алюминиевым проводам, потому что в них полным-полно свободных электронов. Движущая сила, невидимый вихрь, создаваемый силовой станцией, просто захватывает их и толкает вперед. А вот через стеклянные изоляторы ток не проходит, потому что в стекле нет свободных электронов, которые можно было бы использовать для создания тока. Находящаяся под напряжением опора линии электропередачи ведет себя как тупой-претупой переключатель: он всегда находится в положении “закрыто”, ибо электрический ток течет себе по проводам вперед, но никогда не меняет направление и не уходит в стеклянные изоляторы, придерживающие провода.

Если бы существовали только две эти возможности — одни вещества проводят электрический ток, другие не проводят, — все наследие Тьюринга состояло бы сейчас из нескольких статей и огромных, вечно перетопленных помещений, наполнен-

ных сложными конфигурациями штекеров и электронных ламп. Тех компьютеров, которые мы воспринимали ныне как данность, попросту не существовало бы. Однако на свете существуют не только металл и стекло.

В нашей Вселенной имеется кое-что еще, и оно дает нам третью возможность.

Отправляясь в свои долгие пробежки, Тьюринг нередко следовал по вьющимся среди холмов сельским тропинкам, а то и выбегал на песчаные пляжи, которыми столь богата островная Британия. Эти пески и холмы в значительной мере состоят из элемента, именуемого кремнием, — как, собственно, и большая часть поверхности нашей планеты: кремний — основной материал, из которого образована гора Эверест.

У радиотехников этот самый кремний давно уже вызывал раздражение. В отличие от всего остального, он никак не желал укладываться в одну из двух принятых категорий — он не был металлом, неизменно проводящим электричество, но не был и стеклом или алмазом, никогда таковыми не проводящими. Он вел себя по-другому, и весьма непонятно. Большую часть времени включенный в электрическую цепь кусочек кремния вроде бы изображал из себя обычный, заурядный изолятор. И прекрасно. Вы подсоединяли к кремнию провод, пропускали по проводу ток, и он, дойдя до кремния, останавливался, словно уткнувшись в преграду.

Не давало радиотехникам покоя то обстоятельство, что кремний вел себя так *не всегда*. Време-

нами кусок кремния, который считался изолятором, вдруг претерпевал какие-то внутренние изменения и от роли достойного, надежного, радующегося своему ничегонеделанью изолятора отказывался. Он вдруг обращался в проводник, беспрепятственно пропускавший потоки электронов. То есть он не был ни проводником, ни изолятором. Он был “полупроводником”.

Кремний вел себя столь переменчиво, что, когда огромный исследовательский отдел компании “Белл лабс” приступил к работам по созданию механических переключателей, одна из первых его директив потребовала отмены любых исследований кремния — примерно такую же мудрость могла бы проявить компания “Дисней”, уволив Джеффри Катценберга в аккурат перед тем, как он стал продюсером “Шрека”. По счастью, “Белл лабс” — компания очень большая, а в больших компаниях указания начальства часто удается обойти стороной. В “Белл” работал один исследователь, Рассел Ол, которого переменчивая природа кремния интересовала уже не первый год. Он помещал кусочки кремния в схему радиоприемника, а затем укладывал этот радиоприемник в коляску своего младенца-сына. И отправлялся на прогулку по Нью-Йорку, радуясь возможности точно установить, когда кремний проводит электричество, а когда не проводит, — ну и заодно проветривая легкие сына. Ол был энтузиастом, уверенным, что когда-нибудь это чувствительное, переменчивое вещество сможет оказаться очень полезным. Потом сын его из коляски вырос, приятные кремниевые прогулки прекра-

тились, однако Ол продолжал исследовать кремний в лаборатории. И когда “Белл” попыталась эти исследования прекратить, он нашел способ обойти приказ начальства и сохранить свою исследовательскую группу.

В 1946-м и затем 1947-м благодаря ранним работам Ола и других стало наконец понятно, что происходит внутри кремния. Иногда это вещество образует совершенные кристаллические решетки, напоминающие способный довести человека до головокружения рисунок М. К. Эшера, на котором трехмерные строительные леса растягиваются до бесконечности. Однако на нашей планете отыскать совершенство трудновато. В кремнии, который добывается в природном его состоянии или расплавляется, а затем охлаждается в лаборатории, в этих совершенных лесах почти наверняка появляются трещинки и прорехи. В такие трещины кристаллической решетки могут забиваться несколько атомов примеси, фосфора к примеру, приносящих с собой примесные электроны. Превосходные, податливые *дополнительные* электроны.

Если бы электроны просто проходили через кремний, он стал бы еще одним “вечно открытым” переключателем. Однако Ол и другие знали квантовую механику достаточно хорошо, чтобы сообразить: электроны, занимающие места в кристаллической решетке кремния, способны воздействовать на другие электроны и порой замедлять их, причем делать это даже на расстояниях по атомным меркам огромных. Если ввести в решетку правильное число примесных электронов, эти стран-

ные эффекты приведут к тому, что прохождение через нее других электронов, а стало быть, и передача электрического тока станут невозможными. Однако при несколько иной внешней “настройке”, а именно к ней и подбирались исследователи компании “Белл”, вглядываясь в свои лабораторные создания, пробуя и изучая различные добавки к ним или помещая их — с великим тщанием — в различные силовые поля, странные эффекты “замедления” будут исчезать, и электроны снова смогут свободно проходить через кремний.

Химия — наука слишком сложная, чтобы сражаться с ней в одиночку, и Ол свои возможности по этой части уже исчерпал. Ресурсы “Белл лабс” начали переходить в распоряжение Уолтера Браттейна, тихого экспериментатора, выросшего на ранчо в Орегоне, и Джона Бардина, еще даже более тихого теоретика, родившегося в Висконсине. (Бардин был так тих и внешне юн, что, когда он, обучаясь в Висконсинском университете, тихо предлагал старшекурсникам сыграть на деньги в бильярд, они его предложение неизменно принимали. С той же тихой вежливостью укладывал он в карман и выигрыш — игроком Бардин был блестящим, одним из лучших, когда-либо учившихся в этом университете.)

Ныне на четвертом этаже невзрачного лабораторного здания в Мюррей-Хилл, штат Нью-Джерси, двое друзей, Браттейн и Бардин, принялись за работу, используя результаты, полученные Олом и химиками Университета имени Пердью; используя также переводы документов,

в которых описывались спорадические исследования полупроводников, проводившиеся во время войны в Германии; используя собственное знание квантовой механики и новых методов химического производства, — и работали они не покладая рук. В октябре 1947 года появились первые признаки успеха, а к декабрю того же года сомнений в нем уже не осталось. Теперь они могли заставлять электроны протекать сквозь кремний и могли останавливать их. Они создали тот самый работающий на атомном уровне переключатель, который искал Тьюринг.

Это стало одним из величайших открытий современности. В течение всей истории человечества людям чинила препоны ужасная сила трения. Мотыги скребли почву, увлекая ее за собой. Строившие египетские пирамиды рабы тратили почти всю силу своих плечевых и ножных мышц на преодоление трения, возникавшего между перемещаемыми ими огромными каменными блоками и землей под ними. Паровые и автомобильные двигатели и даже двигатели самых быстрых реактивных самолетов также расходуют на преодоление трения огромную энергию. А вот эти кремниевые камушки способны пропускать через себя электрический ток в том или ином направлении, и при этом самому камушку никакого движения совершать не приходится, не приходится перебрасывать из стороны в сторону язычок металлического переключателя. Это было бы делом слишком медленным и обременительным. Камушек просто хранит неподвижность, точно сидящий Будда, и изменяется вну-

тренне, позволяя потокам электронов течь по способным трансформироваться “рудным жилам”, лежащим внутри него.

Если Тьюринг желал посылать электрический ток лишь в тех случаях, когда принималось некое конкретное решение, ему довольно было направить этот ток по одной из таких рудных жил. Поначалу току пришлось бы просто ждать, без пользы теряя электроны, — рудная жила оставалась закрытой. Но стоило преобразовать ее, прибегнув к разработанным Браттейном и Бардином тонким методикам, и все изменялось. Возникал “туннельный” эффект, и сигнал получал возможность устремиться вперед.

Родилась новая технология, а это означало, что для нее надлежит придумать и новое название. Сочинить такое обобщенное прозвище — дело нелегкое. Если вы занимаетесь тем, что управляете большими механическими объектами, естественно будет сказать, что вы работаете с “механикой”. Управление электронами уже получило вполне понятное название — “электроника”. Но какое имя дать ключевому для *этой* новой технологии устройству? Вопрос очень непростой, поскольку, когда дело доходит до словесных упражнений, инженеры начинают вести себя просто пугающим образом. Происходили обсуждения, голосования — одно предложение выглядело не вполне изящным: “усилитель поверхностного состояния”, другое и выговорить-то было трудно: “йотатрон” (от греческой буквы йота, используемой для обозначения чего-то очень маленького).

По счастью, на сцене появился Джон Пирс, один из инженеров лаборатории, пописывавший научно-фантастические рассказы и умевший обращаться со словами. Он сосредоточился на общей картине. Когда “рудные” (ore) жилы кремния “включены”, по ним проходит электрический ток. Когда они “выключаются”, возникает сопротивление, ток не пропускающее. Это означает, что такое устройство осуществляет “перенос сопротивления” (*transferred a resistance*), что и привело к звучному предложению Пирса.

“Мы назвали его транзистором, Т-Р-А-Н-З-И-С-Т-О-Р, — объявил директор исследовательского отдела “Белл” на состоявшейся в среду 30 июня 1948 года пресс-конференции. — Он целиком состоит из холодного твердого вещества”.

Вскоре стало известно и о первом применении транзистора. Компания “Белл” имела давнюю традицию изготовления слуховых аппаратов — наследие любви Алека к Мейбл, — и было лишь естественно использовать транзисторы для того, чтобы сделать эти аппараты более миниатюрными. Слуховые аппараты немного похожи на переносные телефоны. Однако обычный телефонный аппарат был тогда штукой громоздкой, унаследованной еще от викторианской эпохи, — с толстыми проводами и большими переключателями. Для передачи даже негромкого шепота ему требовались миллионы электронов. Между тем применение в слуховых аппаратах транзисторов, для работы которых электронов требовалось намного меньше, позволяло воспользоваться и гораздо меньшими по размерам батарейками.

О происходящем узнали и проектировщики компьютеров, включая Тьюринга, — вспомните письмо, посланное ему в 1948-м Джеком Гудом. В Америке работавшая в Гарварде сверхэнергичная Грейс Мюррей Хоппер, узнав, что вскоре появятся усовершенствованные микроскопические переключатели, преисполнилась такой веры в них, что это помогло ей разработать первый в мире “компилятор” — незаменимую часть современного компьютера, которая преобразует команды программы в сложный список положений его внутренних переключателей. Хоппер годами наблюдала за матчами женских баскетбольных команд и нередко видела, как во время игры производятся передачи: баскетболистка бросает мяч туда, где, как она ожидает, должна вскоре оказаться подруга по команде, — бросок совершается в пустое пока еще место. В последующие годы Хоппер любила объяснять, как она использовала этот образ в логике ее ранних компиляторов, заблаговременно направляя команды туда, где они будут ожидать реального переключения компьютера.

Однако, осуществляя в 1952-м — через четыре года после пресс-конференции “Белл” — свою пионерскую работу по компиляторам, Хоппер реально работающих транзисторов все еще не имела. Группа, добившаяся в 1947-м столь большого успеха, распалась. Отчасти это произошло потому, что руководителям “Белл” требовались для их охватывающей весь континент телефонной коммутационной сети крепкие, надежные компоненты. Цель состояла в том, чтобы получить компоненты, способные

работать без сбоев в течение двадцати лет, а первые транзисторы давали сбои почти каждый день. (Однажды целая батарея их пришла в негодность после того, как к ним прикоснулось несколько инженеров, открывавших перед этим дверь лаборатории: их ладони перенесли с дверной ручки некоторое количество атомов меди, оказавшееся вполне достаточным, чтобы уничтожить в кремнии идеальную смесь дополнительных атомов, которая могла замедлять или ускорять электроны.)

А кроме того, эта группа изрядно настрадалась от якобы возглавлявшего ее работу в “Белл” Уильяма Шокли, человека со странностями. При первом же знакомстве с женой Бардина Джейн он сообщил ей, что его дети в сравнении с ним просто умственно отсталые. Удивленная Джейн решила, что ее подвел слуховой аппарат. Но нет, Шокли пояснил: на самом-то деле и жена его генетически стоит по своим способностям намного ниже него.

Когда Бардин и Браттейн создали первый работающий транзистор, Шокли попросту вышел из себя. Как могли такие люди оказаться первыми! Бардин по определению не способен додуматься до сколько-нибудь серьезной идеи. А то, что к открытию оказался причастным Браттейн, родившийся на орегонской скотоводческой ферме — ковбой! деревенщина! — положение лишь ухудшало. И Шокли постарался приписать все заслуги себе. На пресс-конференции 1947 года он захватил микрофон и никого к нему не подпускал; когда посвященный электронике журнал прислал фотографа, чтобы тот сделал снимки великих открывателей транзи-

стора, Шошли отогнал Бардина и Браттейна в сторону и сам уселся за их рабочий стол. Надо сказать, что он действительно в немалой мере усовершенствовал их начальные идеи, однако ему этого было мало, он желал, чтобы все поверили, будто транзистор — исключительно его рук дело. Бардин ушел из “Белл”, за ним ушли другие, а вскоре — поскольку орать ему было больше не на кого — ушел и сам Шошли.

Все это означало, что массовое производство транзисторов не удалось начать ко времени, в которое еще можно было спасти жизнь Тьюринга, однако случившееся привело и к результатам на редкость благотворным. Ибо Шошли был лгуном столь превосходным, что, когда он оставил “Белл лабс”, намереваясь сколотить собственное состояние среди абрикосовых рощ и разрозненных заводов лежавшей к югу от Сан-Франциско долины, многим из лучших американских инженеров и физиков захотелось работать с ним. В конце концов, это он красовался на обложке журнала “Электроникс” сидящим в “Белл лабс” за своим столом и вглядывающимся в микроскоп; он торжественно объявил на пресс-конференции о создании транзистора; поговаривали даже, что Нобелевская премия у него уже почти в кармане. Какой же молодой инженер не захотел бы перебраться в ту наполовину сельскую долину и там разбогатеть?

Они приезжали туда, какое-то время наблюдали за Шошли в действии и разбегались. Однако если инженеры, которых он заставил покинуть “Белл лабс”, рассеялись по всей стране, то тем, которых

он вынудил уйти из его новой компании (скромно названной именем самого Шокли), до того понравилось калифорнийское солнце, что далеко они уезжать не стали. Шокли обратился в гигантскую центрифугу, в машину инноваций, хоть это в его намерения и не входило. Умные люди, привлеченные сюда его репутацией, поняв, что за ужас он собой представляет, быстро налаживали связи друг с другом, а удирая от него, сохраняли эти связи и создавали совсем неподалеку собственные фирмы.

Шокли ухитрился потерять не только Роберта Нойса, ставшего одним из создателей современной техники печатного нанесения огромного числа транзисторов на индивидуальные чипы, но также и Гордона Мура, сооснователя компании “Интел”, самой успешной из всех производящих эти чипы компаний. Нойс стал миллионером, Мур, судя по всему, миллиардером, Шокли же — не заработавший никаких денег по причине неспособности удерживать при себе неблагодарных тварей, которые слетались к нему, привлеченные его гениальностью, — так и продолжал отпугивать честолюбивых и умных инженеров, которые в итоге присоединялись к его конкурентам. Так появилась Силиконовая долина. И мир изменился снова.

Новые технологии всегда обладали способностью трансформировать общество, а из этой долины они посыпались как из рога изобилия. Без транзистора и быстродействующих компьютеров, которые сделались возможными благодаря этим технологиям, у нас не было бы сейчас ни сотовых телефонов, ни метеорологических спутни-

ков, ни спутников-шпионов; не было бы компьютерных томографических сканеров, изображения внутренних органов с использованием магнитного резонанса и систем *GPS*; не было бы крылатых ракет и самонаводящихся бомб; не было бы солнечных батарей, цифровых камер, приборов ночного видения; не было бы ноутбуков; не было бы спама, — но также и электронной почты с интернетом; не было бы столь широкого распространения кредитных карточек, банкоматов и электронных таблиц. Мы жили бы без отображения человеческого генома, без телевизоров с плазменным экраном, без светодиодов, *CD*, *DVD* и *iPod*’ов или телевизоров в салонах самолетов. Не было и бы миллиардеров, носящих имена Гейтс или Джобс, это верно, но не было бы — и вот тут нам пришлось бы туго — ни *Amazon.com*, ни *eBay*, ни *Google*, ни “Фотошопа”.

Поначалу еще удавалось сохранять мир таким, каким он был прежде, лишь добавив к нему несколько новых элементов. Однако миниатюрные приспособления способны приводить к результатам совершенно неожиданным. Первые транзисторные радиоприемники поступили в продажу в 1950-х, и квантовые эффекты, которые в них использовались, требовали энергии настолько малой, что малыми стали и их батарейки. Это означало, что подростки могут носить такие приемники с собой, а это, в свой черед, означало, что им больше не нужно слушать ту же музыку, какую слушают их родители. Подростки начали все в большей и большей мере формировать собственную субкультуру.

туру — и родился новый рынок популярной музыки. Дешевые электрогитары и недорогие усиливающие колонки — а их также сделал возможными кремний — позволили маленьким музыкальным группам соперничать по громкости звучания с оркестрами. Теперь никому не известные начинающие музыканты могли расцвести полным цветом. И появились Элвис Пресли, “Мотаун” и “Роллинг стоунз”.

Рок-н-ролл создала не технология транзисторов. Сработало и множество других факторов — послевоенный “беби-бум”, давший прирост молодого населения; усилившееся после Второй мировой войны неприятие расизма (что привело к борьбе за гражданские права и соединению черного и белого музыкальных стилей в первой, сделанной в Мемфисе студийной записи Элвиса); даже увеличение в пригородах числа дешевых автомобилей, в которых подростки отправлялись на вечеринки. Однако электроника ускорила развитие этих факторов, соединив их так, как они никогда не соединились бы без нее.

Изменился сам пейзаж. Огромные сети небольших розничных магазинов получили возможность компьютерного управления товарными запасами, тонкой настройки своего предложения и такого снижения цен, которого крупные магазины позволить себе не могли. И по пейзажу начали расползаться бегемоты наподобие *Wall Mart*; торговые пассажи стали практически неотличимыми один от другого, поскольку все они заполнились магазинчиками одних и тех же торговых сетей.



Уильям Шокли

Изменился и характер труда. Администраторы получили возможность проверять грамотность того, что они пишут. Традиционные виды ручной работы взяли на себя компьютерные чипы, и это изменило районы, в которых жили рабочие. Человек, трудившийся в доках, подчинялся во время работы ясно очерченным правилам и внушал понятия об этих императивах своим детям. Дети его квартала могли драться в школах, однако для их драк существовали особые общепризнанные правила; к девочкам-подросткам могли приставать, и порой очень грубо, но и приставания эти также были ограничены общепризнанными правилами, касавшимися свиданий, манеры одеваться и тому подобного. Когда же докеры заменили компьютерные программы,

управлявшие автоматическими подъемными кранами, дети лишились ролевых моделей соблюдавших строгие правила родителей. Начиная с 1970-х резко упала численность производственных рабочих. И кварталы, в которых они жили, стали разваливаться на части, из которых составлялись новые сочетания.

Даже в кварталах побогаче начали стираться традиционные представления об общине. Радио и телевидение, когда они только появились, посылали свои сигналы во всех направлениях поровну, откуда и возникло слово “широковещание”. И это позволяло рекламировать простые национальные марки товаров, обращаясь к ясно очерченным крупным группам потребителей. Даже когда возникли каталоги заказываемых по почте товаров, разнообразий этих каталогов было немного, и рассылались они крупными партиями, что не позволяло нацеливать их на конкретные ниши потребительского рынка. Однако компьютер позволяет очень быстро перебирать многие и многие варианты выбора. И это привело (в начале 1960-х) к прямым целевым рассылкам, а вскоре и к специализированным радиостанциям, станциям кабельного телевидения и тому подобному. Людям уже не приходилось реагировать на рекламу так, как это делают составные части определенной группы. Начал развиваться нomaдизм, появились возможности отчетливо индивидуального выбора, где человек будет жить, с кем он будет вступать в брак, как молиться и когда участвовать в выборах. Начали происходить странные вещи. Старшее поколение, привычно

полагавшее, что физические упражнения — удел профессиональных спортсменов, произвело на свет потомков, которые собирались в больших залах и, ни с кем особо не разговаривая, накачивали там свои мышцы.

Изменился и характер демократии. До того как в начале 1960-х появились спутники связи, рядовые люди и не надеялись увидеть живые, доставляемые им в реальном масштабе времени картины происходящих за рубежами страны катастроф, восстаний или голода. (Они получали лишь короткие, сжатые и отредактированные сводки событий, которые показывались им в киножурналах.) И естественным образом полагались на руководителей правительства, у которых имелись собственные, относящиеся к более высокому уровню источники информации — главным образом послы и иные эмиссары, которые сообщались с ними посредством относительно дорогостоящих телексов, телеграмм и специальных самолетов. А теперь? Как только из-за рубежа поступает свежая телевизионная картинка, в стране не остается человека, знающего больше, чем все прочие. И родилось новое недоверие к правительству — чему, как это обычно бывает, способствовали и иные факторы, — родилось и с тех пор никуда уже не девалось.

Одни порождения Тьюринга ускоряли появление на свет других. Последние компьютеры, которые мог целиком и полностью охватить умственным взором один-единственный человек, были построены, вероятно, в конце 1950-х. Если для разработки схемы соединений тысячи компьютерных

переключателей вы еще могли использовать логарифмическую линейку и чертежные инструменты, то, когда речь заходила о миллионах переключателей компьютера более передового, логарифмической линейкой было уже не обойтись. Вместо нее вы обращались к компьютеру уже существующему, и он делал эту работу за вас. Так одни компьютеры начали порождать другие, обладавшие все большей и большей внутренней мощностью.

В результате мы имеем теперь возможность детектировать столь малое количество электронов, что обрели способность видеть и слышать вещи, которые в прошлом были полностью недоступными нашему восприятию. И можем использовать нашу способность управлять этими электронами — наше понимание того, как они телепортируются и почти останавливаются, — для того, чтобы поставить себе на службу их огромную скорость и проворство. Дверь, за которой таилась древняя сила электричества, приоткрылась еще немного.

Присмотримся к тому, как работает навигационная система *GPS*. В сотнях километров над нашими головами, в передатчиках спутников *GPS* снуют туда-сюда электроны. Создаваемое ими подрагивающее силовое поле колеблется при каждом движении этих электронов, и колебания его распространяются, достигая нас, находящихся на Земле. Так посылается каждый из создаваемых *GPS* сигналов местоположения.

Волна, достигающая Земли, остается для нас невидимой и неслышимой — никто не может взгля-

даться в кружащие по своим орбитам спутники и увидеть, как приближается эта волна; никто не может наострить уши и услышать ее.

Наши барабанные перепонки состоят из атомов, вокруг ядер которых вращается огромное количество электронов. И в их сутолоке невидимые волны, поступающие от спутника системы GPS, попросту теряются. Даже если такая волна попадет в старомодную телеантенну, эффект получится очень незначительный: эти металлические прутья, выросшие в 1950-х на крышах домов, создают сколько-нибудь заметный сигнал, лишь когда в них движется в унисон множество — быть может, несколько триллионов — электронов. Антенны чувствительнее нашего уха, однако поступающая от спутника волна сдвинуть с места такое количество электронов не может.

А вот когда эти легкие колебания поступают из космоса на наш GPS-приемник, происходит нечто совсем иное — нечто ставшее возможным благодаря усилиям инженеров “Белл”, показавших, как можно подобраться к квантовому миру и управлять им. Поступающая волна, сколь бы слабой она ни была, приводит в движение очень малое число электронов, однако электроны эти направляются в одну из особых рудных жил. И кремний, в который они попадают, преобразуется: теперь это уже не прежнее по-пуритански строгое, неодобрительно взирающее на мир вещество из разряда “мимо меня не проскочишь”. Нет, теперь вперед бросаются его собственные электроны, подстегнутые крошечным всплеском входящего электриче-

ского тока. Внутренние полости кремния больше уже не выглядят мрачными и неприступными, они подключаются к делу и с легкостью передают отчетливый сигнал. И все — далекий спутник услышан.

Поступающая из космоса волна почти мгновенно стихает, и рудная жила приемника перекрывается. Однако миллиардную долю секунды спустя со спутника прилетает новый всплеск волны, и рудная жила оживает снова. Это повторяется всего какую-то сотню миллиардов раз или около того — и переданный спутником сигнал принимается полностью.

Какой-нибудь заблудившийся пешеход, скорее всего, обратится к своему устройству GPS, чтобы “услышать” спутник, находящийся в сотне километров над его головой, и отыскать тем самым дорогу к нужному ему новому офисному зданию. А попав в него, он может обратиться к другим устройствам, чтобы с их помощью пробежаться — чего уж проще? — по нескольким миллиардам источников информации, разбросанным по кремниевометаллическим запоминающим устройствам компьютеров мира. И это тоже во времена более ранние было делом немыслимым, ибо, хотя и существовала система хранения огромных количеств информации — система крупных библиотек мира, — хорошо обученные библиотекари тратили несколько месяцев даже на то, чтобы просмотреть лишь малую часть этой информации.

Происходило это потому, что традиционная информация сохранялась с помощью чернил,

которыми пропитывались тонкие пластины модифицированной древесной кашицы, кои мы называем бумагой. Однако чернильная линия велика, а атомы малы. Взгляд библиотекаря, который просматривал содержимое книжных полок или даже микрофильмированный каталог этого содержимого, скользил по огромным твердым вместилищам электронов и иных субмикроскопических частиц — ибо именно таковыми и являются написанные либо напечатанные буквы, обладавшие колоссальной высотой в полсантиметра, а то и больше.

Поиск в Мировой паутине происходит гораздо быстрее. Вы нажимаете на клавишу ноутбука или карманного браузера, и длинные электронные туннели, кроющиеся в проводах, подведенных к этой клавише, приступают к охоте. С их точки зрения наши быстро пробегающиеся по клавишам кончики пальцев создают неловкие, тяжеловесно медленные тычки, так что времени для работы у них предостаточно. (Каждая клавиша обычного ноутбука в течение каждой секунды десятки раз опрашивается центральным процессором, и электроны постоянно рапортуют ему: “Попадания нет, попадания нет”, пока наконец, о чудо, одна из клавиш, та, на которую мы нажали, не начинает медленно опускаться.)

Огромное число транзисторов нашего компьютера и тех, что соединены с ним, быстренько реконфигурируется, чтобы пропустить направляемый в Мировую паутину запрос об информации, их рудные вены мгновенно становятся проводящими,

а после прохождения запроса вновь обращаются в неодолимые препятствия.

И начинается сканирование миллионов сетевых страниц: одни из них представляют собой суммарные справочные указатели, закодированные в центральных компьютерах поисковой машины, другие хранят эту информацию во множестве разбросанных по всему земному шару компьютерах. Вскоре наш запрос заставляет силовые поля привести в движение древние, но по-прежнему обладающие энергией электроны, сокрытые в тысячах, а там и миллионах страниц — нужная нам фраза сравнивается с содержимым этих страниц. Принимаются решения, которые направляются сквозь новые изготовленные из камня транзисторы, и наконец в наш компьютер начинают поступать результаты поиска. Разосланные во все стороны эмиссары докладывают о плодах своей работы, на наш экран направляется окончательный набор сигналов. И на экране вспыхивает ответ — итог всех этих причудливых квантовых полетов.

Все это происходит, пока наша рука тянется к ожидающей ее чашке кофе. Человечество веками жило отдельно от вечно взбудораженного внутреннего мира электронов. Теперь мы с ним соединились.

Однако на этом история электричества не заканчивается. Мы узнали, что электроны способны двигаться внутри провода, и это знание дало нам телеграф, телефоны, электрические лампочки и двигатели. Затем обнаружилась долго скрывав-

шаяся от нас вихревая сила, которая проталкивает электроны внутри проводов и способна даже совершать колебания, создавая волны, разлетающиеся от этих проводов в пространство. В итоге мы получили радио, радары, а в конечном счете и их миниатюрные версии — наши сотовые телефоны. Следом теоретики квантовой физики установили, что электроны способны телепортироваться, совершая огромные, рискованные скачки, что их можно даже словно бы останавливать, когда они попадают в низкоэнергетические состояния, — результатом этого открытия стали затаившиеся в твердом камне переключатели и изменившие нашу жизнь компьютеры. Однако за пределами этой технологии лежит еще кое-что, играющее в нашей жизни роль даже более важную, и это кое-что теснейшим образом связано с просуществовавшими многие миллиарды лет электрическими зарядами.

ЧАСТЬ V

*Мозг и за пределами
мозга*

Атомы металлов, выброшенные во Вселенную взрывами далеких звезд, падали на Землю — миллиарды лет назад, когда Солнечная система была еще молода, — не в одиночестве. Вместе с ними по космосу странствовали углерод, кислород и другие элементы.

Когда они оказались на еще кипящей поверхности Земли, глубоко под ее поверхность ушли лишь некоторые из них. Многие остались наверху, обратившись в часть почвы и океана, морского дна и болот. И хотя они не были металлами, электрическое поле, создаваемое электронами и ядрами их атомов, присутствовало и в них тоже.

В большинстве своем эти неметаллы оставались инертными и мирно покоились в камнях или глиноземе, однако с некоторыми из них начали происходить вещи довольно странные. Электрические поля, создаваемые их электронами,

*коробили эти атомы, заставляя соединяться
и образовывать удивительные конфигурации.
Над планетой висело горячее солнце. Земля
впитывала его энергию. Деформированные
соединения атомов коробились еще пуще,
деформируя и то, что их окружало. Большинство
этих соединений распадалось, но некоторые
из конфигураций создавали другие, столь
похожие на них, что можно было говорить
о самовоспроизводстве.
Так зародилась жизнь — построенная на
электрических зарядах.*

Глава II

Мокрое электричество

Плимут, Англия, 1947

При самом зарождении жизни электрические силы особо важной роли не играли, однако и на нашей планете, и в нашем теле они работают постоянно и самым прозаическим образом. Например, когда мы включаем телевизор или компьютер, каждая светящаяся точка экрана принимается испускать электромагнитную волну, распространяющуюся со скоростью 1080 миллионов километров в час. После чего разворачивается последовательность событий, способная внушить благоговейный трепет.

Едва начинает светиться экран, как глаза зрителя совершают пошаговый поворот к нему — каждое весящее порядка семи грамм глазное яблоко, управляемое шестью плоскими мышцами, плавно скользит по жиру, который выстилает полость глазной орбиты. Глаза помаргивают, расширившиеся зрачки приводятся в состояние готовности,

и в них врываются летящие электромагнитные волны.

Просквозив тонкий слой роговицы, они слегка замедляются, передовой фронт их образует почти плоскую поверхность, перенося еще не зарегистрированный сигнал от экрана в глубины тела ожидающего его человека.

Волны продолжают движение сквозь водянистую влагу глаза к зияющей отверстию зрачка. Человек может слегка прищуриться от слишком яркого свечения экрана, однако его рефлексы срабатывают медленно, за тысячные доли секунды, и за стремительным вторжением волн им не угнаться. Волны беспрепятственно проходят через зрачки.

Расположенные за ними хрусталики фокусируют волны, посылая их в лежащее глубже желеобразное стекловидное тело. Очень незначительное число входящих электрических волн разбивается на этом пути об органические молекулы, однако наибольшая их часть проскакивает эти мягкие биологические барьеры и продолжает пронизывать внутренность глаза, пока не достигает конечного пункта своего путешествия — хрупкой, волокнистой проекции мозга, известной под названием сетчатки. В самой ее глубине, в темноте, волны, движущиеся теперь со скоростью лишь ненамного меньшей изначальных 1080 миллионов километров в час, врываются в древние влажные кровяные сосуды и пронизывают клеточные мембраны, и тогда происходит нечто неожиданное.

Срабатывают электрические переключатели.

Само существование их кажется странным, поскольку тело человека пропитано влагой. Мы уже видели, как электричество работает в телеграфе, телефонах, электрических лампочках и моторах, радио, радарх и всевозможных компьютерах. Но здесь? Предполагается, что вода и электричество несовместимы. Джеймс Бонд, как всем известно, уничтожал злодеев, бросая радиоприемники (электрические) в их ванны (наполненные водой). И все же крошечные схемы нашего глаза дублируют работу самых хитроумных приемников электричества, несмотря на то что состоят они не из изолированных медных проводов и даже не из видоизмененного кремния, но из самых обычных белков, жирного холестерина и большого, очень большого количества воды.

Да и все наше тело работает на электричестве. Искривленные живые электрические кабели уходят в глубины нашего мозга, существующие внутри клеток интенсивные электрические и магнитные поля проталкивают питательные вещества или нейротрансмиттеры через мембранные барьеры, даже наша ДНК контролируется мощной электрической силой.

Ученые наших дней создали еще одну форму технологии — *жидкостную*, — позволяющую формировать во внутренних полостях наших тел миниатюрные лужицы, наполненные электрическими частицами. Обезболивающие вещества вплывают в электрические насосы наших нервных клеток, и те немеют, позволяя нам переносить хирургическую операцию; прозак запирает электрические

приемные блоки нашего мозга, позволяя нам справляться с нашими горестями; электрически заряженные молекулы, содержащиеся в таблетке виагры, обостряют чувствительность наших нервных окончаний, усиливая испытываемое нами наслаждение. Все это — часть великого сдвига границ современных наук, от физики до биологии, перехода от внешнего физического мира к нашему телу и мышлению.

Представление о встроенных в наши тела и мозги электрических контурах оказалось неожиданным — до недавнего времени о роли электричества в теле никто и не помышлял. Пытливые древние греки и мусульмане заметили, как мы уже знаем, несколько электрических явлений, таких, например, как встающая дыбом — при условии, что воздух сух, — шерсть поглаживаемого животного. Анатомы Возрождения и более поздних времен обнаружили проходящие сквозь тело человека полые белые трубки и поняли, что это нервы. Впрочем, они полагали, что нервы управляются божественной силой или, при отсутствии таковой, миниатюрными шкивами либо гидравлическими жидкостями, но никак уж не электрическими искрами.

Положение начало изменяться по причине того, что большинство ученых, какими бы независимыми умами они себя ни воображали, не способно игнорировать моду, царящую в окружающем их обществе. В Англии и Италии 1600-х насосы были новой, волнующей, быстро развивавшейся технологией, поэтому, когда Уильям Гарвей приступил к иссле-

дованию кровообращения, представление о сердце как о насосе было для него вполне естественным. Ньютон и его последователи естественным образом представляли себе Вселенную как заводной механизм, поскольку многообещающей новой технологией конца семнадцатого века были точные механические часы.

В начале 1800-х немалое число людей уже успело побывать на демонстрациях простых электрических батарей и проводов. Когда одной грозовой ночью двадцатилетняя Мэри Шелли обменивалась с друзьями на берегу Женевского озера историями о привидениях, она вполне естественным образом заставила доктора Франкенштейна использовать при создании его чудовища электричество. В 1840-х началось строительство телеграфных линий, сообщения по которым переносились стремительными потоками электричества. И чем большее число крупных городов Западной Европы соединялось ими друг с другом, тем труднее становилось поверить в то, что и длинные нервные волокна, служащие для передачи сообщений внутри наших тел, не используют при этом все то же электричество. Однако, когда в 1850-х немецкие ученые сумели точно измерить скорость распространения нервных сигналов, выяснилось, что электричество не распространяется в живых нервных клетках с той же скоростью в миллионы километров в час, с какой оно движется по телеграфным проводам. Внутри тела происходило нечто совсем иное, ибо скорость эта составляла всего 160 километров в час, что лишь в несколько раз превышает

скорость, с которой движется кулак человека, наносящего удар.

В определенном смысле это было и хорошо, поскольку трудно понять, как могли бы уцелеть хрупкие ткани человеческого тела, если бы проходящие внутри нас сигналы распространялись со скоростью миллион километров в час. Однако почему все обстоит именно так, химия того времени объяснить не могла. Глазные яблоки приводятся в движение мышцами. Анатомы обнаружили эти мышцы без всякого труда. А вот никаких маленьких мышц, действующих как усилительные устройства наших многочисленных нервных сигналов, им обнаружить не удалось. Но, если наши нервные волокна подобны телеграфным кабелям, где же тогда батареи и что, собственно говоря, по этим кабелям движется? Ни длинных медных проводов, ни какого-либо еще металла внутри наших тел не имеется.

Решение, которое искали ученые, — объяснение того, как электричество может существовать даже в воде, — было получено, только когда они перестали думать о машинах и механизмах. Телеграф работает потому, что удастся заставить электроны двигаться, но ведь электрон — это лишь часть атома. Телеграфу, электрическим лампочкам и даже компьютеру приходится полагаться на эти крошечные, податливые электроны. Однако нашим электрическим технологиям всего лишь двести лет от роду. А эволюция шла на Земле миллиарды лет и давным-давно отыскала другой способ проводить электричество, используя для этого не просто крошечные электроны, но целые атомы.

Фокус состоял в том, чтобы найти атомы, содержащие бóльший обыкновенного запас электрической силы. Таких, как учат нас в школе, вообще говоря, не бывает, поскольку отрицательный заряд вращающихся вокруг ядра атома электронов равен положительному заряду этого ядра. В результате атом пребывает в состоянии равновесия. Именно по этой причине он нейтрален, и по ней же даже великий Ньютон склонялся к мнению о том, что атомы суть всего-навсего скучные, простенькие шарики.

И тем не менее у некоторых атомов, таких как атомы металлического натрия, оторвать один, самый далекий от ядра электрон оказывается очень легко. В нашей планете и наших телах подобных калек полным-полно. И это очень удобно, поскольку такие оборванные гиганты отличнейшим образом приводят в движение другие электрические заряды. Положительный заряд, сосредоточенный в центре этого атома, на единицу больше отрицательного заряда оставшихся у него электронов, и потому атом создает сильное положительное электрическое поле. А кроме того, такая глыба, как атом натрия, лишившийся одного из своих электронов, способна выживать там, где крошечным электронам долго протянуть не удастся. Ему нипочем пенящаяся вода или активный кислород; подобные ему атомные ионы способны проводить миллионы лет в атмосфере с ее ветрами, дождями и грозами или покоем в горах, под километровыми наложениями камня.

Одиночные электроны не способны прожить долгое время в омываемом влагой живом теле,

а эти гиганты чувствуют себя в нем превосходно. Любой атом, обладающий отличным от изначального числом электронов, называется *ионом* — от греческого слова, означающего "путешественник". Ободранный атом натрия именуется ионом натрия.

Это и составляет причину, по которой наши тела проводят измеренные Гельмгольцем токи. Но как? Нервные волокна намного меньше, чем полагали ранние анатомы; полые белые трубки, обнаруженные прозекторами эпохи Возрождения, были на самом-то деле "трубопроводами" настоящих нервных волокон, куда более тонких, чем они сами, миниатюризированных почти до невидимости. Самой узкой частью их является аксон, вытянутая составляющая нервной клетки, служащая для передачи сигнала. Аксоны малы настолько, что внутренность большинства из них трудно разглядеть даже в современный микроскоп.

На счастье науки, разные нервные волокна передают сигналы с разными скоростями. Если нервное волокно очень тонко, сигнал проходит по нему довольно медленно. Чем шире нервное волокно, тем быстрее осуществляется передача. Это означает, что физиологам двадцатого века, желавшим продолжить исследования, начатые немецкими учеными, следовало отыскать существа, которым для того, чтобы совершать нападения и спастись бегством, требуются сверхбыстрые нервные сигналы, и, стало быть, нервные волокна их должны быть широкими и толстыми. Кроме того, существа эти должны иметь достаточную длину, поскольку

длинные нервные волокна препарируются легче. Логика простая, пока не задумаешься, что из нее следует, а следует из нее, что нужно искать животное и большое, и быстрое. Лягушка маловата, медведь слишком неповоротлив, зато гигантский кальмар — или, за неимением такового, кальмар обыкновенный, — которому для его стремительных реактивных бросков требуются быстрые сигналы, был бы идеальным.

Но разумеется, сначала требовалось кальмара добыть. А это, как выяснил спокойный молодой английский квакер Алан Ходжкин, вернувшийся летом 1939 года в Плимут после стажировки в Соединенных Штатах, дело отнюдь не простое. Он выходил в море на траулерах, обшаривал рыбные рынки, однако отыскать кальмара так и не смог. В своих веселых письмах к матери Ходжкин изображал бодрячка, однако, приуныв окончательно, не смог удержаться от жалобы на “почти полное отсутствие кальмаров”. И все же в конце июня удача ему улыбнулась. Уезжая на недельный отпуск к Шотландию, он попросил местных рыбаков продолжить охоту на кальмаров, и те добились успеха. “Вернувшись, я обнаружил ожидавший меня большой запас кальмаров”.

Нервные волокна, которые Ходжкин и его еще даже более молодой коллега Хаксли извлекли из кальмара, превосходили размерами все, что могли дать животные более заурядные. Они были такими большими — шириной в карандашную линию, — что молодым ученым удавалось вводить в середину каждого тонкую стеклянную иглу. (Кальмар

был мертв, однако нервные волокна его оставались “живыми” — в том смысле, что несколько часов они продолжали работать даже без своего хозяина.) Исследователи девятнадцатого века могли проводить измерения лишь по длине нерва, не имея возможности заглянуть внутрь него. Ходжкин и Хаксли могли теперь измерять электрические потенциалы *внутри* нервных волокон и сравнивать их с наружными.

Начальные их эксперименты оказались неудачными, поскольку полая игла царапала мембрану. Однако у Хаксли были хорошие руки, и со временем он научился с помощью миниатюрных зеркал, позволявших увидеть приближающие изгибы, вводить иглы, не повреждая хрупкий, еще живой нерв.

Уже в первые несколько недель Ходжкину и Хаксли удалось, используя изощренные методы нейрофизиологов, выдавить из аксона находящуюся внутри него кашицу — аксоплазму. Оказалось, что огромных ионов натрия в ней совсем немного, и это представлялось молодым ученым загадочным, поскольку в морской воде и в крови ионов натрия предостаточно — в конце концов, натрий входит в состав обычной поваренной соли (хлористого натрия). Соленый вкус морской воды либо крови — кальмара или человека, не важно, — как раз и свидетельствует о присутствии в ней этих ионов. Что-то входящее в состав мембраны захватывало ионы натрия, эти огромные модифицированные атомы, и проталкивало их сквозь мембрану, отчего они накапливались снаружи нерва.

Это было прекрасно — возможность детально разглядеть то, о чем немецкие исследователи 1860-х только догадывались. Кальмар создавал запасы ионов натрия на поверхности мембраны своих нервных клеток. Но почему? Кое-какие догадки на этот счет у молодых ученых имелись — как-никак они изучали физиологию в Кембридже, где работали лучшие специалисты мира, — однако, прежде чем они смогли пойти дальше, разразилась война. Ходжкину пришлось работать над радаром, Хаксли оказался в Адмиралтействе, и вернуться к полноценным исследованиям им удалось лишь в 1947 году. Молодая жена Ходжкина, Марни, писала своим родителям: “Алан... похож на неожиданно получившего свободу дельфина... спустя столь долгое время он снова смог нырнуть в чистую науку и теперь скачет и кувыркается в ней...”

Необходимость прервать исследования была, разумеется, неприятной, однако годы, потраченные на разработку радара, прошли не впустую. Ходжкин и его коллеги военного времени постоянно использовали давно уже сложившиеся представления о том, что электрический ток с большей легкостью протекает по пути широкому и гладкому. На таком пути больше доступных электронов, и, стало быть, “сопротивление” его невелико. А вот по узкому пути электрическому току продвигаться труднее, так как он встречается с бóльшим сопротивлением. Поскольку нервные волокна в массе своей очень тонки (не считая огромных нервных волокон кальмара), они оказывают значительное сопротивление пытающемуся протиснуться сквозь них электриче-

ству. Как объяснял впоследствии Ходжкин, “приглядевшись к нервной системе, инженер-электрик увидит, что перенос сигнальной электрической информации по [узким] нервным волокнам составляет проблему попросту пугающую... [Нервное] волокно мало настолько, что... электрическое сопротивление одного его метра примерно равно сопротивлению 10 000 000 000 миль [более толстого] медного провода, а это близко к расстоянию, которое отделяет Землю от Сатурна.

Если бы инженера-электрика попросили опутать проводкой Солнечную систему, он столкнулся бы с немалыми трудностями”.

Нервы должны были работать как-то иначе. Электрический ток не мог протекать посередине аксонов — электрические искорки, которые по представлениям Александра Белла катили по медному проводу его телефона, там пройти не могли. Вместо этого нервы должны были подпитываться со стороны, получая регулярные всплески дополнительного напряжения от чего-то, находящегося снаружи. Все выглядело так, точно инженер, понимавший, что поддерживать постоянный уровень сигнала в длинном проводе будет трудно, предусмотрительно установил вдоль него — через равные промежутки — несколько триллионов подпитывающих устройств.

Вот ими-то и были огромные ионы натрия. Они помогали прохождению нервного сигнала. (Дальнейшие исследования показали, что для проводимости нервных волокон не менее важны и ионы калия, но, поскольку работают они аналогичным образом, мы будем для простоты держаться за

натрий.) Когда у нас рождается мысль и нервная клетка нашего мозга выстреливает сигнал, он, не будь этих заряженных ионов натрия, протискивающихся снаружи внутрь клетки, заглох бы, не пройдя и доли миллиметра. Ходжкин и Хаксли показали — и это принесло им Нобелевскую премию, — что клеточная мембрана отнюдь не является сплошным эластичным барьером, непроницаемым и замкнутым, держащим наши мысли под запором в уютных фрейдистских глубинах. Нет, она, скорее, вмещает множество маленьких брешей, которые расширяются, чтобы пропускать ионы натрия. В большом количестве им просачиваться внутрь не приходится — лишь по несколько тысяч на каждый миллиметр, — но этого хватает.

Все, что запускает натриевые подпитывающие устройства, порождает сигнал. К примеру, в глазах человека, который смотрит на экран компьютера, излучаемые экраном электрические волны ударяют в обладающие замысловатой формой молекулы содержащегося в сетчатке вещества, именуемого родопсином. Представьте себе эти молекулы как некие подобия пальм. Когда на них падает свет, молекулы скручиваются, точно листья пальмы под ударом тайфуна, и часть родопсина — “корни” пальмы — начинает вытягиваться “из земли”. А поскольку родопсиновое дерево уходит корнями в раствор из ионов натрия, в основании каждого дерева образуются брешы. Ионы натрия вливаются в них, достигая лежащего ниже нерва, и это порождает сигнал.

При первом ударе натрия по самому кончику нерва с ближайшим миллиметром нервной мембраны происходит нечто странное: она начинает коробиться, пузыриться, искривляться, а затем в ней открываются отверстия, через которые внутрь вливаются ионы натрия. Их появление внутри нервной клетки приводит в такое же состояние следующий участок мембраны — и в нем тоже открываются отверстия. Натрий, скопившийся на мембране, проникает и в этот участок — и такая последовательность событий повторяется по всей длине нерва.

После того как сигнал проходит по всему нерву, нерв этот обращается в подобие грязной, раскисшей губки, покрытой дырами и пропитанной натрием. Прежде чем он снова сможет заработать, ему необходимо восстановиться — извергнуть из себя излишки натрия и закрыть отверстия. Этот процесс — вывод ионов натрия на внешнюю поверхность мембраны и закупорка отверстий, через которые они могут просочиться внутрь, — требует таких энергетических затрат, что 80 процентов поступающей в наш мозг энергии, весь сахар и кислород, все питательные остатки бифштексов, мюслей, сахаренных овсяных хлопьев и шоколадок, уходят именно на то, чтобы закупорить отверстия, через которые в нервные клетки просачивается натрий.

Иногда восстановление нервных клеток замедляется. На холоде ваши пальцы становятся словно деревянными. Это происходит потому, что жировая оболочка их нервных клеток застывает, совершенно так же, как оставшийся на тарелке жир съе-

денной вами бараньей котлеты. В результате натриевые насосы нервных клеток начинают работать хуже, чем они работают в тепле. Именно поэтому нам необходимо согреться перед тем, как заняться каким-либо делом, требующим изощренного управления нашими двигательными нервами. Великий пианист Глен Гульд, бывало, не находил себе перед концертом места, пока ему не удавалось отыскать раковину умывальника или просто ведро с горячей водой, в которую он мог окунуть руки. Критики посмеивались над ним — пока он не усаживался за инструмент. После того как застывшая жировая оболочка его нервных клеток размягчалась и открывался путь для насыщенных электрической энергией ионов натрия, шедевры Баха обращались в шедевры Гульда. (Аналогичным образом — только наоборот — работают и кубики льда, которые прикладывают к мочкам ушей перед тем, как их проколоть.)

Однако случаются проблемы и более серьезные, чем порывы холодного ветра. Жидкость, именуемая тетродотоксином, представляет собой один из сильнейших в мире ядов, воздействующих на нервные клетки. Омывая их, она намертво отключает натриевые насосы. Если воздействие ее ограничивается лишь немногими нервными клетками, скажем, теми, работа которых требуется нам, чтобы отыскать запропавшийся неведь куда пульт телевизора, это еще полбеды. Но когда тетродотоксин разливается по всему нашему телу, он воздействует и на нервные клетки, которые посылают сигналы в наше сердце и легкие. Мы можем

так или иначе осознавать это, можем вслушиваться в работу своего тела и искреннейшим образом желать, чтобы наши нервные клетки продолжали исправно работать, однако, когда натриевые насосы перекрываются и ионы, подпитывающие клетки, в них не попадают, электрические сигналы в клетках замирают. И все заканчивается смертью от удушья. В природе тетродотоксин вырабатывается страшной японской рыбой — фугу, однако его также синтезируют по всему миру и производители химического оружия.

Примерно так же работает алкоголь. Под его воздействием жировая оболочка мембран нервных клеток уплотняется, но не настолько, чтобы вызвать мгновенную смерть. Результат походит, скорее, на онемение замерзших пальцев, только на этот раз начинают плохо работать мембраны клеток, находящихся в глубине нашего мозга и ведающих нашими мыслями и воспоминаниями. Для тех, кто, по словам Сэмюэла Джонсона, стремится сбежать от самих себя, ослабление стенок, в которых работают питающие клетки электричеством натриевые насосы, оказывается большим утешением.

Технология всегда развивается быстрее, чем наука, и люди с удовольствием использовали алкоголь и — если им хватало ума — избегали рыб фугу за тысячи лет до того, как стали известными подробности работы натриевых насосов. То же относится и к ранним попыткам использования обезболивающих средств. Нужда в них была огромной, однако алкоголь плохо снимал боль при хирургиче-

ских операциях, и даже в середине девятнадцатого века большим больницам приходилось прибегать к услугам крепких “держиморд”, бывших портовых грузчиков или боксеров, работа которых состояла в том, чтобы ловить удиравших из операционной пациентов и приволакивать их обратно. (Флобер, сын хирурга, работавшего в не ведавшую анестезии эпоху, дал в “Мадам Бовари” страшноватенькое описание того, как протекала в ту пору ампутация ноги.)

В анестезиологии перемены обозначились в начале и середине 1800-х, когда выяснилось, что разного рода газообразные вещества — эфир, к примеру, — способны отключать сознание пациента, далеко не всегда при этом убивая его. Зигмунд Фрейд, бывший в 1880-х студентом-медиком, любил экспериментировать с модифицированным экстрактом растительного сока, именуемым кокаином. Кокаин превосходно помогал при глазных операциях, а также доставлял немалое удовольствие хирургам, которые проверяли на себе — и порой довольно часто — правильность выбранной ими дозы.

Однако механизм анестезии стал понятным только после работы, проделанной Ходжкиным и Хаксли. Молекулы обезболивающего вещества проникают, подобно молекулам алкоголя, в жировые мембраны наших нервных клеток и отключают натриевые насосы аксонов. После этого можно выдергивать щипцами коренные зубы или сшивать иглой живые ткани — нервные импульсы, благодаря которым мозг осознает эти надругатель-

ства над телом, продвигаются от силы на сантиметр и, поскольку натриевые насосы отключены, выдыхаются. По мере того как становились ясными все более тонкие детали их работы — и различные виды воздействия местной и общей анестезии, — все в большей степени совершенствовалась и медицина. Становились возможными такие серьезные операции, как коронарное шунтирование; появились средства, позволявшие производить лапароскопические операции. В распоряжении инженеров викторианской эпохи имелись лишь большие электрические двигатели, которые использовались ими для подъема лифтов, приведения в действие станков и насосов холодильников. Сегодняшние биоинженеры используют микроскопические электрические насосы, перекачивающие ионы натрия, для управления куда более тонкими процессами, протекающими внутри человеческого тела.

Ходжкин одурманивать своих кальмаров никогда не пытался, однако его коллеги накачивали их тетродотоксином (выглядит это некрасиво, но с учетом необходимости извлечения из тела кальмара нервных волокон возражения против такого рода манипуляций становятся спорными). Им удалось, нанося тетродотоксин непосредственно на нервные клетки и наблюдая за тем, как они отключаются, точно уловить момент, в который натриевые насосы начинают работать снова. И то, что они обнаружили, было способно повергнуть в смирение каждого, кто гордится расстоянием, на которое мы удалились от наделенных щупальцами пучеглазых морских тварей. Механизм работы этих

насосов оказался у них точь-в-точь таким же, как у человека.

“Если принять во внимание, — писал Ходжкин, — что кальмар приходится нам дальним родственником — наш последний общий предок скончался... несколько сот миллионов лет назад, — это сходство поведения указывает на то, что в животном царстве натриевый канал имеет для выживания большую ценность”. В этих словах присутствует немалая логика, ибо живые организмы — гуманоиды или головоногие, не важно, — лишены выбора по части материалов, с которыми им приходится работать.

- Ионы — прекрасное, пусть и подобранное на скорую руку, орудие, позволяющее использовать электричество для передачи сигналов. И то, что работало за 300 миллионов лет до нашей эры, работает и сейчас.

Глава 12

Электрические настроения

Индианаполис, 1972 — и сегодня

В течение сотен миллионов лет электрически мыслящие живые существа нашей планеты ползали, бегали, спали, застывали на месте или находили себе еще какие-то занятия. И в каждом из них электрические сигналы проносились по нервным мембранным каналам, точно по самым замысловатым в мире “американским горкам”, вагончики и трассы которых работают круглосуточно.

Однако каждый такой сигнал в конце концов достигает окончания нервного волокна. И тут возникает проблема, поскольку нервы вовсе не образуют гигантскую трубопроводную сеть, не подключаются один к другому. Нет, между двумя смежными нервами всегда существует хорошо исследованный еще в 1897 году зазор, именуемый *синапсом* (от греческого слова *синаптеин*, означающего “соединение”, “связь”). Это всего несколько тысячных сантиметра, однако на

микроскопическом уровне они выглядят океанским простором.

Каким же образом сигнал пересекает его? Ответ на этот вопрос мог стать следующим крупным шагом в изучении наших нервов и мозга. На первый взгляд электроны просто потонули бы в зазоре между нервами и даже от отдельных ионов проку было бы не больше, чем от болтающегося далеко в море мяча, которым играют в пляжный волейбол. Однако ученые понимали, что нечто все-таки дает им возможность пройти синапс. Более того, они подозревали, что это нечто имеет электрическую природу. Но если оно и не маленький электрон, и не большой ион, тогда что?

Ответ пришел от Отто Леви, сорокасемилетнего фармаколога, работавшего в университете Граца. Однажды ночью, накануне Страстной субботы 1921 года, он вдруг проснулся и совершенно отчетливо понял, как сигналы проходят синапсы. Это походило на сказку. Он включил свет, записал свое великое открытие и снова заснул. А утром проснулся. Ученым он всегда считался многообещающим, однако то, что ему приснилось тогда, представляло собой идею, равные которой появляются далеко не каждое столетие. Он взглянул на клочок бумаги, на котором ночью сделал записи.

И ничего не смог прочитать. Вообще-то говоря, почерк Отто Леви был довольно разборчивый — но только не в три часа ночи. Этот день оказался одним из худших в его жизни. Сколько ни вглядывался Леви в написанное, ему не удалось прочитать ни единого из нацарапанных на бумажке слов.

И сколько ни тужился, он так и не смог припомнить даже какого-нибудь обрывка того, что ему приснилось.

На следующую ночь, в субботу, он прилежно улегся спать. Если ему повезет, нужный ответ вернется сам собой. Наступила полночь, он мирно спал — без сновидений. Час ночи — никаких снов, способных его пробудить. А затем, как любил вспоминать Леви, “в три часа ночи идея вернулась. Ею был замысел эксперимента”.

На сей раз он не стал доверять ее перу и бумаге. Вместо этого Леви оделся и поспешил в лабораторию. Он придумал способ, позволявший выявить вещество, исходящее из нерва! Он знал, что ему следует сделать, — читателям особо брезгливым этот и следующие несколько абзацев лучше пропустить: ему следует убить двух лягушек и вырезать их сердца. Одно из сердец должно сохранить идущий к нему нерв, который подводит к сердцу это неведомое вещество. Надо посмотреть, как поведет себя сердце — замедлятся его сокращения или ускорятся, — когда он выдавит из нерва побольше этого вещества. А затем он sprysнет этим веществом второе сердце. И если второе прореагирует так же, как первое, Леви будет знать, что нечто присутствующее в этой жидкости содержит правильный ответ на его вопрос.

Проделать все это Леви мог по той простой причине, что у него, как и у многих анатомов того времени, всегда имелся под рукой запас несчастных лягушек, а кроме того, он знал, что, даже если лягушку убить, сердце ее какое-то время еще будет

биться. Он взял скальпель, принялся за работу, и вскоре в двух отдельных чашечках уже лежало по продолжавшему трепетать лягушачьему сердцу. Леви сдавил идущий к первому большой блуждающий нерв — чтобы в сердце поступило побольше той жидкости, которую этот нерв к нему подводит. Биения сердца начали замедляться. Тогда Леви перенес некоторое количество той же жидкости во вторую чашечку — второе сердце тоже стало биться медленнее. Жидкость, поступающая из живого нерва, и вправду была достаточно сильна, чтобы замедлить их биения.

В дальнейшем Леви и его последователи сумели понять следующее: в жидкостях, тонкими струйками которых обмениваются нервные клетки, присутствуют относительно громоздкие молекулы. Нередко они состоят из нескольких сот атомов, и именно благодаря тому, что эти молекулы превосходят размерами легковесные ионы натрия, им и удается проделать путь от одного нерва к другому неповрежденными. Они ведут себя как миниатюрные подводные лодки. Целые флотилии таких субмарин vyplывают из крошечных пузырьков, которые украшают окончание выстреливающей сигнал нервной клетки, и пересекают синапс, направляясь к своей цели. Такого рода молекулы существуют в нервных соединениях всего нашего тела, в том числе и в соединениях нервных клеток мозга. А поскольку клетки, посредством которых мы думаем, называются нейронами, молекулы, переносящие между ними сигналы, получили название нейротрансмиттеров (или нейромедиаторов).

На потолке Сикстинской капеллы Бог протягивает к Адаму руку, и Его нервные окончания источают молекулы, которые — благодаря хитроумному механизму, открывающему натриевые каналы Адама, — заставляют нервы первого человека встрепенуться от приливающего в них электричества.

Вот так сигналы и пересекают зазоры между нервными клетками. Электрические сигналы подходят по одной из нервных клеток к такому зазору и заставляют ее выделить ту самую могущественную жидкость, затем жидкость пересекает зазор и проникает в следующую нервную клетку, перенося в нее посланное первой клеткой сообщение.

Однако, если бы каждая наша нервная клетка выделяла только обнаруженную Леви замедляющую жидкость, мы столкнулись бы с большими неприятностями. Стоило бы нам что-то подумать или попытаться пошевелить рукой, как все начало бы замедляться, замедляяться и замедляяаяаяаться. По счастью, в нашем теле имеются и другие жидкости-трансммиттеры. Одни ускоряют работу клеток, в которые попадают, другие просто помогают им образовывать новые соединения, — к настоящему времени таких трансмиттеров обнаружено уже несколько десятков. (Один из них, также осмысленный не без помощи Леви, был поначалу назван: *Acceleransstuff* — за то, что он ускорял работу клетки, в которую попадал. Теперь мы называем его адреналином.)

Каждая из нейротрансммиттерных подводных лодок обладает своей, особой формой и, отыскав пригодное для нее место стоянки, словно бы бук-

сируется к нему. А буксиром служит то самое статическое электричество, которое в сухую погоду порой награждает нас электрическим ударом. Некоторые области транзиттерной молекулы содержат дополнительный отрицательный заряд (поскольку там концентрируются электроны), между тем как соответствующие области целевой нервной клетки содержат избыток зарядов положительных (по причине относительного недобора электронов). Когда две эти области сближаются, все выглядит так, точно палубные матросы начинают тянуть на себя причальные концы. Две области соединяются.

Впрочем, если бы на этом все и заканчивалось, мы опять-таки столкнулись бы с неприятностями. Дело в том, что с приходом нейротранзиттера принявшая его нервная клетка получает возможность начать пересылку сигнала, включая для этого свои натриевые насосы. Однако, если бы транзиттер так и застрял в ней, она продолжала бы сигнализировать безостановочно. Сигнал, пришедший из прошлого, все повторялся бы и повторялся. И ни получить от внешнего мира новое ощущение, ни создать новую мысль вам уже не удалось бы. Вы оказались бы навсегда застрявшим в одном-единственном остановившемся мгновении.

По счастью, в зазоре между нервными клетками нашего мозга, да и во всех прочих участках тела существуют и другие молекулы — молекулы, исполняющие роль бригады демонтажников: они разваливают нейротранзиттеры на части почти сразу после их появления. А затем, в весьма удобном для

нас приступе экологической распорядительности, доставляют эти части в клетку, из которой поступил нейротрансмиттер, а там его собирают из этих частей заново и — память о прошлом путешествии из него стирается начисто — доставляют к поверхности клетки в состоянии полной готовности к новому путешествию. И весь этот процесс обеспечивается электрическими силами. Без них ничего подобного бы не происходило.

Работа Леви помогла разрешить множество загадок. Мы веками потребляем кофеин, и уже в 1600-х находились люди, которые жаловались на то, что молодые студенты чрезмерно налегают на кофе, дабы сохранять бодрость, когда им приходится перед экзаменами наверстывать упущенное. Однако как работает кофеин, никто не знал. Положение изменилось, когда возникло понимание электрических соединений на уровне поверхности клеток мозга. Один из трансммиттеров, обслуживающий клетки мозга, — вещество, именуемого аденозином. Достигая целевой клетки мозга, молекула аденозина уменьшает частоту, с которой клетка подает сигналы. Кофеин же продлевает следующее: он просто занимает места стоянок этих молекул. В результате причалить к клетке аденозину не удастся. Мы можем быть совершенно измотанными, можем жаждать отдыха, но, если принимающие клетки нашего мозга sprыснуты кофеином, отчаянно извергаемые другими клетками молекулы аденозина не находят достаточного числа причальных мест, а стало быть, у них нет никакой возможности замедлить работу принимающих клеток.

За годы, прошедшие после сделанного Леви открытия, стали понятными детали все более тонкие. Некая американка по имени Нэнси Островски одно время намеревалась стать монахиней, но в 1970-х вдруг занялась научными исследованиями. Похоже, впрочем, что она перенесла некоторые нравственные законы своей прежней жизни на новую работу. В располагавшейся неподалеку от Вашингтона, округ Колумбия, лаборатории Нэнси, соорудив нечто вроде маленькой гильотины, заставляла мышей совокупляться прямо под ней, а затем обезглавливала их, еще сопряженных. И когда ей удавалось достаточно быстро препарировать мозг этих мышей, выяснялось, что клетки их мозга выделяют эндорфины. Эти природные нейротрансмиттеры схожи по форме с героином и морфием. Когда они пересекают синаптические брешы и встречаются с клетками-приемниками, млекопитающее испытывает острое наслаждение.

Сами эндорфины неустойчивы, а вот создаваемое ими общее настроение оказывается более долговечным. Одни люди похожи на Берти Вустера, персонажа П. Г. Вудхауза, неизменно бодрого и веселого. Другие, напротив, с большим удовольствием свернули бы шею каждому, кто лезет к ним с рекомендациями глядеть веселее. Чем более точным является наше знание о том, как движутся внутри мозга электрически заряженные молекулы и ионы, тем с большей легкостью мы можем вмешиваться в эти процессы и управлять нашими настроениями, а до некоторой степени и температурами.

Вот это и есть наиновейшее из достижений по части использования электричества в новых технологиях. Для того чтобы стали ясными последствия появления телеграфа и компьютера, потребовались десятилетия; а как повлияет на будущее открытие нейротрансмиттеров, нам еще только предстоит узнать. Серьезный шаг вперед в использовании трансммиттеров был сделан в 1970-х в Индианаполисе, в лабораториях фармацевтической компании *Eli Lilly*. Многие ученые уже знали, что нейротрансмиттер, именуемый серотонином, играет важную роль в формировании наших настроений. Тут присутствует много разных тонкостей, однако, если говорить грубо, люди, в мозгу которых недостает серотонина, склонны к депрессиям. Но как его контролировать? Введение в мозг сильнодействующего химического вещества, такого, скажем, как торазин, повышает настроение, однако торазин, увы, обладает прицельной точностью огнемёта и бьет по многим другим полезным каналам мозга. В результате при использовании одного только торазина психиатрические лечебницы получали возможность освобождать своих пациентов из смиренных рубашек, но лишь потому, что об этих пациентах можно было с уверенностью сказать: они будут безучастно просиживать целые дни в шезлонгах, поскольку утратили в процессе лечения свою индивидуальность.

Исследователи же, работавшие в *Eli Lilly*, отыскали изобретательный, не лобовой способ повышения уровня серотонина. Они не смогли добиться того, чтобы серотонина становилось больше, зато

смогли заставить ту его малость, какая уже имеется, действовать дольше. Ибо уровень серотонина определяется не только тем, какое его количество выделяют сигнализирующие нервные клетки мозга, но и тем, насколько быстро бригада демонтиров — молекул-уборщиц — пересекает зазоры между нервными клетками, чтобы разобрать серотонин на части и отволочь их назад, в передавшую сигнал клетку, дабы его там собрали заново. Если мозг человека не производит достаточно серотонина или клетки-приемщицы его работают не очень исправно, почему бы не замедлить процессы демонтажа и последующей сборки? Прозак выделяет маленькие, насыщенные электричеством молекулы, которые преграждают путь молекулам, активно участвующим в процессе демонтажа, мешая им работать в полную силу. Результат? Поскольку демонтирующие молекулы приходят в неисправность, небольшие количества естественным образом создаваемого серотонина разрушаются не так быстро, как прежде. Уровень его остается постоянным, а то и повышается.

Шотландский философ Дэвид Юм нередко задумывался о том, какие ощущения испытывает хозяин театра, когда он стоит за кулисами и наблюдает за бегающими мимо него туда-сюда персонажами пьесы. Под персонажами Юм разумел различные особенности собственной личности. Он жил примерно во времена американской революции, во времена, когда Вольт, с которого начался наш рассказ, был еще молодым человеком. А потому Юм и не догадывался, что все эти таящиеся в глубинах

его сознания персонажи образуются электричеством, протекающим по длинным кабелям его нейронов, или пересекающими синапсы электрически заряженными молекулами. Думаю, однако, что Юму пришлось бы по душе мысль о том, что через два столетия после его смерти люди создадут цивилизацию, питаемую силами электричества, а под конец этого периода выяснят, что машина, которая позволяет нам видеть и понимать эту цивилизацию — наш мозг, — является в корне своей электрической.

И опять-таки главную роль в работе этой машины играет чрезвычайная малость электронов, из которых мы состоим. Электроны малы настолько, что молекулы, которые они помогают создавать, также не обладают размерами, позволяющими нам видеть их непосредственно. И это означает, что внутри нас сокрыты огромные их количества. Мозг человека весит всего лишь около полутора килограммов, однако вмещает порядка 100 миллиардов нервных клеток. Это дает нам сигнальные электрические станции, число которых близко к числу звезд в галактике, называемой Млечным Путем. Сигналы пролетают по нашим нервам со скоростью около 160 километров в час; им требуются лишь несколько тысячных секунды, чтобы пересечь синаптический зазор и продолжить движение в следующей нервной клетке. Поскольку натриевые насосы и нейротрансмиттеры срабатывают быстрее, чем падают камни и ломаются деревья в окружающем нас мире, нам удастся использовать эти странные приспособления для того, чтобы

уворачиваться от камней и деревьев и продолжать наш извилистый путь по белому свету.

Быстрота, с которой перемещается электричество, позволяет нам выживать, однако, если бы она была единственной его сильной стороной, мы сбивались бы с пути и не обладали бы памятью. Ибо ощущения постоянно вливаются в нас, и очень быстро, одно за другим. Массированные залпы молекул воздуха ударяют в тонкую кожу наших барабанных перепонок, и, если обстрел достаточно интенсивен, мы слышим отчетливый звук. Наши нервы направляют информацию об этом звуке в глубины мозга, натриевые насосы подпитывают сигнал, а извергаемые клетками нейротрансмиттеры переносят его все глубже и глубже. И однако ж, если бы следующий залп поступающих из внешнего мира ощущений создавал сигналы, посылаемые по тем же нервным каналам, первый сигнал должен был бы автоматически подавляться, стираться новой конфигурацией натриевых насосов. И никакой памяти у нас в этом случае не было бы.

Однако нас спасает древняя устойчивость электрического заряда. Вспомните о подобных ауре силовых полях, которые создаются всеми заряженными частицами Земли. Они просуществовали, ожидая нас, миллиарды лет. Они очень крепки, очень стары, и, когда вся система нейронов реорганизуется, принимая в себя частную последовательность сигналов, эти мощные силовые поля позволяют сохранить ее в неприкосновенности.

Вспышки краткосрочной памяти могут угасать за секунды или минуты, однако глубинные воспо-

минания, которые и образуют нашу личность — те самые постоянные актеры театра Дэвида Юма, — способны просуществовать в неприкосновенности, поддерживаемые вихрями электрических сил, которые кружат в наших клетках, часы, месяцы, а то и десятки лет. Молодая женщина встречает замечательного мужчину и увлекается им. Десятилетия спустя она, старая и согбенная, окруженная внуками, слышит, как кто-то из ее детей читает вслух любовные письма этого мужчины. Поначалу слова кажутся ей чужими, едва узнаваемыми. Но вот начинают работать насыщенные электричеством натриевые насосы и нейротрансмиттеры. И женщина поднимает взгляд.

Она все вспомнила.

Вселенная уже очень стара, и самые первые, порожденные Большим взрывом электрические заряды давно рассеялись по ней. Многие из них погибли, пересекая галактики, однако на их месте — неизменно — возникали новые. Исключений не существовало, сумма электрических зарядов Вселенной не менялась никогда.

Над новыми, еще состоявшими из расплавленного вещества планетами поднимались зори; хитроумно скрепленные электричеством молекулы эволюционировали и воспроизводились. Скопления наделенных самосознанием нервных клеток приняли форму мыслящего мозга, а управляемые электричеством клетки глазной сетчатки стали управлять движением живых существ.

С тех пор как возникла жизнь, на протяжении миллиардов лет лишь одна величина оставалась неизменной. Все в мире — пожары, пропитанные цианидом яблоки, телеграфные сообщения —

*существовали лишь благодаря перемещению
электрических зарядов из одного места в другое.
Иногда они текли по медным проводам; иногда
перемещались по нейронам любовников, студентов,
пучеглазых демонов от политики; и в иные
времена, в будущем, электрические и магнитные
поля, созданные нашим распавшимся Солнцем,
так и будут наполнять собою Вселенную, неся
беззвучные сообщения к далеким звездам. Мы,
хрупкие существа, живем в окружении этих бурных,
величавых и могучих миграций
электрического заряда.
Мы и сами-то созданы властью электричества.*

“Я завершу эту главу наставлений советом, обращенным ко всем молодым исследователям электричества: будьте до крайности осторожны... Сильный удар его... может подействовать на ваш разум так, что он никогда уже не станет таким, как прежде”.

ДЖОЗЕФ ПРИСТЛИ

“ПРОСТОЕ ВВЕДЕНИЕ В ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА”.

1768

Что было потом

Джозеф Генри подружился с Авраамом Линкольном и умер в 1878 году, почитаемый как величайший ученый Америки. О Морзе он говорил редко, но однажды заметил: "Если бы я мог прожить жизнь заново... я бы брал побольше патентов". Сэмюэл Морзе лелеял свое огромное состояние и сильно перепугался, когда Гражданская война в Америке привела к отмене рабства. Он умер, по-видимому, от удара в 1872 году, питая все более сильные опасения, что изобретателем телеграфа все-таки могут признать Генри. В середине 1990-х международные власти официально отказались от любого использования азбуки Морзе сухопутными и морскими военными силами.

Александр Грейам Белл перебрался в Канаду, где стал пионером в области исследований летательных аппаратов и скоростных судов на подводных крыльях; он был также одним из ранних

поборников женского равноправия. Существует его фотография: глубокий старик с белой бородой стоит в Новой Шотландии на причале, наблюдая за испытаниями самого последнего своего катера на подводных крыльях — поблескивающего алюминием обтекаемого пятна, летящего навстречу рекорду скорости. Его жены, Мейбл ХАББАРД БЕЛЛ, на этом снимке не видно по той простой причине, что она-то этим катером и управляет.

ТОМАС ЭДИСОН так и остался изобретателем, однако творческий потенциал молодости покинул его всего через несколько лет после успеха, достигнутого им с электрической лампочкой. Он потерял целое состояние на авантюре, связанной с добычей руды, а затем еще и на попытках построить бетонное судно. Одно время Эдисон контролировал ключевые патенты, связанные с кинематографией, но затем отдал распоряжение, согласно которому ни один фильм не должен был продолжаться дольше двадцати минут, — это привело к краху процветавшие в ту пору киноиндустрии Нью-Джерси и Нью-Йорка и бегству большинства режиссеров в далекую Калифорнию. Когда в 1931 году он умер, президент Гувер попросил Америку пригасить все электрические лампы в 10 часов вечера того дня, в который состоялись похороны Эдисона.

Человек, который открыл электрон, Дж. Дж. Томсон, не умел водить автомобиль и ни разу в жизни не летал на самолете, тем не менее состоявшая под его началом Кавендишская лаборатория стала круп-

нейшим в мире центром экспериментальных исследований, что и привело ее к фундаментальным открытиям субатомной структуры, а много позже к значительному вкладу в определение структуры ДНК. В преклонные годы он пристрастился в одиночку играть в гольф — это позволяло ему, переходя от лунки к лунке, отыскивать заодно полевые цветы; Томсон как-то сказал сыну, что если бы смог начать жизнь заново, то предпочел бы стать ботаником, поскольку “в крошечном семечке скрыто так много возможностей... это чудеснейшая вещь в мире”.

Человек, еще юнцом поднявшийся по ступенькам Королевского института, Майкл Фарадей, продолжал регулярно появляться в нем и полвека спустя. “В следующую субботу (22-го) мне исполнится ровно 70 лет. Мне трудно представить, что я так стар”. Когда он утратил возможность заниматься наукой, то стал проводить часы, сидя у окна и глядя в небо — и испытывал особое наслаждение, если ему удавалось увидеть молнию.

Заработав огромное состояние на атлантическом кабеле, Сайрус Филд навсегда вернулся в Нью-Йорк и вложил деньги в надземные железные дороги этого города. Тут его сначала надули деловые партнеры, а затем собственный сын украл почти все, что осталось. Умер Филд едва ли не нищим. В глубокой старости ему раз за разом снился один и тот же сон — о том, как его корабли завершают прокладку атлантического кабеля, а самого его остав-

ляют в одиночестве на берегу Ирландии. Атлантический кабель 1866 года так и лежит, заброшенный, на дне океана. Блуждающие в атлантических глубинах ионы время от времени создают внутри него слабые вихревые электрические токи.

Молодой пловец и атлет Уильям Томсон закончил жизнь белобородым и мудрым лордом Кельвином. Будучи человеком глубоко религиозным, он сказал однажды, что Солнце не смогло бы протянуть в течение столь долгого времени, какого требовала постулированная Дарвином эволюция, если только не существовало бы еще какого-то источника энергии, находящегося за пределами всего, что было известно ему, Томсону, и прочим викторианцам. Вскоре после его смерти Беккерель открыл радиоактивность, а затем работы Марии Кюри по исследованию урановых руд подтвердили правильность скромной догадки лорда Кельвина.

Фамилия Генриха Герца обратилась в термин, которым во всем мире обозначается радиочастота, появляется она в виде значка "Гц" и на ручках настройки радиоприемников. Дочери, родившейся у него в октябре 1887-го, Иоганне Герц, пришлось в 1930-х бежать из Германии, поскольку ее отец был наполовину евреем. Она и ее младшая сестра годами собирали и редактировали лабораторные журналы и письма отца, готовя их к публикации. Гульельмо Маркони обратился в затворника, проводившего практически все время на своей паровой океанской яхте "Эллетра". Он стал

одной из главных финансовых опор фашистской партии Муссолини.

После войны, успешно отсудив у правительства Британии дополнительную плату за свой вклад в создание радара, РОБЕРТ УОТСОН УАТТ с отвращением покинул Англию и удалился в Онтарио. В начале 1950-х его однажды остановил за превышение скорости дорожный полицейский, а поскольку обнаружилось, что полиция использует для измерения скоростей автомобилей портативные радары, это мелкое происшествие попало в заголовки газет всего мира, чему, разумеется, способствовали и пространные разъяснения, которые Уотсон Уатт с энтузиазмом давал посещавшим его репортерам. Город Слау, из которого он сбежал в 1936-м, пережил Вторую мировую войну нетронутым — в мере, достаточной для того, чтобы внушать творческую по своему характеру ненависть и последующим поколениям британских граждан. Когда создатели сатирического сериала Би-би-си “Офис” начали искать оптимально безликий город, способный стать внешней средой, в которой разворачивалась бы придуманная ими история, выбор их естественнейшим образом пал на Слау.

После успеха, достигнутого им в управлении “Битвой за Британию”, Хью Даудинга из Королевских ВВС выставили. В старости он верил, что духи пилотов, погибших в “Битве за Британию”, общаются с ним через посредство ангелов. Полковник

Вольфганг Мартини, нацистский офицер связи, уверивший люфтваффе, что на британские радарные установки внимание можно не обращать, стал после войны уважаемым офицером НАТО. В 1950-х он познакомился на авиационной выставке в Фарнборо с Эдвардом Феннесси, одним из британских инженеров, отвечавших за работу оборонительной системы *Chain Home*. “Я спросил у него, почему они не бомбили радарные установки, — вспоминал впоследствии Феннесси, — и [Мартини] ответил: “Так ведь они же не работали”. [Я рассказал ему], как мы следили за цеппелином “Граф”, и он чуть не упал со стула: “Вы за нами следили?”

Чарльз У. Кокс, невольный герой брюневальского рейда, вернулся в Уизбек, что в Восточной Англии, и открыл пользовавшийся немалой популярностью магазин радио- и телевизионной техники. Успех рейда способствовал дальнейшему процветанию экспериментальных в ту пору парашютных войск, и ныне название Брюневалья украшает знамя парашютных частей британской армии как знак первой добытой ими в бою славы. После воздушного рейда англичане отправили Роджеру Дюмону, добровольцу французского Сопротивления, доставившему им данные о шато, которые сделали этот рейд возможным, восторженное сообщение об успехе операции. Сообщение было перехвачено и расшифровано немцами. Дюмона арестовали, подвергли пыткам и казнили. За час до казни он написал своим родным: “Все, что я делал, я делал как француз. Я ни о чем не жалею”.

Возглавлявший бомбардировочную авиацию Королевских ВВС Артур ХАРРИС перебрался в Южную Африку, затем возвратился в Англию и дожил до спокойной старости. Он очень любил своих внуков и оказывал большую помощь движению бойскаутов.

Город ГАМБУРГ был отстроен заново.

Несколько уцелевших комплектов РАДАРА “ВЮРЦ-БУРГ” оказались в Британии, где их использовали в астрономических исследованиях — с их помощью были составлены первые радарные карты Галактики. Капеллан Джон Коллинс, протестовавший против политики командовавшего бомбардировочной авиацией Харриса, стал после войны критиком апартеида, а затем боролся за ядерное разоружение.

Сразу после смерти АЛАНА ТЬЮРИНГА его мать написала и частным порядком напечатала биографию сына, однако имя его понемногу исчезало из исторических трудов, а компьютер, который он пытался построить в Манчестере, большого коммерческого успеха так и не имел. Биографы заново открыли Тьюринга лишь в 1970-х, когда была рассекречена его работа в Блетчли-Парке. Ныне самая почетная премия, присуждаемая за успехи в компьютерной науке, называется “Премией Тьюринга”. Размышляя о своей жизни, Тьюринг написал однажды: “Как я уже говорил, человек в одиночестве лишен возможности развить силу своего интеллекта. Ему необходимо окружение других

людей, чьи методы он впитывал бы в первые двадцать лет своей жизни. Лишь после этого он, возможно, мог бы приступить к собственным скромным исследованиям”.

Покинув “Белл лабс”, Уолтер Браттейн стал в штате Орегон преподавателем маленького университета, в котором сам он учился в 1920-х. О своем великом достижении Браттейн высказывался с большой скромностью, хоть и заметил однажды, что исполняющие рок-н-ролл музыканты используют его транзисторы для куда более мощного, чем ему хотелось бы, усиления звука. Джон Бардин перебрался в университет штата Иллинойс и ухитрился стать единственным в истории физиком, получившим вслед за одной Нобелевской премией вторую (за работы по сверхпроводимости). Скромности в нем было еще и побольше, чем в Браттейне: один его давний университетский партнер по гольфу как-то поинтересовался у Бардина, чем он, собственно говоря, зарабатывает на жизнь.

После неудачи, которую он потерпел в Силиконовой долине, Уильям Шокли научные исследования забросил. Коллеги сторонились Шокли из-за его становившихся с годами все более ожесточенными расистских взглядов; с женой, которую он считал стоявшей ниже его по развитию, Шокли развелся. В конечном итоге он начал сдавать свою сперму фонду, цель коего состояла в создании генетически превосходящих всех на свете белых детей.

Алан Ходжкин, молодой квакер, которого летом 1939 года так сильно огорчала невозможность раздобыть нейроны кальмара, возглавил изучение клеточных основ зрения и закончил карьеру на посту президента Королевского общества. Его товарищ по ранним исследованиям Эндрю Хаксли, стал одним из ведущих биофизиков мира и сделал многое для современного понимания сокращения мышц. Сейчас, когда пишется эта книга, он продолжает активно работать в кембриджском Тринити-Колледже. Еврею Отто Леви пришлось в 1938 году покинуть Австрию, а все деньги, полученные им вместе с Нобелевской премией, остались лежать в нацистском банке. Радужно принятый Америкой, он получил гражданство США и в преклонные годы с великим удовольствием посещал музеи ставшего его новой родиной Нью-Йорка. Умер он в 1961-м, через сорок лет после своего великого пасхального сновидения.

Месье А, синьор В и мистер Вт

Мир состоит из электрических зарядов, вся наша технология работает на электрических зарядах, и даже мозг каждого из нас получает питание благодаря электрическим зарядам. Да, но как измеряются эти потоки электричества? Три исторических персонажа увековечили свои имена в названиях знакомых всем единиц — амперах, вольтах и ваттах, с помощью которых описывают и суммируют то, что происходит внутри всех электрических устройств.

Первым оказался французский математик, профессор Андре Мари Ампер, изучавший в 1820 году создание магнитного притяжения электрическими токами. То был один из очень немногих счастливых периодов жизни Ампера — на его могильной плите стоят слова *Tandem felix* (“Наконец-то счастлив”), — а затем в 1881 году, спустя многие годы после его смерти, для единицы измерения потока

заряженных частиц было принято наименование “ампер”. В обычных бытовых электрических схемах это просто число электронов, проходящих за одну секунду через поперечное сечение провода. Если через него проходит 6 квинтильонов (6 000 000 000 000 000 000) электронов в секунду, мы говорим, что по проводу протекает ток в один ампер, если таких квинтильонов проходит 12, мы называем это током в два ампера. Электрическая лампочка вспыхивает, когда по ее спирали каждую секунду проходит 6 квинтильонов индивидуальных электронов. Включите зажигание вашего автомобиля, и через его свечи зажигания потечет ток в 50 А — 300 квинтильонов электронов в секунду.

Вторым персонажем стал вспыльчивый итальянец Алессандро Вольта. Он создал батареи, которые позволили другим ученым исследовать силу, “проталкивающую” электроны по проводам, хотя, как мы уже видели, механизма работы своих батарей он толком не понимал.

Исследования Майкла Фарадея помогли осмыслить эту толкающую силу, а ключевую концепцию ее измерения дал Макуорн Ранкин, друживший и с Уильямом Томсоном, и с Фарадеем. Ранкин провел годы, проектируя железные дороги холмистой Шотландии, и этот опыт помог ему сформулировать теорию того, что он назвал “потенциальной энергией”. Забравшийся на холм поезд может двигаться медленно, однако он обладает большой потенциальной энергией, ибо стоит поезду начать спуск, и он очень быстро наберет огромную скорость.

Ранкин и Томсон использовали это понятие, пытаясь проникнуть в суть силовых полей, которые, как они себе представляли, распространяются от батарей и других источников электричества. Перед их умственным взором вставляли невидимые “холмы”, на которых поле было сильным, и “долины”, в которых оно было слабым. Поместите заряженную частицу туда, где поле сильно, и она полетит вниз подобно испуганному, но обрадованному пассажиру, видящему, как паровоз стремительно несет его к заждавшейся долине. “Вольт”, поняли Ранкин и Томсон, это просто мера крутизны, которой обладает толкающая сила в топографии каждого из незримых полей Фарадея. Если ампер измеряет плотность потока электронов, вольт помогает измерить “нисходящую” толкающую силу, создающую этот поток.

Последним из трех персонажей был еще один изобретательный шотландец, Джеймс Уатт, святой покровитель электрической лампочки. Паровую машину изобрел не Уатт, однако он значительно усовершенствовал ее и решил, что, если ему удастся уговорить прижимистых владельцев шахт покупать новую машину, это станет немаловажным достижением в его жизни

Что ему требуется, понял Уатт, так это надежное, лишенное риска предложение, показывающее, что новая машина более чем окупает затраты на ее приобретение. Однако для этого нужна какая-то мера экономичности, а это означало, что необходимо найти эффективный и яркий способ, позволяющий подытожить то, что делают лошади, таскающие телеги и приводящие в ход насосы.

Уатт установил, что лошадь способна без особых перебоев тянуть за собой груз весом в 500 фунтов (226,5 кг), и выдвинул идею “лошадиной силы” — мощности, которую средняя лошадь способна развивать в течение долгого рабочего дня. Если он сможет предложить владельцам шахт паровую машину, которая будет стоять меньше, чем лошадь и ее пропитание, причем мощность ее будет больше одной лошадиной силы, у него появятся хорошие шансы продать такую машину. С распространением метрической системы мер изначальный термин был заменен, и весьма справедливо, на “ватт”. Лошади — животные сильные, поэтому ватт был определен как малая — примерно $\frac{1}{750}$ -я — часть одной лошадиной силы. Сегодняшние диджеи не используют тягловых лошадей для того, чтобы прокручивать музыкальные записи или усиливать звук, однако, когда они говорят, что собираются задействовать акустическую систему мощностью в 750 Вт, речь идет, в сущности, о том, что для их оборудования требуется мощность, которую способна предоставить им одна-единственная лошадь. Ватт — это просто мера мощности, которую обеспечивают толкатели-вольты и торопыги-амперы.

Во времена потомка мистера Уатта, Роберта Уотсона Уатта, возможность создания британской системы оборонных радаров зависела от возможности подсчитать, каким образом ее допускающая точное измерение мощность будет распространяться в воздухе. Небо наполнено электрическими зарядами, однако они так крепко связаны в молекулах воздуха, что даже сильная радиоволна оторвать

один от другого не может. Лишь намного более мощные, формируемые грозowymi тучами силовые поля способны создавать из них блистающую молнию. Но, возможно, слабой радиоволны будет все же достаточно для того, чтобы увлечь за собой хотя бы некоторые из электронов, которыми пропитан металл самолета?

Именно такие подсчеты и предстояло проделать в Слау 1935 года Арнольду Уилкинсу, используя при этом идеи мистера Уатта — и ясное определение ватта, полученное благодаря ясному же определению лошадиной силы, — то есть установить, что мощности, посылаемой в небо, будет довольно для того, чтобы заставить электроны посылать обратно на землю различимый ответный сигнал. Мощность, измеряемая в ваттах, отправится в небо, вокруг самолета возникнет поле толкающей силы, измеряемой в вольтах, а в металлическом крыле самолета — поток электронов, измеряемый в амперах, — достаточно сильный, как показал Уилкинс, чтобы создать ответный сигнал, который позволит работать британским оборонным радарам.

Примечания

Вступление

- С. 16 ...тщеславным, что и пошло на пользу делу... Алессандро Вольта.

Открытие Вольта не свалилось на него с неба — он проработал над созданием устройств, способных передавать или измерять статическое электричество, более четверти века. Однако когда Луиджи Гальвани — всего-навсего анатом — обнаружил то, что представлялось источником движущегося электричества, полуаристократ Вольта испугался и повел исследования ускоренными темпами.

В своей ключевой статье, сообщавшей о создании батареи и направленной в Королевское общество, Вольта был на удивление сдержан, между тем в книге М. Пера (Marcello Pera), "The Ambiguous Frog: The Galvani-Volta Controversy on Animal Electricity"¹ (Princeton: 1992) можно прочесть о подлинной истории поношений, кои он обрушивал на своих соперников и в особенности на несчастного Гальвани (давшего почти целиком неверное объяснение биметаллического эффекта). Указан-

1 "Двусмысленная лягушка. Спор Гальвани и Вольта о животном электричестве" (англ.).

ные в относящемся к данной главе разделе руководства для дальнейшего чтения тексты Фара и Хейлброна дают картину более широкую.

С. 16 ...в языке возникнет ощущение покалывания.

Атомы двух разных металлов создают на их поверхностях различные конфигурации электрической силы, впрочем, одно лишь это не могло бы заставить ток протекать по языку Вольта. Между тем слюна — это по преимуществу соленая вода, способная вступать в реакцию с цинком, отрывая от него микроскопические фрагменты. Эти фрагменты обладают положительным зарядом, так что остававшийся во рту Вольта цинковый диск приобретал избыток отрицательно заряженных электронов.

Теперь, когда на цинке скапливались дополнительные электроны, вступал в действие “нажим” потенциалов, различных у двух разных металлов. Серная кислота реагирует с металлом, поставляя электроны в ожидающие их приемные пункты еще активнее, отчего ее в позднейших батареях и использовали.

Отметьте важнейшую роль жидкости. Давление, или “живая сила”, действующая между двумя металлами — теперь мы называем это напряжением, — зависит от природы используемых металлов. Именно поэтому батарейки дают стандартное напряжение, к примеру, в 1,5 В, и именно поэтому самому Вольта участь человека, посаженного на электрический стул, не грозила — его диски величиной с монету попросту не могли генерировать высокое напряжение. Однако энергия, необходимая для того, чтобы отрывать атомы цинка и заставлять электроны перебегать из одного металла в другой, — откуда берется она? Ее поставляет жидкость, с шипением омывающая металлы, — вот почему Вольта ощущал покалывание все то время, когда он продолжал держать свои “монеты” во рту.

Как это ни удивительно, но наша цивилизация не первой начала использовать батареи. В 1930-х в Иране обнаружили странные, заржавевшие, похожие на

урны устройства, которые почти наверняка были электрическими батареями. Они датируются третьим веком н.э. В середине такой урны расположен железный стержень, надежно изолированный от окружающей его медной оболочки. Когда ученые двадцатого века соорудили точно такую же и налили в нее уксус, способный извлекать из меди дополнительные заряды, оказалось, что урна дает постоянное напряжение величиной в 1 В. Однако использовалось ли это устройство для нанесения металлических покрытий на ювелирные украшения или же в пугающих, сопровождавшихся дождем искр обрядах жрецов, археологи сказать не могут.

С. 16 *...первую в мире исправно работавшую "батарею"...*

Это наименование поначалу использовалось для групп покрытых металлом стеклянных сосудов, именовавшихся "лейденскими банками" и способными накапливать статические электрические заряды. (Группировки идентичных объектов часто называют "батареей" — к примеру, в артиллерии.) Однако лейденские банки могут давать лишь единичный разряд. То, что соорудил Вольт, превосходило их, поскольку порождало постоянный ток.

Единичная пара металлов дает лишь малое количество обнаруженной Вольты толкающей силы, однако подсоединение к ней второй пары эту силу удваивает, а третьей — утраивает. На схеме, которую Вольт приложил к направленной в Королевское общество статье, изображены десятки соединенных проводами металлических пар — примерно так же устроены современные слоистые автомобильные аккумуляторы. В книге Панкалди (Giuliano Pancaldi), "Volta: Science and Culture in the Age of Enlightenment"¹ (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2003) показано, как слово "батарея" постепенно вытесняло такие соперничавшие с ним наименования, как

1 "Вольт. Наука и культура в век Просвещения" (англ.).

“лоток” или “элемент” (последнее сохранилось в нашем “топливном элементе”).

С. 19 *...примитивный мобильный телефон... в 1879 году...*

Его создателем был Дэвид Хьюз, американский инженер, работавший в Лондоне. Хьюз возил свой “мобильный” телефон на тележке, аппарат этот издавал громкие щелчки, когда регистрировал электрические разряды, создававшиеся в пятистах метрах от него. Копия оригинального устройства хранится в лондонском Музее науки.

Часть 1. Провода

С. 27 *...заполняла собою пустое пространство...*

Представьте, что в эту минуту вы наблюдаете за Большим взрывом по телевизору. Лишь очень малая часть излучения, пронесшегося сквозь пространство в самые ранние моменты существования Вселенной, была использована для создания заряженных частиц, из которых состоим и мы с вами. Большая же часть излучения разлетелась по Вселенной, а поскольку оно представляло собой обычное электромагнитное излучение, схожее с тем, благодаря которому производится телевидение, мы ловим его всякий раз, как настраиваем телевизор на ту или иную станцию, — это оно создает от 1 до 5 процентов похожего на снег сигнала, заполняющего телевизионный экран.

С. 40 *...продуманное привлечение ключевых фигур конгресса к финансированию...*

Морзе втайне заручился поддержкой председателя комитета по торговле, сенатора от штата Мэн Фрэнсиса О. Дж. Смита, пообещав ему значительную прибыль, если комитет представит выгодный для Морзе доклад. Вскоре после представления такого доклада Смит подал в отставку и стал партнером Морзе. Нажив благодаря патентам Морзе и правительственным субсидиям, за которые он сам же и голосовал, немалые деньги, Смит

оставил работу у Морзе и, шантажируя его, попытался разбогатеть еще больше, .

- С. 56 *В 1875 году его любовь и изобретательство сошлись во едино...*

В этой области активно работало множество других изобретателей, и не менее прочих — неудачливый Элиша Грей, подавший патентную заявку всего через несколько часов после Белла. Впрочем, Грея это сильно не огорчило, ибо он видел в создании говорящей машины лишь временное отклонение от своего главного пути — исследований в области телеграфии. Да даже сам Белл не вполне понимал, во всяком случае в первое время, всей сути своего творения — инвесторам он объяснял, что это всего лишь телеграфный аппарат, не требующий специалистов для перевода его сигналов на обычный язык.

- С. 58 *...современный телефон именно так и работает...*

Гудки, которые мы слышим, звоня кому-либо, исходят не от телефонного аппарата вызываемого нами человека. Это сигнал, посылаемый нам с центрального коммутатора и создающий у нас впечатление, будто мы слышим аппарат абонента. Фокус этот был придуман еще в первые дни применения телефонных коммутаторов. (Если два сигнала утрачивают синхронизацию, иллюзия исчезает; в этом случае человек, находящийся на другом конце телефонного провода, слышит звонок и отвечает еще до того, как мы сами получаем возможность услышать его.)

- С. 65 *Эдисон обдумал это и понял...*

Эдисон был человеком неразборчивым в средствах, но инженером очень искусным. Для модификации идущего от батареи тока он поставил на его пути препятствие — коробочку, заполненную мелкими гранулами химически чистого угля.

Когда человек говорил в такой микрофон громко, гранулы прижимались друг к другу плотнее, и в результате ток проходил сквозь них с большей легкостью —

ведь переходить по камушкам через ручей проще, когда они уложены вплотную один к другому. Когда же человеческий голос стихал, плотность гранул уменьшалась, они располагались в микрофоне свободнее и пропускали через себя меньше тока. Это изобретение Томаса Эдисона использовалось почти сто лет.

- С. 79 ...у меня просто не было времени заниматься этим...
- Не будь он так занят, Эдисон, вполне вероятно, изобрел бы телевизор. Увиденные им черные точки создавались потоком электронов, вырывавшихся из нити накаливания. А Эдисон уже обнаружил, что способен отчасти управлять этим "лучом", прикладывая к стеклу снаружи кусочек станиоли, и если бы он пошел дальше и поместил по сторонам от лампочки магниты, то заметил бы, что магнитное поле отклоняет электроны, — именно в этом и состояла суть опыта, поставленного в дальнейшем Дж. Дж. Томсоном. Эдисон, даже при ограниченных возможностях его измерительной техники, заметил бы, что черная точка появляется в разных местах, а если бы он опробовал разные покрытия стекла, то увидел бы, как возникают и начинают светиться разные краски. Почти так и работают традиционные электронно-лучевые трубки телевизоров и компьютерных мониторов. Поток электронов выстреливается из глубины трубки, каковая, по сути дела, представляет собой большую электрическую лампу; когда электроны ударяются в чувствительные молекулы вещества, которым покрыт изнутри экран, эти молекулы начинают светиться. Для отклонения пучка электронов и создания движущегося изображения вместо единичного скопления точек используются магниты, установленные по сторонам от трубки и отклоняющие поток электронов из стороны в сторону в точном соответствии с сигналами, которые посылаются по каналу телевидения.

- С. 82 ...искры, порождаемые статическим электричеством...
- Именно статическое электричество и создало энергию атомных бомб, взорванных над Японией.

В большинстве своем атомы, находящиеся внутри ядра, содержат носители электрических зарядов, которым не удается оттолкнуться друг от друга, поскольку этому мешает так называемое сильное ядерное взаимодействие — нечто вроде клея, удерживающего их рядом друг с другом. Однако ядерная сила лишь примерно в сто раз превышает электрическую. Когда число протонов в ядре становится близким к ста, клей этот оказывается непрочным. Примерно таковы атомы урана и плутония, отчего их и довольно легко расколоть.

В бомбе, которая в 1945 году взорвалась над Хиросимой, произошло резкое высвобождение зарядов ядра урана, продержавшихся вместе миллиарды лет. На какой-то очень краткий миг не осталось ничего способного сдерживать силу электростатического отталкивания протонов, и в результате они, разлетаясь, снесли с лица земли целый город.

Часть II. Волны

С. 96 ...невидимая сила, которая распространяется от движущегося магнита...

Окончательные детали стали ясны уже в современную эпоху, однако представление об окутывающей все и вся незримой силе существовало и ранее. Уильям Гильберт, придворный врач королевы Елизаветы I, писал, что причина, по которой протертый тряпицей янтарь начинает притягивать к себе перья, состоит в удалении из янтаря "гуторе", отчего янтарь облекается витающими вокруг него "эманациями". Слова эти выглядят странновато, однако замените их терминами "заряд" и "поле", и получится, что Гильберт говорит следующее: при протирании янтаря из него удаляются заряды, что приводит к изменению окружающего его поля, — и вот это предположение покажется вам уже довольно пронищательным. О том, как изменились в дальнейшем взгляды Фарадея на образование поля, смотрите относящуюся к главе 4 часть руководства по дальнейшему чтению.

С. 98 *...его увлекательные теории... вежливо отмахнулись от идей Фарадея...*

Впрочем, и вежливости им доставало далеко не всегда. Журнал "Атеней" писал, что Фарадею следует вернуться назад и освоить школьную математику, а уж потом пускаться вплавь по глубоким морям современной физики; несусветно высокомерный королевский астроном сэр Джордж Биделл Эйри заметил однажды: "Я затрудняюсь представить себе человека, которому известно [если он принимает современную теорию электричества] что-либо более смутное и переменчивое, чем силовые линии".

Эйри вообще имел привычку одергивать каждого, кто по социальному положению стоял ниже его. В исторических трудах он удостоился не только упоминания как человек, который отмахнулся от работы Фарадея, но и еще как отмахнувшийся от открытия Нептуна, и опять-таки потому, что ученый, который представил ему данные по предсказаниям орбиты Нептуна, был человеком низкого происхождения, и Эйри толком проверить его результаты попросту не потрудился.

С. 111 *...пронизывать... уходя от нее в стороны...*

Если прибегнуть к языку инженеров-электриков, разные слои кабеля и соленая вода образуют череду "емкостей" — то есть имеется две отдельных проводящих поверхности, каждая из которых пытается оттянуть на себя часть тока и заряда. Именно это и приводило к искажению сигнала, поскольку в тех случаях, когда в металлическую оболочку кабеля уходит слишком большая часть тока нагрузки, сигнал, проходящий по его медной сердцевине, становится очень слабым.

С. 122 *...лишь очень легкий нажим со стороны батарей...*

По завершении проекта Томсон посылал через Атлантику телеграфные сообщения, используя всего лишь наперсток с капелькой серной кислоты. Он опускал

в кислоту две пластины из разных металлов, и кислота вступала в реакцию с одним из них, создавая запас электронов (точно так же, как слюна Вольта вступала в реакцию с монетами, которые он прижимал к своему языку), а затем Томсон подсоединял пластины к гигантскому подводному кабелю. Они были совсем маленькими, однако электроны имели размер куда меньший, а в разъедаемом кислотой металле быстро накапливались миллиарды дополнительных электронов. И этот скудный “запас” заряженных частиц создавал поле, достаточно мощное для того, чтобы пересечь океан и привести в движение электроны, находившиеся в расположенном за тысячу миль принимающем телеграфном аппарате.

С. 123 *...кроется в ожидании силовое поле...*

Концепция “поля” фундаментальна, а вот термин “напряжение”, описывающий силу, с которой подгоняется электрический ток, к повседневной нашей жизни очень близок. Мы уже говорили об этом в примечании, посвященном синьору Вольта, однако давайте рассмотрим их связь поподробнее, взглянем еще раз на то, что происходит, когда в сухой день, после долгой прогулки, во время которой вы по неразумию слишком часто шаркали ногами, подносите палец к находящемуся под током рельсу. Воздух, отделяющий ваш палец от металла, обычно служит изолятором, поскольку свободных электронов, способных переносить ток, в нем мало. Если вы держите палец сантиметрах в десяти от металла, электрического удара вам не получить, однако, поднеся его поближе, вы проделаете работу, проистекающую из всех тех усилий, которые вы приложите, придвигая палец к поблескивающей металлической угрозе. Теперь окружающее ваш палец поле будет более интенсивным, ибо оно окажется сконцентрированным в узком зазоре между вами и близким металлом.

Предположим, что в этот миг вам удастся стряхнуть с вашего пальца часть заряда и оставить его висеть в названном зазоре, в доле сантиметра от рельса.

Поскольку поле здесь сильно, оно отбросит заряд обратно на палец. "Напряжение" как раз и служит мерой этой отбрасывающей силы, различия в том, что может произойти.

Если провод находится там, где поле не изменяется, он на удивление безопасен. Именно поэтому птица и может спокойно сидеть на высоковольтной линии передачи. Когда ее лапки касаются провода в точках, находящихся под одинаковым напряжением, никакой разницы в силах, с которыми соответствующие силовые поля способны вталкивать в ее тело электроны, не существует. Но если птица протянет одну лапку и коснется ею уходящей в землю алюминиевой опоры, результатом будет *coq flambe'*.

- С. 124 *...они дрейфуют так медленно, чуть ли не со скоростью пешехода...*

Вообще говоря, электроны перемещаются быстро, но, поскольку они при этом соударяются и отскакивают во все стороны, продвигаться по прямой им почти не удается. Только если провод будет обрезан и электроны смогут каким-то образом выскочить из него, мы увидим, какой скоростью они обладают, ибо многие из них будут двигаться достаточно быстро для того, чтобы пронизать атмосферу и улететь в открытый космос. Попав в провод, затаившееся в вашей настенной розетке силовое поле именно то и делает, что обеспечивает высокоскоростное движение сталкивающихся электронов в одном направлении.

- С. 127 *Каждый раз, потрясая вашим заряженным пальцем...*

Электромагнитные волны мы создаем и излучаем постоянно. Расчешите в сухой день волосы, и вы извлечете из них небольшое количество электронов. Они скопятся на расческе, и, если вы затем станцуете грациозное анданте, потратив пять секунд на то, чтобы сместить расческу вправо, и еще пять — чтобы вернуть ее в начальную точку, вы создадите волну, передний фронт

1 Вспышка пламени (фр.).

которой будет опережать задний на десять секунд. Она полетит, покрывая каждую секунду 299 000 километров, и за десять секунд, в течение которых вы помахивали расческой, распространится в космосе на расстояние в 2 990 000 км.

Впрочем, в вашем доме можно найти и другие излучатели. Если вы в сухой опять-таки день помоеете вашу собаку, а затем с силой протрете ее полотенцем, на ее хвосте, скорее всего, скопится статический заряд. И когда она радостно завертит этим хвостом, совершая им полный круг примерно за полсекунды, то создаст электромагнитную волну, растянувшуюся на 149 500 км (половина 299 000 км). Меньше чем за две секунды эта волна достигнет Луны, немного меньше, чем за час, — Сатурна, а еще через несколько часов луч этого “собачьего маяка” покинет пределы Солнечной системы и полетит по Вселенной дальше.

С. 128 *...просто помахивая электрическим зарядом...*

Если для создания этих волн достаточно встряхнуть любую заряженную частицу, почему же их не создает движение электронов в вашем компьютере? Ответ таков: создает, но не очень мощное и с постоянно меняющимися частотами — именно по этой причине стюардессы авиалиний следят за тем, чтобы в особо сложные моменты полета, то есть при взлете и посадке, никто на борту ноутбуками не пользовался. Волновые поля, порождаемые ноутбуками и другим оборудованием — и в особенности поля работающих в таком оборудовании процессоров, — могут, распространяясь по самолету и отражаясь от его крыльев, воздействовать на приборы, показаниями которых руководствуется пилот.

Часть III. Волновые машины

С. 156 *Его звали Роберт Уотсон Уатт...*

Впрочем, недолго. К большому огорчению архивистов, Уатт, получив в 1942 году рыцарское звание, изменил фамилию, обратившись в Уотсона Уатта. Еще одну из этих странных английских метаморфоз проделал, не

без помощи Уинстона Черчилля, Фредерик Линдемэн, ставший во время войны импозантным лордом Черуэллом. Я, чтобы не создавать путаницы, буду на протяжении всей книги использовать их изначальные имена.

С. 160 ...*плутоны свободно летали...*

Модель электронного газа в металлах возникла благодаря работам, проведенным в 1900 году в Лейпциге Паулем Друде. К тому времени, когда ею воспользовались Уилкинс и Уотсон Уатт, она давно уже устарела, да они и знали, что модель эта “неверна” — атомы вовсе не похожи на маленькие солнечные системы, а электроны — на их планеты.

И все же они воспользовались ею, поскольку теория Друде была не столько ложна, сколько неполна. В физике это случается часто. Возникает возможность увидеть картину более широкую, и предыдущая теория оказывается лишь специальным случаем новой. Однако, пока вы не выходите за пределы более узкой области, порожденные ею устаревшие представления и уравнения остаются верными. Ньютоновы законы движения, к примеру, все еще достаточно хороши для обычного нашего окружения, хотя в действительности они являются лишь частным случаем куда более богатой специальной теории относительности Эйнштейна. Они дают точные результаты до тех пор, пока речь не идет о скоростях, близких к скорости света. Подобным же образом простые трезвучия Моцарта могут использоваться современными композиторами, несмотря на то что Дебюсси и, еще в большей мере, великие американские джазисты открыли множество аккордов, Моцарту и не снившихся.

О корнях модели Друде, уходящих в кинетическую теорию газов, см.: Walter Kaiser, “Electron Gas Theory of Metals: Free Electrons in Bulk Matter”¹ in “Histories of the

1 “Электронная газовая теория металлов. Свободные электроны в плотном веществе” (англ.).

Electron: The Birth of Microphysics"¹, edited by Jed Z. Buchwald and Andrew Warwick (Cambridge, MA: MIT, 2001), p. 255–303.

- С. 161 ...посылая... радиоволны... обратить вражеский самолет в летающую передающую станцию...

Так работают и зеркала. Обычный свет — это тоже волна, во многом похожая на те, что посылались английскими радарными мачтами оборонительной системы *Chain Home*, только с меньшей длиной. Когда образованный этими волнами луч света ударяет в металл, покрывающий нижнюю поверхность стеклянной пластины, свободные электроны этого металла начинают колебаться.

Подобно всем колеблющимся электрическим зарядам, они принимаются передавать собственные фарадеевы волны. Если покрывающий стекло металл исцарапан и неровен, эти волны разлетаются во всех направлениях, и мы видим лишь мутное пятно. Но если тыльная поверхность зеркала гладка, волны вылетают упорядоченно, одна к одной, и мы видим близкое подобие изображения, которое в этот металл “влетело”. Улыбнитесь в зеркало, и множество мини-радаров начнут, отрываясь от атомов металла, передачу, и вы увидите собственную улыбку.

- С. 167 ...обозначение более туманное — “определение направления с помощью радио”...

“Когда мы с Роу сели и стали придумывать название нашей системы... то сказали себе: “Нужно состряпать нечто такое, что не просто скроет правду, но и будет откровенно лживым...” И мы сошлись на инициалах R.D.F. (radio direction finding)”. (Watson Watt, “The Pulse of Radar”², p. 123.)

Возможно, Уатт и Роу могли придумать и что-нибудь похуже, но это отняло бы у них много времени. Сочиняя

1 “История электрона. Рождение микрофизики” (англ.).

2 “Импульс радара” (англ.).

свое “лживое” название, они были совершенно уверены, что их осциллографы никогда не смогут давать точное направление на приближающийся самолет. Но вскоре после утверждения этого названия техника более совершенная показала, что британские радарные станции способны определять это направление с высокой точностью. И придуманное Уаттом и Роу секретное обозначение стало поразительно информативным.

С. 186 *“Вюрцбург”... излучал волны длиной всего в двадцать пять сантиметров...*

Сейчас ближайшие потомки “Вюрцбурга” заполнили наши кухни, ибо, когда передатчик радара генерирует волны чуть более короткие — идеальной является длина от пяти до семи с половиной сантиметров, — они заставляют вибрировать молекулы воды. Некоторые послевоенные исследователи полагали, что этот эффект можно использовать для ремонта резиновых автомобильных покрышек, однако его поманили к себе другие рынки. Волны с длиной порядка семи сантиметров именуются микроволнами — они и стали основой микроволновых печей.

Поскольку такая печь представляет собой, по сути дела, передатчик радара, любые свободные электроны, в которые ударяет ее волна, начинают колебаться вперед-назад и даже образовывать электрические искры. Вот почему металлические предметы с их избытком электронов помещать внутрь микроволновок не рекомендуется.

С. 193 *...выступить в его поддержку никто не решился...*

Почему столь многие офицеры приняли сторону Харриса? Отчасти потому, что прецизионное бомбометание не работало — под конец 1941 года, к примеру, только в ходе одной пятой самолето-вылетов удавалось сбросить бомбы хотя бы в пределах воображаемого круга площадью в сто двадцать квадратных километров, в центре которого находилась цель. И кроме того, столько усилий было потрачено на создание эска-

дрилий бомбардировщиков, авиазаводов и экипажей превосходно обученных летчиков — почему было не попробовать найти им теперь несколько более широкое применение? Те, кто сидел в окопах Первой мировой войны, окопах, над которыми летал когда-то сам Харрис, были еще живы и охотно делились своими воспоминаниями, и казалось очевидным, что лучше производить какие угодно воздушные налеты, чем снова посылать британских солдат сражаться на полях континентальной Европы.

А если оставить эти аргументы в стороне, существовало еще и то обстоятельство — особенно выводившее из себя командование Королевских военно-морских сил и прочих видов войск, — что средства, выделяемые бомбардировочной авиации, не разрешалось использовать в каких-либо иных целях. Огромная доля валового национального продукта военного времени предоставлялась в распоряжение командования бомбардировочной авиации и потому оставалась недоступной для строительства новых эсминцев, производства пушек, транспортных самолетов — для чего бы то ни было.

С. 196 *Одни наземные операторы... Уходите...*

Взято из свидетельств о произведенном следующей ночью налете на Эссен. Персонал, обслуживавший в ту гамбургскую ночь наземные радарные установки, никаких записей либо свидетельств не оставил. См.: David Pritchard, "The Radar War"¹ (Wellingborough, Northamptonshire, England: P. Stephens, 1989), p. 213.

С. 198 *...стояли на четвереньках и страшно кричали...*

Страх, обуревавший гражданское население, не исчезал и после того, как бомбардировщики улетали. После устроенного все тем же Харрисом аналогичного налета на Кёльн нацистское правительство заставило всех, кто его пережил, подписать следующее обязательство:

1 "Война радаров" (англ.).

“Я сознаю, что отдельный человек не способен представить себе полную картину событий в Кёльне. Человеку свойственно преувеличивать то, что ему пришлось испытать, и суждения людей, переживших бомбардировку, искажаются. Вследствие этого я сознаю, что рассказы о перенесенных мной страданиях могут принести один лишь вред, и обязуюсь хранить молчание. Я хорошо понимаю, какими могут быть последствия нарушения данного мной слова”. (“Dresden: Tuesday 13 February 1945”¹, by Frederick Taylor (London: Bloomsbury, 2004), p. 128.)

С. 200 *...в мире... смахивающих на телепортацию...*

Слово “телепортация” нередко используется при описании квантового мира. Однако оно предполагает, что и до, и после таких скачков описываемые объекты обладают строго определенными характеристиками, между тем, согласно основному принципу квантовой механики, такая определенность попросту невозможна.

Эта концепция способна привести в замешательство даже специалистов, и те читатели, которых она повергает в недоумение, могут найти некоторое утешение в книгах, перечисленных в связанном с данной главой разделе руководства по дальнейшему чтению.

Часть IV. Компьютер, построенный из камней

С. 205 *...похоже на то, что существует преграждающая ему путь зона запрета...*

Это “принцип запрета” Паули, действующий не столько на линейную скорость электронов, сколько на общую энергию, которой они обладают. Ибо одна из странных особенностей электронов состоит в том, что два электрона не могут одновременно обладать одной и той же энергией — так же, как два человека не могут одновременно занимать в пространстве одно и то же место. Если один электрон уже пребывает в опреде-

1 “Дрезден, вторник 13 февраля 1945” (англ.).

ленном энергетическом состоянии, он способен самым реальным образом помешать другому попасть в это состояние — словно бы заняв одну ступеньку лестницы. Принцип Паули есть вещь необычайно мощная, поскольку атомы почти полностью состоят из пустоты и, если бы не эта преграда на пути электронов, нас ожидали бы серьезные неприятности. Даже когда вы просто постукиваете от нечего делать пальцами по столу, лениво отбивая барабанную дробь, огромные пустые пространства атомов, из которых состоят ваши пальцы, могли бы, не существуя на свете принципа Паули, пронизывать огромные пустые пространства атомов стола. Без принципа Паули ваши ноги провалились бы сквозь пол, а спина просквозила бы спинку кресла. Вы могли бы на миг появиться в комнате, находящейся этажом ниже, но, достигнув ее пола, просто пронзили бы его, продолжив полет к весьма неприятным глубинам нашей планеты.

А благодаря этому принципу мы проводим наши жизни в безопасном парении. Мы парим над полом, по которому идем, парим над креслом, в которое садимся. Даже тот, кто проводит большую часть жизни, лениво развалившись на кушетке перед телевизором, тоже удерживается на ней чудесами квантовой механики: тело его остается на месте из-за того, что электроны этого тела не желают делить энергетические состояния с электронами кушетки.

Основные представления о принципе Паули прекрасно изложены в книге: Charles P. Enz "No Time to be Brief: A Scientific Biography of Wolfgang Pauli"¹ (Oxford, England: Oxford University Press, 2002). Более подробно о виртуальных электронах, от которых "отстреливаются" другие электроны, тем самым позволяя людям не проходить сквозь друг друга, см. в: Richard Feynman, "QED: The Strange Theory of Light and Matter"² (Princeton, NJ:

1 "Нет времени на краткость. Научная биография Вольфганга Паули" (англ.).

2 "КЭД. Странная теория материи и света" (англ.).

Princeton University Press, 1985); о той, порою доводившей людей до иступления роли, которую Паули сыграл в годы создания квантовой электродинамики, см., помимо книги Энца, в книге Silvan Schweber, "QED and the Men Who Made It"¹ (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994).

С. 208 *...в Англии 1920-х... и особенно в ее частных школах...*

"Самая замечательная особенность учебы в [частной] школе, — говорил Тьюринг, — состоит в том, что, как бы худо вам потом ни пришлось, вы наверняка знаете — хуже, чем было в ней, не будет". Цитата взята из книги: Andrew Hodges, "Alan Turing: The Enigma"² (London: Vintage, 1993).

С. 216 *А требовалась ему... реализация новых представлений физиков...*

А тем временем Тьюрингу и другим исследователям оставалось пользоваться промежуточной технологией электронных ламп. То были основательно миниатюризированные осветительные лампочки, с находившимися внутри них дополнительными проводами или металлическими сетками, которые притягивали к себе электроны, вылетающие из нагретой нити накаливания, и ускоряли их. Это позволяло усиливать слабые сигналы, однако работа с электронными лампами была занятием довольно тягостным.

Холодная нить накаливания испускает мало электронов, и оттого приходится ждать, пока она раскалится (именно поэтому старые электрические устройства и требовали "прогрева"). Стеклоянная колба такой лампы нуждалась в герметизации, а это означало, что лампы то и дело перегревались, да и их тонкие нити накаливания нередко перегорали. Всякий, кто использовал большое число электронных ламп, вынужден был держать под рукой целые ящики с запасными лампами.

1 "КЭД и человек, который ее создал" (англ.).

2 "Алан Тьюринг. "Энигма"" (англ.).

Как выразился Джон Пирс — человек, придумавший слово *транзистор*, — “природа не терпит электронных ламп”.

С. 217 ...группы взломщиков кодов...

На самом деле — “взломщиков шифров”. Кодирование — это система прямых подстановок, при которой одно слово используется вместо другого, к примеру, в каком-нибудь совсем простеньком коде слова “позор нации” могут заменяться словом “кусты”. Шифрование требует подстановок более сложных, при нем заменяются уже не слова, а мелкие составляющие текста, оно простирается от ранних опытов Юлия Цезаря, при которых вместо каждой буквы латинского алфавита использовалась та, что стоит от нее третьей по счету, до применения устройств, осуществляющих сложные перекрестные подстановки. В обыденном языке слово “код” используется в обоих смыслах, и я простоты ради буду делать то же самое.

Во всем этом присутствует один интересный момент. Если бы не существовало радио, не было бы и Блетчли-Парка, поскольку до эпохи радио военные сообщения доставлялись адресатам курьерами и никто не мог перехватывать их, просто-напросто соорудив достаточно большую антенну. Однако, не будь Блетчли-Парка, разве получили бы мы компьютеры? В самой природе электричества заложены широкие и порой весьма неожиданные возможности развития новых технологий — радио порождает на свет центры декодирования, а затем эти центры порождают на свет компьютеры.

С. 222 Эта машина была чем-то более сложным, нежели обычный калькулятор...

Первый, созданный в 1943-м, “Колосс” мог быстро проверять варианты расшифровки текста, но затем его приходилось перенастраивать вручную. Впрочем, вскоре в Блетчли построили усовершенствованный его вариант — напряженные требования военного времени творили со снабженцами истинные чудеса, — кото-

рый мог менять схему декодирования уже без внешней настройки. Однако, хоть это и означало, что машина способна самостоятельно делать выбор, полностью программируемой она все еще не была и программ в памяти не хранила.

Тьюринг имел к созданию "Колосса" лишь косвенное отношение, и все же машину эту соорудил Макс Ньюмен, слушавший в Кембридже его лекции, а сам Тьюринг получал полную информацию о том, что он делает.

С. 227 ...в Америке уже разрабатывалась новая технология...

Технология транзисторов родилась в Америке, однако лежащая в ее основе идея логических переключателей имела своим источником работу английского математика середины девятнадцатого столетия Джорджа Буля, предпринявшего попытки кодифицировать любую, какая только возможна, логическую мысль. Усилия подобного рода не были бы сочтены чрезмерно странными и в определенных благовоспитанных кругах нынешнего английского общества, странно, однако же, то, что Буль в этих своих усилиях преуспел.

Буль записал полученные им результаты в виде простых уравнений, прочно связавших его имя с теперешними компьютерами. Дело в том, что, если объединить два истинных утверждения, в результате получится опять-таки истинное, — вот это он и записал: $I+I=I$; с другой стороны, если объединить истинное утверждение с ложным, получится ложное: $I+Л=Л$.

Выглядит это как странноватая и явным образом очевидная арифметика, вполне оценить которую мог только какой-нибудь Льюис Кэрролл, — и еще более странный вид приняла она оттого, что вместо "истинное" Буль писал "1", а вместо "ложное" — "0", так что приведенные нами уравнения превращались в $1+1=1$ и $1+0=0$. Вот это и есть двоичный код.

Логикам он понравился, однако обычный мир его игнорировал, пока в 1937 году Клод Шеннон не сообразил, что управляемые электромагнитами релейные переключатели выполняют на самом-то деле именно эти

уравнения, давным-давно записанные Булем. Созданные десятилетие спустя транзисторы могли проделывать это намного лучше, ибо единичный сигнал, который поступает в транзисторный переключатель, недостаточен для создания в нем тока — он в лучшем случае переводит кремний в активное, проводящее состояние, при котором *второй* сигнал проходит через него беспрепятственно. Иными словами, чтобы получить на выходе из транзистора сигнал, необходимо подать на его вход два сигнала. Однако, если обозначить сигнал символом "1", сказанное означает попросту, что внутри транзистора $1+1=1$. Если же отсутствие сигнала обозначить как "0", то получится, что транзистор исправно реализует и уравнение $1+0=0$.

Произошло чудо. Буль заглянул внутрь человеческого мозга и извлек из него два странноватых уравнения, показывающих, как работают понятия истинного и ложного. Транзисторы способны имитировать его уравнения, используя для этого просто-напросто камень. То есть получается, что некий полузабытый математик девятнадцатого столетия проложил путь к тому, что крупинцы кремния начали использовать для точного копирования наших потаенных мыслей. Относительно оригинальной работы Буля см.: George Boole, "An Investigation of the Laws of Thought"¹ (London: Dover Publications, 1995). Относительно Шеннона см. более подробно в главе "Understanding Information, Bit by Bit"² в книге: "It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science"³, edited by Graham Farmelo (London and New York: Granta Books, 2002).

С. 236 ...несколько атомов примеси, фосфора, к примеру...

В действительности Бардин и Браттейн, введя в конце 1947-го фосфор в свои полупроводники, обнаружили,

1 "Исследование законов мышления" (англ.).

2 "Понимание информации, бит за битом" (англ.).

3 "Это и должно быть прекрасным. Великие уравнения современной науки" (англ.).

что последние вместо того, чтобы проталкивать вперед отрицательные электрические заряды, отталкивают назад положительные.

Бардин был озадачен: "Это противоречит всему, что можно было бы ожидать", — записал он в лабораторном журнале, — однако, если что-то работает, этим стоит заниматься. И вскоре он и Браттейн сообразили, что вместо введения в кремний атома с дополнительными, способными переносить ток электронами, они ввели атом, у которого электронов не хватало. И в их совершенной решетке появились дырки — впадины, в которых сидели новые атомы с незаполненной внешней электронной оболочкой.

Эти дырки начали заполняться электронами из других атомов, однако каждый из таких электронов, двигаясь вперед, оставлял сзади — там, где он находился прежде, — новую дырку. В дырки устремлялись новые электроны, и в результате по каменной кристаллической решетке начали распространяться именно они, дырки. Внутри кристалла кремния происходило направленное не вперед, а назад движение странных пустот. Получилось нечто прямо противоположное тому, чего хотели добиться исследователи, однако они нашли способ, позволявший добиться распространения дырок с одной стороны твердого вещества к другой. Это не было контролируемым переносом отрицательных электронов — тем, чего они добивались первоначально, — однако это работало! (На самом деле эксперименты велись не с кремнием, а с германием — "прорехи" во внешних атомных оболочках имеются у обоих, но работать с германием несколько проще.)

С. 236 *Однако Ол и другие знали квантовую механику, достаточно хорошо...*

Квантовые инженеры использовали и дополнительные представления о том, что электроны являются в такой же мере волнами, в какой и частицами. Это означает, что кристаллы кремния или германия насыщены электронными волнами, которые могут создавать препятствия

для распространения других волн по всему пространству кристалла. Такие представления привели к возникновению зонной теории твердых тел. Вместо того чтобы рассматривать индивидуальные электроны одного атома и задаваться вопросом о том, крепко ли они привязаны к своему атому, или их все-таки можно от него оторвать, эта теория рассматривает всю совокупность электронов твердого тела и работает с аналоговыми свойствами этой совокупности.

Коллега Уотсона Уатта Арнольд Уилкинс знал, что суммарная активность большого числа электронов приводит к возникновению четко определенных зон проводимости — именно поэтому доквантовая картина Друда, в которой электроны рассматривались как переносчики электричества, была достаточно точной для проведения расчетов. По этой же причине Бардин и Браттейн могли говорить о “дырках”, не имея при этом в виду, что некая реальная дырка действительно перескакивает от одного атома к другому. Указанные в руководстве по дальнейшему чтению тексты Эль-Халили (Al-Khalili) и Полкингорна (Polkinghorne) содержат основные сведения по этой теме.

С. 238 *...новых методов химического производства...*

Профессора технических и компьютерных наук поколение за поколением вздыхают, в очередной раз читая в работах своих студентов, что сердцем транзисторной технологии является “гераний”. Для того чтобы накрепко запомнить правильное название этого элемента, имеет смысл познакомиться с историей его открытия. После Франко-прусской войны 1870–1871 годов Франция и Германия питали друг к другу лютую ненависть, поэтому, когда французский химик де Буабодран открыл в 1875-м новый, предсказанный Менделеевым элемент, он назвал его *галлием* — по латинскому наименованию Франции. Когда же немецкий ученый Клеменс Александр Винклер открыл десять лет спустя еще один элемент, находившийся в таблице Менделеева прямо под кремнием и обладавший множеством общих с ним свойств, вопрос о том, как его назвать, попросту

не стоял — германием, в честь одержавшей эту научную победу страны Винклера.

С. 238 *...самому камушку никакого движения совершать не приходится... язычок металлического переключателя...*

Описанное представляет собой идею трехслойного транзистора. Внешние слои конфигурируются так, чтобы легко пропускать отрицательные заряды (эти слои содержат избыток электронов). Средний слой эти заряды блокирует. Однако, поскольку этот слой является полупроводником, характер его поведения легко изменить. Даже незначительное увеличение подаваемого на него тока приводит к его преобразованию, и он начинает пропускать заряды, поступающие из внешних слоев.

Отметьте сходство с дифференциальным микрофоном Эдисона. Батарейка современного слухового устройства постоянно пытается протолкнуть ток через средний слой транзистора, однако он трансформируется и начинает пропускать ток лишь при поступлении извне слабого звукового сигнала.

Если бы этот эффект осуществлялся один к одному, большого толка от транзистора не было, однако транзисторы обязаны своей великой силой огромной чувствительности среднего слоя, вследствие которой даже самые незначительные изменения голоса приводят к значительным преобразованиям этого слоя. Сигнал претерпевает огромное “усиление по мощности”, и именно измерения этого усиления, проведенные в ноябре 1947 года, показали Браттейну и Бардину, что они на верном пути.

С. 241 *...в последующие годы Хоппер любила объяснять...*

Любила Хоппер и описывать тот день 1947 года, в который обнаружила ночную бабочку, закоротившую одну из схем компьютера, над которым она работала в Гарварде. “Найден первый реальный баг”. — записала она рядом с останками бабочки, старательно сохранными ею в регистрационном журнале. (*Bug (англ.)* — насекомое.) Термин этот от случая к случаю использовался для

описания загадочных сбоев электрических схем едва ли не со времен Эдисона, однако благодаря видному положению, которое Хоппер занимала в Гарварде, плюс сохраненной ею улике слово "bug" стало повсеместно применяться как название неполадок в компьютере.

- С. 242 *...посвященный электронике журнал прислал фотографа...* Этот снимок, появившийся в сентябре 1948 года на обложке журнала "Электроникс", воспроизводится во множестве учебников и исторических трудов, однако правды в нем столько же, сколько в кремлевских фотографиях времен владычества Политбюро. На снимке можно видеть Уолтера Браттейна, стоящего за спиной Шокли, который бессмысленно таращится в окуляр его же, Браттейна, рабочего микроскопа. В молодости Браттейн однажды провел целый год в горах, преимущественно верхом и с лежавшей у него на коленях винтовкой, охраняя стадо коров. На фотографии видны его напряженные руки, немного вытянутые вперед — кажется, вот-вот, и Браттейн свернет Шокли шею. Сорок пять лет спустя у Бардина взяли посвященное тому дню интервью. "Господи, как же Уолтер ненавидит эту фотографию", — кротко сказал он. См.: Michael Rioridan and Lillian Moddeson, "Crystal Fire: The Invention of the Transistor and the Birth of the Information Age"¹ (New York: W. W. Norton, 1997), p. 167.

- С. 243 *Бардин ушел... массовое производство транзисторов не удалось начать ко времени...*

Бардин и Браттейн на удивление близко подошли к великому новому шагу вперед — к МОП-транзистору (металл-окисел-полупроводниковому), который стал в последующие десятилетия сердцем чипов Intel. Хотя последние свои эксперименты 1947 года они проводили с германием, с которого смывался необходимый для работы МОП-транзистора слой окиси, они вполне

¹ "Кристаллический огонь. Изобретение транзистора и рождение века информации" (англ.).

могли в скором времени, если бы Шокли им не помешал, вернуться к кремнию и исследовать его более детально, а на кремнии этот важнейший слой окиси оставался нетронутым.

С. 251 Поступающая волна, сколь бы слабой она ни была...

Бортовая аппаратура спутников получает питание от солнечных батарей, и в антенну спутника GPS поступает энергия, которой хватило бы лишь на пять маленьких электрических лампочек. Когда сигнал, пройдя через плотную атмосферу и рассеявшись на тысячи миль, достигает поверхности Земли, наши приемники получают от него энергию меньше одной миллиардной ватта. Транзисторы этих приемников и впрямь обладают высокой чувствительностью: обычному тостеру требуется, чтобы поджарить ломтик хлеба, энергия, в триллион раз большая.

Часть v. Мозг и за пределами мозга

С. 265 ...немалое число людей уже успело побывать на демонстрациях... Двадцатилетняя Мэри Шелли...

Самой прославленной из таких демонстраций она не видела, поскольку ей было всего пять лет, когда в 1802 году племянник Гальвани, Джованни Альдини, приехал в Лондон и добился разрешения установить оборудование поблизости от возбужденного, что было вполне понятно, молодого преступника Томаса Фостера, которому в самом скором времени предстояло обратиться в свежий труп.

Фостера взвели на эшафот, повесили, а после тело его спустили с эшафота; Альдини наполнил проводящей мастикой его рот и ноздри и подключил батарею. В течение нескольких долгих и страшных мгновений казалось, что тело Фостера ожило — “конвульсии его все усиливались”, распространяясь “на голову, лицо и шею до самой дельтовидной мышцы”.

Об этом страшном представлении велось много разговоров, в коих принимал участие и Перси Шелли — буду-

щий муж Мэри. — который в школьные годы заряжал, используя вольтовые батареи, собственное тело таким количеством электричества, что волосы его вставали дыбом. См.: Esther Schor, ed., "The Cambridge Companion to Mary Shelley" (Cambridge, England: Cambridge University Press, 2003).

С. 268 *Любой атом, обладающий отличным от изначального числом электронов, называется ионом...*

Когда мы говорим о "pH" того или иного раствора, речь идет просто-напросто о количестве содержащихся в нем электрически активных ионов водорода. В стекле или воде на каждые 10 000 000 обычных молекул приходится один ион водорода, поэтому pH воды приравнен к семи — к числу нулей в 10 000 000. В содержащемся в нашем желудке растворе соляной кислоты один ион водорода приходится на каждые сто молекул воды — его pH равен двум. Это войско электрически заряженных ионов набрасывается на бактерии, присутствующие в той пище, которую мы проглатываем, и проникает сквозь клеточные мембраны в клетки самой пищи.

Производящие косметику компании рекламируют свои товары как обладающие сбалансированным pH — это означает, что таковой равен семи. Правда, в рекламе не объясняется, как удастся достичь столь замечательного результата. И покупатель зачастую приобретает нечто смешанное с большим количеством жидкости, в которой один ион водорода приходится на 10 000 000 молекул, — иными словами, тратит большую часть своих денег на приобретение воды.

С. 273 *Когда у нас рождается мысль, и нервная клетка нашего мозга выстреливает сигнал...*

Поскольку движение электронов внутри провода создает радиоволны, разве не естественным было бы встряхивать имеющиеся внутри человеческого мозга

1 "Кембриджский путеводитель по Мэри Шелли" (англ.).

электроны, чтобы и они создавали такие невидимые волны? Почти сразу после того, как стало известно об опытах Герца, немалое число ученых, и прежде всего пионер радио Оливер Лодж, решили, что результаты Герца могут стать научной основой экстрасенсорного восприятия (ЭСВ). Получившие в 1920-х широкое распространение радиоприемники — небольшие ящики, обладавшие способностью принимать поступающие издалека невидимые сообщения, — укрепили веру широкой публики в ЭСВ.

Оказалось, однако, что, хотя мозг и генерирует радиоволны малой мощности, они слишком слабы, чтобы их можно было детектировать на сколько-нибудь значительном расстоянии. Объясняется это своего рода компромиссом между длиной волны и числом волн, которые укладываются в данное расстояние. Ходжкин и Хаксли подтвердили то обстоятельство, что нервные клетки нашего мозга несколько тысяч раз в секунду испускают довольно медленные волны, и, если провести расчеты, подобные тем, которые мы проделали ранее в примере с расческой, выяснится, что передний фронт такой волны опережает задний примерно на одну тысячную секунды.

Пуля за одну тысячную секунды далеко не улетит, однако электромагнитной волне требуется всего секунда для того, чтобы покрыть расстояние в 299 000 километров, то есть за тысячную долю секунды она проходит 299 километров. Именно такая волна и испускается нашим мозгом, и поначалу тот факт, что из наших голов постоянно истекают невидимые волны, у которых расстояние от пика до пика составляет 299 км, казался солидным свидетельством в пользу существования экстрасенсорных явлений. (Волны могут быть немного длиннее или короче, это зависит от реальной частоты работы нейрона.)

Однако все оказалось не столь замечательным, как выглядело поначалу. Сотовые телефоны создают электромагнитные волны длиной всего в несколько сантиметров; даже длинноволновой радиопередат-

чик порождает волны длиной несколько километров. Для того чтобы волну было легко детектировать, она должна создаваться источником, не так чтобы очень маленьким в сравнении с ее длиной. А человеческая голова в сравнении с 299 километрами мала до чрезвычайности. Это означает, что волна генерируется крайне неэффективно и что поле, которое она создает, слишком слабо для того, чтобы человек детектировал его без посторонней помощи. А тот факт, что сигналы интерферируют друг с другом, делает это поле еще слабее.

- С. 277 *Зигмунд Фрейд... с модифицированным экстрактом растительного сока, именуемым кокаином...*

Фрейд, создатель психоанализа, мог бы быть увенчан и лаврами открывателя обезболивающих свойств кокаина, однако его отвлекли другие дела, не дававшие ему времени на то, чтобы детально проработать сделанные им открытия. Впрочем, он не винил себя в этой профессиональной оплошности и впоследствии написал даже: "Оглядываясь назад... я понимаю, что не прославился в те ранние годы лишь по вине моей невесты". Однако он не держал на нее зла и далеко не один раз посылал ей на пробу маленькие флакончики с кокаином; он и сам начал регулярно принимать его и в течение десяти лет то отказывался от кокаина, то возвращался к нему: кокаин помогал Фрейду снимать нервное напряжение, а кроме того, обращал его — как сказано в записке, посланной им невесте перед очередным его визитом, — "в большого, буйного мужчину, пропитанного кокаином". См.: Peter Gay, "Freud: A Life for Our Time"¹ (London: J. J. Dent & Sons, 1988), p. 42–45.

- С. 278 *Механизм работы этих насосов оказался у них точь-в-точь таким же, как у человека...*

Для того чтобы детектировать электрические токи, протекающие по живым нервным волокнам, людям тре-

1 "Фрейд. Жизнь, посвященная нашему времени" (англ.).

буется сложное лабораторное оборудование, а между тем многие животные делают это и без него. Довольно милостивый утконос, к примеру, предается ночной охоте в мутной речной воде. Его дичь — раки и рачки — прячется в донном иле, однако их нервные клетки, точно так же, как наши, постоянно перекачивают туда-сюда заряженные ионы натрия. Движение зарядов создает распространяющиеся во все стороны электромагнитные поля. Клюв утконоса снабжен клетками, способными детектировать эти поля, — за их обнаружением следует быстрый щелчок клюва или точный удар источающей яд роговой шпоры, и раку приходит конец.

Акула-молот справляется с такой задачей даже лучше — “молотовидный” нарост на ее голове содержит еще больше клеток, способных обнаруживать электрическое поле. Добыча этой акулы может прятаться за какой-нибудь скалой или зарываться глубоко в песок. Однако сердце бьется, а сокращение мышц управляется — опять-таки как у нас — микроскопическими насосами, скрытыми в стенках нервных клеток и перекачивающими взад-вперед ионы натрия. И это создает невидимое, пульсирующее электромагнитное поле. Акула-молот обнаруживает его даже в полной темноте, подбирается к источнику поля поближе, разевает пасть и... проводит полевые исследования.

С. 288 *...как повлияет на будущее открытие нейротрансмиттеров, нам еще только предстоит узнать...*

Что происходит с личной ответственностью после того, как мы отыскиваем биологические источники всех наших поступков? “Если мы можем найти объяснение любого творимого людьми зла, то почему бы нам не заменить нравственное зло, которое творится намеренно, злом естественным, которым управлять мы не способны? Разве не можем мы теперь просто добавить к вулканам и вирусам разладившиеся миндалины и анормальную орбитофронтальную кору головного мозга?” (Sean Spence, University of Sheffield, in “New Scientist”, March 20, 2004.)

С. 290 ...число которых близко к числу звезд в галактике, называемой Млечным Путем...

Кант писал: "Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, — это звездное небо надо мной и моральный закон во мне".

Правоты в этих его словах оказалось ~~небольшо~~ больше, чем он полагал. Сходство чисел всего лишь случайно, однако за распределение в молодой еще Вселенной галактических скоплений, которые мы видим в звездном небе над нами, отвечали, судя по всему, квантовые флуктуации; и те же самые квантовые флуктуации управляют нейронными процессами каждого человеческого мозга, размышляющего над моральным законом внутри нас.

Одностороннее, но тем не менее занятное обсуждение свободы воли и квантовой механики можно найти в книге: Roger Penrose, "The Emperor's New Clothes: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics"¹ (Oxford: Oxford University Press, 1989).

1 "Новое платье короля. О компьютерах, сознании и законах физики" (англ.).

Руководство по дальнейшему чтению

спрост...

РАННЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Классическое описание развития ранних представлений об электричестве содержится в книге Дж. Хейлбронна (John Heilbron) "Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries: A Study of Early Modern Physics"¹ (Berkeley: University of California Press, 1979). Там присутствуют такие симпатичные виньетки, как недоуменное сообщение, сделанное в ноябре 1758-го Робертом Симмером: "Я уже довольно давно замечаю, что, когда вечером стягиваю с себя чулки, они нередко потрескивают и пощелкивают, а в темноте можно заметить, как они испускают яркие искры". В книге Т. Ханкинса (Thomas Hankins) "Science and the Enlightenment"² (Cambridge: Cambridge University Press, 1985) рассказывается, как исследователи

1 "Электричество в семнадцатом и восемнадцатом веках. Исследование ранней современной физики".

2 "Наука и Просвещение" (англ.).

восемнадцатого столетия использовали наблюдения Симмера и других, прибегая к таким приемам, как насыщение потрескивающим статическим электричеством, — то есть создавая некое подобие современного телеграфа, — от которых было уже рукой подать до основополагающих опытов Гальвани и Вольты, натянутые отношения и перебранки которых с удовольствием описывает М. Пера (Marcello Pera) в своей книге “The Ambiguous Frog: The Galvani-Volta Controversy on Animal Electricity” (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1992).

О вкладе Бенджамина Франклина в моей книге говорится лишь мельком, зато книга У. Исааксона (Walter Isaacson) “Benjamin Franklin: An American Life”¹ (New York: Simon & Schuster, 2003) представляет собой красноречивое введение в эту тему, а кроме того, в ней обсуждается вопрос о том, был или не был на самом-то деле поставлен знаменитый опыт с воздушным змеем (автор голосует за). Б. Коен (I. Bernard Cohen) начал заниматься Франклином в своей книге “Franklin and Newton”² (Philadelphia: American Philosophical Society, 1956) и сейчас, сорок лет спустя, продолжает отдавать этой теме немало сил, о чем свидетельствует его “Science and the Founding Fathers: Science in the Political Thought of Jefferson, Franklin, Adams and Madison”³ (New York: W. W. Norton, 1995), показывающая глубины аналитического мышления американских политических лидеров прошлого, до которых сильно не дотягивают недавние обитатели

1 “Бенджамин Франклин. Жизнь американца” (англ.).

2 “Франклин и Ньютон” (англ.).

3 “Наука и отцы-основатели. Наука в политическом мышлении Джефферсона, Франклина, Адамса и Мэдисона” (англ.).

кабинета Томаса Джефферсона. Интересна и длинная серия статей П. Фара (Patricia Fara) о раннем магнетизме “A Treasure of Hidden Vertues”: the Attraction of Magnetic marketing”¹ см.: “The British Journal for the History of Science”, 28 (1995): p. 5–35.

ГЕНРИ И МОРЗЕ

Джозеф Генри — человек добродушный и прозаичный — нашел столь же добродушного и прозаичного биографа в лице Томаса Коулсона (Thomas Coulson). Его книга “Joseph Henry: His Life and Work”² (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1950) повествует о жизни Генри, вдаваясь даже в такие подробности, как его скудное жалованье, заставлявшее экономить, чтобы купить цинк, — мощный стимул для изобретения электромагнитов, способных получать питание от батарей, в которых содержались бы лишь малые крохи этого дорогостоящего металла. Я рекомендовал бы также просмотреть сборник работ под редакцией Натана Рейнгольда, озаглавленный “Science in Nineteenth-Century America: A Documentary History”³ (London: Macmillan, 1966). В нем содержатся пространные выдержки из писем Генри, начиная с трудных лет учительства (“Мои обязанности в академии не вполне отвечают моим вкусам. Я занимаюсь... нудным преподаванием в классе, состоящем из шести-

- 1 “Сокровища скрытых сил”: притягательность магнитного маркетинга” (англ.).
- 2 “Джозеф Генри. Его жизнь и работа” (англ.).
- 3 “Наука в Америке девятнадцатого столетия. Документированная история” (англ.).

десяти мальчиков”) и кончая его все возраставшим мастерством по части организации массовых зрелищ — демонстрации того, как маленькая батарея может поднимать вес в 340 кг.

Книга Х. Дж. Хабаккука (H. J. Habakkuk) “American and British Technology in the Nineteenth Century: The Search for Labour-Saving Inventions”¹ (Cambridge, England: Cambridge University Press, 1967), — рассказ экономиста о том, почему одна только нехватка рабочих рук не приводит к возникновению технических новшеств. Воззрения более практического свойства предлагает нам молодой француз, посетивший Олбани в 1831 году (когда там еще жил Генри) и объединивший затем свои рассуждения на тему несколько более широкую в признанном шедевре: Алексис Токвиль, “О демократии в Америке” (множество изданий); см. в особенности часть I тома 2, где речь идет о новшествах, карьерах и повседневной жизни общества времен Генри.

Название книги К. Маби (Carleton Mabee), “The American Leonardo: A Life of Samuel F. B. Morse”² (New York: Knopf, 1944) наводит на мысль о том, что перед нами еще один панегирик, на деле же это одна из первых серьезных попыток развенчания Морзе — особенно хороша та часть книги, в которой рассказывается о неудаче мучительных попыток Морзе понять, в чем, собственно, состоит идея того, что получило в дальнейшем название “азбуки

1 “Американская и британская технологии в девятнадцатом веке. Поиски сберегающих труд изобретений” (англ.).

2 “Американский Леонардо. Жизнь Сэмюэла Ф. Б. Морзе” (англ.).

Морзе". Книга П. Стаити (Pauli Staiti) "Samuel F. B. Morse" (Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1989) помещает работу Морзе в контекст его артистических усилий, показывая, как неудача, которая постигла старания Морзе обратить Америку в евангелическую страну посредством своего искусства, естественным образом привела его к стараниям добиться того же посредством телеграфа. Хорошим и совсем недавним рассказом о Морзе является книга К. Силвермана (Kenneth Silverman), "Lightning Man: The Accursed Life of Samuel F. B. Morse"¹ (New York: Knopf, 2003); составленное сыном Морзе житие отца ("Samuel F. B. Morse, His Letters and Journals", edited and supplemented by Edward Lind Morse² [Boston and New York: Houghton Mifflin, 1914]) показывает нам трогательное смущение, с которым сын пытается доказать, что отец ничего не знал ни о пожаре, уничтожившем ключевые для судебного процесса документы, ни о подкупе конгрессмена Смита ("К сожалению, мой отец плохо разбирался в людях"), и объяснить все прочие зловключения, постигшие Морзе за его долгую жизнь. Классическая книга Р. Хофстадтера (Richard Hofstadter) "The Paranoid Style in American Politics"³ (London: Cape, 1966) помещает Морзе с его манией в весьма представительную компанию.

Изменению концепции времени посвящены два классических труда: David Landes, "Revolution in

1 "Молниеносный человек. Отвратительная жизнь Сэмюэла Ф. Б. Морзе" (англ.).

2 "Сэмюэл Ф. Б. Морзе, его письма и дневники", под редакцией и с дополнениями Эдварда Линда Морзе (англ.).

3 "Параноидный стиль в американской политике" (англ.).

Time: Clocks and the Making of the Modern World"¹ (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983), живо написанная, но строго историческая книга; и Ernst Cassirer, "An Essay on Man: An Introduction to a Philosophy of Human Culture"² (New Haven: Yale University Press, 1945) — книга, уходящая корнями в философию Канта, выдерживая при этом тон более повествовательный. Книга Е. Томпсона (E. P. Thompson), "The Making of the English Working Class"³ (London: Gollancz, 1963) выдвигает на передний план религиозные воззрения, стоявшие за нашим переходом на контролируемое фабричным производством часовое время; в книге Мирче Элиаде, "The Myth of the Eternal Return"⁴ (London and New York: Routledge & Kegan Paul, 1955) основное внимание уделяется более универсальным принципам. В книге Д. П. Никла (David Paul Nickle) "Under the Wire: How the Telegraph Changed Diplomacy"⁵ (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2003) показано, и очень убедительно, каким образом отчаянная спешка, к которой подталкивал людей телеграф, привела к имевшей в девятнадцатом веке и в начале двадцатого столь катастрофические последствия дестабилизации дипломатии. Книга Т. Стэндежа (Tom Standage) "The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and

1 "Революция во времени. Часы и создание современного мира" (англ.).

2 "Эссе о человеке. Введение в философию человеческой культуры" (англ.).

3 "Сотворение английского рабочего класса" (англ.).

4 "Миф о вечном возвращении" (англ.).

5 "В последнюю минуту. Как телеграф изменил дипломатию" (англ.).

the Nineteenth Century's Online Pioneers"¹ (New York: Walker; London: Weidenfeld and Nicholson, 1998) представляет собой идеальное повествование о телеграфе и его влиянии на мир.

БЕЛЛ И ЭДИСОН

Самый лучший способ понять Белла как человека — это прочесть книгу Э. Гросвенора (Edwin S. Grosvenor) and М. Вессона (Morgan Wesson) "Alexander Graham Bell: The Life and Times of the Man Who Invented the Telephone"² (New York: Abrams, 1997). Она содержит фотографии, сделанные на всех этапах жизни Белла, длинные выдержки из его любовных писем, а также внятные объяснения научных основ его открытия. Книга Л. Солимара (Laszlo Solymar) "Getting the Message: A History of Communications"³ (Oxford, England: Oxford University Press, 1999) помещает науку в полный контекст телекоммуникационных технологий девятнадцатого и двадцатого столетий; Дж. Пирс и Н. Майкл (John Pierce and Noll Michael) в труде "Signals: The Science of Telecommunications"⁴ (New York: Scientific American Library, 1990) изящно присовокупляют к этому и теорию информации.

Книга Р. Фриделя и П. Израэля (Robert Friedel and Paul Israel) "Edison's Electric Light: Biography of

1 "Викторианский Интернет. История телеграфа и онлайн-пioneров девятнадцатого столетия" (англ.).

2 "Александр Грейам Белл. Жизнь и время человека, который изобрел телефон" (англ.).

3 "Получая сообщение. История средств связи" (англ.).

4 "Сигналы. Наука телекоммуникаций" (англ.).

an Invention”¹ (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1987) отвечает на все, какие только можно вообразить, вопросы, связанные с происхождением электрической лампочки. Если вас интересует увлекательный рассказ о жизни Эдисона, я предложил бы вам начать с книги М. Джозефсона (Matthew Josephson) “Edison” (New York and London: McGraw-Hill, 1959); хороша также книга Н. Болдуина (Neil Baldwin) “Edison: Inventing the Century”² (Chicago and London: University of Chicago Press, 1995), в которой использован подход более тематический. О махинациях, в кои оказался вовлеченным Эдисон, когда столкнулся наконец с людьми, не менее предприимчивыми, чем он сам, можно прочитать в хорошо написанной книге Дж. Джонс (Jill Jonnes) “Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World”³ (New York: Random House, 2003).

Вопросы более общего характера рассматриваются в таких трудах, как очень достойная книга Т. Хьюза (Thomas P. Hughes) “American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm 1870–1970”⁴ (New York: Viking, 1989) и книга А. Грюблера (Arnulf Grübler) “Technology and Global Change”⁵ (Cambridge, England: Cambridge University Press, 1998), содержащая такое количе-

1 “Электрический свет Эдисона. Биография изобретения” (англ.).

2 “Эдисон. Изобретение века” (англ.).

3 “Империи света. Эдисон, Тесла, Вестингауз и борьба за право электрифицировать мир” (англ.).

4 “Генезис Америки. Век изобретательства и технологического энтузиазма” (англ.).

5 “Технология и глобальные изменения” (англ.).

ство схем, что она наверняка приведет в восторг любого технологического детерминиста; полезным противовесом ей является увесистый том, изданный под редакцией М. Р. Смита, и Л. Маркса "Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism"¹ (Cambridge, MA: MIT Press, 1996). Относительно трамваев, развлекательных парков и о популярной культуре вообще см.: David Nye, "Electrifying America: Social Meanings of a New Technology"² (Cambridge, MA: MIT Press, 1990). Коллективный труд "Science, Technology and Everyday Life 1870–1950"³, edited by Colin Chant (London: Routledge, in association with the Open University, 1989) показывает, как аналогичные события разворачивались в Европе. В работах Пола Дэвида происходившие в начале двадцатого века задержки в усвоении новой технологии электрификации сравниваются с трудностями, возникшими в конце того же утомительного века в отношении капиталовложений в компьютеры, которые позволили бы фундаментальным образом изменить общепринятые методы работы. См. обсуждение этой темы в "New Frontiers in the Economics of Innovation: Essays in Honor of Paul David"⁴ (Cambridge, MA: Edward Elgar, 2005).

- 1 "Является ли технология двигателем истории? Дилемма технологического детерминизма" (англ.).
- 2 "Электрификация Америки. Социальное значение новой технологии" (англ.).
- 3 "Наука, технология и повседневная жизнь 1870–1950" (англ.).
- 4 "Новые рубежи экономики инноваций. Эссе, посвященные памяти Пола Дэвида" (англ.).

Прочувствованный рассказ о жизни Дж. Дж. Томсона содержится в книге его сына: George Paget Thomson, "J. J. Thomson and the Cavendish Laboratory"¹ (London: Nelson, 1964), показывающей, в какой огромной мере этот тихий, производящий впечатление мямли человек трансформировал современный мир. Смотрите также автобиографию Томсона "Recollections and Reflections"² (London: G. Bell & Sons, 1936). Вопрос о том, что, собственно говоря, открыл в 1897 году Томсон, так и остается интригующим, поскольку видеть электроны он не мог, а мог лишь регистрировать отношение электрического заряда к массе "чего-то", наличествовавшего в электронно-лучевых трубках, — отношение, которое уже измерил в Германии Вальтер Кауфман, причем с большей точностью. Волнующее повествование об успехе Дж. Дж. Томсона можно найти в книге П. Дола (Per F. Dahl) "Flash of the Cathode Rays: A History of J. J. Thomson's Electron"³ (Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1997); если вас интересуют общие соображения о том, из чего складывается открытие, прочитайте сборник "Histories of the Electron: The Birth of Microphysics"⁴, edited by led. Z. Buchwald and Andrew Warwick (Cambridge, MA: MIT Press, 2001). Книга С. Вайнберга (Steven Weinberg) "The Discovery of Subatomic Particles"⁵ (New York: W. H. Freeman,

1 "Дж. Дж. Томсон и Кавендишская лаборатория" (англ.).

2 "Воспоминания и размышления" (англ.).

3 "Проблеск катодных лучей. История электрона Дж. Дж. Томсона" (англ.).

4 "Истории об электроне. Рождение микрофизики" (англ.).

5 "Открытие субатомных частиц" (англ.).

1990) представляет собой ясное описание синтеза более широких научных тем и дает прекрасную возможность понять как воззрения Томсона, так и взаимоотношения между статическими и динамическими зарядами в современной теории электромагнетизма.

ФАРАДЕЙ

Изучив в процессе сочинения моей предыдущей книги жизнь Фарадея, я полагал, что ничего особо нового узнать о нем уже не смогу, однако затем мне попала в руки книга Дж. Гамильтона (James Hamilton) "Faraday: The Life"¹ (London: HarperCollins, 2002), и, видит Бог, я узнал, помимо прочего, и что такое смирение. Гамильтон великолепен. Он историк искусств, возможно, это и позволило ему понять жизнь Фарадея в такой полноте, на какую большинство историков науки оказалось не способным. Мы видим Фарадея, который часами поглаживает электрический провод и принимает к нему, узнаем об огромном значении осязания и обоняния, равно как и глубоких религиозных размышлений, и о том, как совокупность всего этого привела Фарадея к его великим открытиям.

Из сочинений более ранних можно назвать очень хорошую книгу П. Вильямса (L. Pearce Williams) "Michael Faraday" (London: Chapman and Hall, 1965); ничуть не хуже и книга Дж. Кантора (Geoffrey Cantor) "Michael Faraday, Sandemanian and Scien-

1 "Фарадей. Жизнь" (англ.).

tist: A Study of Science and Religion in the Nineteenth Century”¹ (London: Macmillan; New York: St. Martin’s Press, 1991). Хороший исходный пункт для углубления в общую тему “Религия и наука” дает сборник интервью Рассела Стэннарда с ведущими учеными: Russell Stannard, “Science and Wonders: Conversations About Science and Belief”² (London and Boston: Faber and Faber, 1996).

Ключевой идеей Фарадея была идея “поля”. Идеальный способ понимания ее состоит в том, чтобы провести лето, читая университетские введения в математический анализ, а то и в векторную алгебру; это позволит вам получить немалое удовольствие, когда вы обнаружите, что можете спокойно читать второй том “Лекций по физике” Ричарда Фейнмана. Человеку, прочитавшему этот том, становится трудно глядеть на мир прежними глазами, — трудно, однако, и найти свободное время для необходимой математической подготовки, поэтому я укажу на превосходную альтернативу: очаровательные и отнюдь не технические объяснения самого Эйнштейна, содержащиеся в частях 2 и 3 написанной им совместно с Леонардом Инфельдом (Infeld) книги “The Evolution of Physics, from Early Concepts to Relativity and Quanta”³ (New York: Simon & Schuster, 1966; первое издание 1938). Особенно хорош раздел, в котором Эйнштейн демон-

1 “Майкл Фарадей, зандеманианец и ученый. Наука и религия в девятнадцатом веке” (англ.).

2 “Наука и чудо. Беседы о науке и вере” (англ.).

3 “Эволюция физики от ранних концепций до относительности и квантов” (англ.).

стрирует реальность поля, объясняя, почему, когда мы быстро выдергиваем вилку из розетки, из нее сыплются искры. (Нетехнический рассказ о понятии поля содержится также в главах 2 и 14 первого тома фейнмановских лекций.)

Спроецировать на времена Фарадея то, что мы ныне знаем о полях, вещь очень соблазнительная, однако при этом мы упустили бы из виду трудности, с которыми сталкивался Фарадей, подбираясь на ощупь к своему конечному достижению. Этапы его пути хорошо исследованы в книге П. Хармана (P. M. Harman) "Energy, Force and Matter: The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics"¹ (Cambridge, England: Cambridge University Press, 1982), а также в короткой, но острой статье Нэнси Нерессьян (Neressian) "Faraday's Field Concept"², напечатанной в сборнике: "Faraday Rediscovered"³, edited by David Gooding and Frank A. J. L. James (London: Macmillan, 1985; New York: American Institute of Physics, 1989). Статья Э. Дженкинс (Alice Jenkins) "Spatial Imagery in Nineteenth-Century Representations of Science: Faraday and Tyndall"⁴, напечатанная в сборнике: "Making Space for Science: Territorial Themes in the Shaping of Knowledge"⁵, edited by Crosbie Smith and Jon Agar (London: Macmillan;

- 1 "Энергия, сила и материя. Концептуальное развитие физики девятнадцатого столетия" (англ.).
- 2 "Фарадеева концепция поля" (англ.).
- 3 "Фарадей, открываемый заново" (англ.).
- 4 "Пространственное воображение в научных представлениях девятнадцатого столетия. Фарадей и Тиндал" (англ.).
- 5 "Расчищая место для науки. Территориальные темы в формировании знания" (англ.).

New York: St. Martin's Press, 1998), p. 181–192, — лучшая, возможно, из работ, показывающих, какое значение имело для воззрений Фарадея представление о трехмерном ландшафте, когда он переходил от идеи мгновенно формирующихся силовых линий к идее распространяющихся с конечной скоростью волновых колебаний.

АТЛАНТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ, УИЛЬЯМ ТОМСОН И ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ

Чарльз Брайт, главный инженер кабельного проекта, демонстрировал немалое творческое воображение, когда находился на борту одного из прокладывавших трансатлантический кабель судов, однако, выбирая имя для своего сына, он никакого воображения не проявил: сын стал Чарльзом Брайтом. Именно Брайт-младший (Charles Bright) и написал книгу, "The Story of the Atlantic Cable"¹ (London: George Newnes Ltd., 1903) — рассказы, которые он годами слышал от отца, составили в ней основу прекрасного повествования об этом предприятии; книга содержит также расшифровку пространных стенографических записей корреспондента газеты "Лондон таймс", находившегося на борту "Агамемнона", когда этот корабль попал в страшный шторм 1858 года. Еще одна книга Брайта-младшего, "The Life Story of Sir Charles Tilston Bright"² (London, Constable & Co., 1908),

1 "История атлантического кабеля" (англ.).

2 "Жизнь сэра Чарльза Тилстона Брайта" (англ.).

оказалась намного длиннее первой, в ней содержатся такие симпатичные подробности, как найденный британскими матросами, что брали пробы грунта с океанского дна, способ снимать напряжение: к использовавшемуся ими тросу крепился ящик с пивом, который проходил по меньшей мере половину пути до дна, после чего превосходно охлажденное пиво поднималось наверх.

Брайт пытается сохранять вежливость по отношению к Уайтхаузу, инженеру-электрику, едва не погубившему весь проект, однако, если у вас имеется под рукой хорошая библиотека, попробуйте ознакомиться с результатами предпринятого британскими властями официального дознания, которые содержатся в “Report of the Joint Committee on the Construction of Submarine Telegraph Cables”¹ (“British Parliamentary Papers 1860”², LXII), — вы получите немалое удовольствие, обнаружив, что викторианские барристеры входили в раж и брались ничуть не хуже нынешних. В двух недавних работах: Bern Dibner, “The Atlantic Cable”³ (New York: Blaisdell, 1964) и John Steele Gordon, “A Thread Across the Ocean”⁴ (New York: Walker & Co., 2002) тон этот выдержан превосходно.

Моя любимая биография Уильяма Томсона (позже лорда Кельвина) “The Life of William Thomson: Baron Kelvin of Largs”⁵ (London: Macmillan, 1910;

1 “Доклад Объединенного комитета по прокладке телеграфных кабелей на морском дне” (англ.).

2 “Документы Британского парламента, 1860” (англ.).

3 “Атлантический кабель” (англ.).

4 “Нить, пересекаящая океан” (англ.).

5 “Жизнь Уильяма Томсона, барона Кельвина Ларгского” (англ.).

в двух томах) написана его другом С. Томпсоном (Silvanus P. Thompson). Куда больше аналитичности, хотя, быть может, и меньше теплого понимания, присутствует в книге К. Смита и Н. Вайза (Crosbie Smith and M. Norton Wise) "Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin"¹ (Cambridge: Cambridge University Press, 1989). Более поздняя книга, "The Science of Energy: A Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain"² (London: Athlone Press, 1998) характеризуется и большей глубиной проникновения в умонастроения той эпохи. В чрезвычайно полезной статье Б. Ханта (Bruce Hunt) "Michael Faraday, Cable Telegraphy and the Rise of Field Theory"³, *History of Technology* 13 (1991), рассматривается вопрос о том, в чем Томсон, исследовавший то, что происходило внутри кабеля, пошел дальше Фарадея.

Очень жаль, что структура моей книги позволила упомянуть о Максвелле лишь мимоходом, и я от всего сердца рекомендую читателям получше присмотреться к этому осмотрительному, блестящему, перевернувшему весь мир человеку. Укажу две хорошие биографии Максвелла: C. S. F. Everitt, "James Clerk Maxwell: Physicist and Natural Philosopher"⁴ (New York: Scribners, 1976) и "The Demon in the Aether: The Story of James Clerk Maxwell"⁵ (Edinburgh: Paul Harris Publishing; with

1 "Энергия и империя. Биография лорда Кельвина" (англ.).

2 "Наука об энергии. Культурная история физики энергии в викторианской Британии" (англ.).

3 "Майкл Фарадей, кабельная телеграфия и рождение теории поля" (англ.).

4 "Джеймс Клерк Максвелл, физик и натурфилософ" (англ.).

5 "Демон в эфире. История Джеймса Клерка Максвелла" (англ.).

Adam Hilger, Bristol, 1983). О ключевом шаге, сделанном Максвеллом в использовании отношения электростатической и электромагнитной единиц измерения для демонстрации того, что свет сам по себе является электромагнитной волной, см. статью С. Шаффера (Simon Schaffer) "Accurate Measurement Is an English Science"¹ в сборнике "The Values of Precision"², edited by M. Norton Wise (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995), отличающуюся типичной для этого автора ясностью изложения.

И Томсон, и Максвелл преуспели потому, что хорошо знали, когда строить эвристические физические модели, а когда от таковых моделей отказываться. О смелом и упростившем все дело использовании Томсоном тепловых уравнений Фурье для анализа того, что происходило в атлантическом кабеле — статья О. Кнадсена (Ole Knudsen) "Mathematics and Physical Reality in William Thomson's Electromagnetic Theory"³ в сборнике "Wranglers and Physicists"⁴, edited by P. M. Harman (Manchester, England: Manchester University Press, 1985); если вам интересно узнать о сложном, состоявшем из вращающихся передач и промежуточных колес сооружении, с помощью которого Максвелл старался прояснить свои окончательные представления 1860-х годов (и о преимуществе, которое оно дало Максвеллу перед тяготеющими к абстракциям француз-

1 "Точные измерения в английской науке" (англ.).

2 "Ценность точности" (англ.).

3 "Математика и физическая реальность в теории электромагнетизма Уильяма Томсона" (англ.).

4 "Спорщики и физики" (англ.).

скими исследователями), начните с главы 9 книги Д. Парка (David Park) "The Fire Within the Eye: A Historical Essay on the Nature and Meaning of Light"¹ (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1997), а затем познакомьтесь с книгой Д. Сигеля (Daniel Siegel) "Innovation in Maxwell's Electromagnetic Theory"² (Cambridge, England: Cambridge University Press, 1991). Прочитав их, вы сможете одолеть и на редкость глубокие эссе самого Максвелла, собранные в таких антологиях, как "Physical Thought: An Anthology"³, edited by Shmuel Sambursky (London: Hutchinson, 1974).

ГЕРЦ

Дневниковые записи, которые я использовал в посвященной Герцу главе, — лишь часть того, что можно прочесть в составленном Иоганной Герц томе "Heinrich Hertz: Memoirs, Letters, Diaries"⁴; второе расширенное его издание подготовлено Матильдой Герц и Чарльзом Засскиндом и содержит биографическое вступление, написанное Максом фон Лауэ (San Francisco: San Francisco Press, 1977). Сборник основных научных статей Герца был издан (с интересным предисловием Уильяма Томсона) вскоре после его смерти: Heinrich Hertz, "Electric Waves: Being Researches on the Propagation

1 "Огонь внутри глаза. Историческое эссе о природе и значении света" (англ.).

2 "Новизна электромагнитной теории Максвелла" (англ.).

3 "Физическая мысль. Антология" (англ.).

4 "Генрих Герц. Воспоминания, письма, дневники" (англ.).

of Electric Action with Finite Velocity Through Space"¹ (London: Macmillan and Co., 1900). Живые воспоминания человека, который близко знал всех главных действующих лиц ранней эпохи радио, содержатся в книге О. Лоджа (Oliver Lodge) "Talks About Wireless"² (London: Cassel and Company Ltd., 1925). Сведения о сделанном Герцем, как и о результатах работы Максвелла, приводятся в любом университетском вводном курсе физики. Вы можете начать с книги Дж. Трефила и Р. Хазена (James Trefil and Robert M. Hazen) "The Sciences: An Integrated Approach"³ (New York: John Wiley, 1998), написанной куда более живо, чем обычные; в изобилующей историческими отступлениями книге Б. Силвера (Bryan Silver) "The Ascent of Science"⁴ (New York and Oxford: Oxford University Press, 1998) избран подход более литературный.

РАДАР

Собственный рассказ Уотсона Уатта о его связанных с радаром приключениях оказался, как того и следовало ожидать, весьма бестолковым и неудобочитаемым; это "The Pulse of Radar" (New York: Dial, 1959). В воспоминаниях Р. В. Джонса о войне разведок выдержан тон живой и скромно-ироничный: R. V. Jones, "Wizard War: British Scientific Intelligence

- 1 "Электрические волны. Исследование имеющих конечную скорость распространения электрических волн в пространстве" (англ.).
- 2 "Беседы о беспроводной связи" (англ.).
- 3 "Естественные науки. Интегральный подход" (англ.).
- 4 "Возвышение науки" (англ.).

1939–1945”¹ (New York: Coward, McCann & Geoghegan, 1978). Биографии основных действующих лиц можно найти в книге Р. Сноу (C. P. Snow) “Science and Government”² (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1961) — это превосходное введение в суть дела; о Тизарде и Линдемане можно прочитать в книге С. Цукермана (Solly Zuckerman) “From Apes to Warlords”³ (London: Hamilton, 1978), частично корректирующей то, что было написано Сноу; см. также: Ronald Clark, “Tizard” (London: Methuen, 1965). После выхода в свет официальной правительственной истории — Charles Kingsley Webster and Noble Frankland, “The Strategic Air Offensive Against Germany, 1939–1945”⁴ (London: HMSO, 1961; в четырех томах) — Сноу пересмотрел свои лекции 1961 года, написав “Appendix to Science and Government”⁵ (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962).

На редкость хорошо написанные мемуары Р. Х. Брауна (Robert Hanbury Brown) “Boffin: A Personal Story of the Early Days of Radar, Radio Astronomy and Quantum Optics”⁶ (Bristol, England: Hilger; 1991) рассказывают о первых днях строительства системы *Chain Home* — и в том числе о маневрах, к которым приходилось прибегать, чтобы укрыть

1 “Война колдунов. Британская научная разведка, 1939–1945” (англ.).

2 “Наука и правительство” (англ.).

3 “От человекообразных до полководцев” (англ.).

4 “Стратегическая воздушная оборона в войне с Германией, 1939–1945” (англ.).

5 “Приложение к “Науке и правительству” (англ.).

6 “Эксперт. Персональная история ранних дней радара, астрономии и квантовой оптики” (англ.).

от глаз чрезмерно усердных лондонских инспекторов весьма несовершенное поначалу оборудование. Книга Дж. Ниссена (Jack Nissen) "Winning the Radar War"¹ (New York: St. Martin's, 1987) рассказывает о переживаниях молодого кокни, неожиданно для него оказавшегося в созданной Уотсоном Уаттом группе разработчиков, для которой скорость была важнее социальных разграничений, так что юноши из Ист-Энда вели в этих группах долгие споры с генералами, ощущая свободу, которую они прежде и представить себе не могли.

Что касается частных подробностей, в книге Дж. Р. Миллара (George Reid Millar) "The Bruneval Raid"² (London: Bodley Head, 1974) хорошо описана эта десантная операция, тогда как "The Battle of Hamburg: Allied Bomber Forces Against a German City in 1943"³ (London: Allen Lane, 1980) и до сих пор остается лучшим детальным описанием налета на Габмург. В качестве общего введения в характер военной кампании очень хороша книга С. Линквиста (Sven Lindqvist) "A History of Bombing"⁴ (London: Granta Books, 2001) — именно ей я обязан данным мною отрывистым описанием Харриса, — тому же, кто желает чем-то уравновесить это описание, стоит заглянуть в книгу М. Хастингса (Max Hastings) "Bomber Command"⁵ (London: Joseph, 1979 и издания более поздние), которая консерватив-

1 "Победить в радарной войне" (англ.).

2 "Брюневальский рейд" (англ.).

3 "Битва за Гамбург. Бомбардировочная авиация союзников против немецкого города, 1943" (англ.).

4 "История бомбардировок" (англ.).

5 "Командование бомбардировочной авиации" (англ.).

нее по духу, но отличается не меньшей детальностью проработки материала и тонкостью нюансировок. Вот пример глубины проникновения автора в психологию его персонажей: “Несмотря на то что он [Харрис] порою вредил своими пугающими преувеличениями собственному же делу, он хорошо понимал одно первейшее правило бюрократического маневрирования: громогласно, а зачастую и публично согласовав курс действий, вы можете затем избрать другой, полностью от него отличный”. Написанная Леном Дейтоном (Len Deighton) радиодрама Би-би-си “Bomber”¹ — это захватывающий рассказ человека, знающего то, о чем он говорит, не понаслышке. Книга Р. Будери (Robert Buderi) “The Invention That Changed the World: The Story of Radar from War to Peace”² (New York: Simon & Schuster, 1996) представляет собой идеальный, уместившийся в один том рассказ о развитии радара на протяжении всего двадцатого века, начиная с забытого немецкого инженера, который еще в 1904 году запатентовал судовую радарную систему, и кончая новейшими исследованиями в области радиоастрономии. В ней уделено немалое место фундаментальному вкладу лаборатории *Rad Lab* Массачусетского технологического института (МТИ), которая начала доминировать в разработке радарных систем сразу после огромного успеха, достигнутого в 1940-м системой *Chain Home*. История о том, как состоятельный человек единолично создал эту

1 “Бомбардировщик” (англ.).

2 “Изобретение, изменившее мир. История радара от военных до мирных времен” (англ.).

мощную лабораторию, составляет предмет биографии Альфреда Лумиса: Jennet Conant, "Tuxedo Park: A Wall Street Tycoon and the Secret Palace of Science That Changed the Course of World War II"¹ (New York: Simon & Schuster; 2002).

Любая служащая введением в науку о радаре книга не обходится без обсуждения электронной теории металлов; Ричард Фейнман ["QED: The Strange Theory of Light and Matter" (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1985)], прибегая к обычной для него интонации умника и остряка, показывает, каким образом квантовая электродинамика способна объяснять самые тонкие подробности того, что происходит при встрече радарных импульсов с металлом.

ТЬЮРИНГ И КОМПЬЮТЕРЫ

Репутацию Тьюринга восстановила книга Э. Ходжеса (Andrew Hodges) "Alan Turing: The Enigma" (London: Vintage, 1993; первое издание 1983). Она еще даже в большей степени, чем написанная Гамильтоном биография Фарадея, превосходит по своему уровню обычную продукцию историков науки: Ходжес — писатель высшего ранга. Особенно хорош он, когда показывает, чем обаятельна сама концепция эфемерного, хитроумно видоизменяющегося программного обеспечения годам, в которые Тьюрингу приходилось изображать гетеросексуала в мире, с подозрением относившемся

1 "Такседо-Парк. Магнат с Уолл-стрит и секретный дворец науки, изменивший ход Второй мировой войны" (англ.).

к геям. Важнейшие годы, проведенные им в Принстоне, и сексуальная ориентация Тьюринга — главные темы читаемого запоем романа Н. Стефенсона (Neal Stephenson) “Cryptonomicon” (New York: Avon, 1999). Идеальным рассказом о времени Блетчли-Парка является книга С. Сингха (Simon Singh) “The Code Book”¹ (London: Fourth Estate, 1999), которая делает тонкости криптографии такими же захватывающими для читателя, какими они были для Тьюринга.

Читатели с математическими наклонностями наверняка отметят, что, поскольку шифры используются сначала прямым, а затем обратным порядком, они следуют правилам той области абстрактной алгебры, которая именуется теорией групп, — что и составляет причину, по которой математики получают столь высокое жалованье в Центре правительственной связи (GCHQ) и Агентстве национальной безопасности (NSA). Неувядаемая книга И. Херштейна (Israel Herstein) “Topics in Algebra”² (Lexington, MA: Xerox College Publications, 1975) дает читателю понять, чего позволяют добиться изощренные методы взламывания шифров, создавая одновременно ощущение присущей абстрактному мышлению красоты. С немалой нежностью написанная К. Рид (Constance Reid) биография “Hilbert” (New York: Copernicus, 1996; original edition 1969), основу которой составили разговоры с многими коллегами Гильберта, представляет собой идеальное нетехническое введение в устрашающую на первый взгляд

1 “Шифровальная книга” (англ.).

2 “Вопросы алгебры” (англ.).

книгу А. Миллера (Arthur I. Miller) “Entscheidungsproblem¹. Insights of Genius: Imagery and Creativity in Science and Art”² (Cambridge, MA: MIT Press, 2001).

Что касается ранней истории компьютерной науки, стоит прочитать книгу М. Лингрена (Michael Lindgren) “Glory and Failure: The Difference Engines of Johann Müller, Charles Babbage, and George and Edvard Scheutz”³ (Cambridge, MA: MIT Press, 1990) — интересный рассказ о том, как два шведских инженера строят “Разностную машину № 1” Чарльза Беббиджа, а затем обнаруживают — в 1840-х, — что покупать ее никто не собирается. В книге Дж. Агара (Jon Agar) “Turing and the Universal Machine: The Making of the Modern Computer”⁴ (Cambridge, England: Icon Books, 2001) показано, каким образом развитие программ социального страхования и разрастание бюрократического аппарата вообще сделали изобретение компьютеров практически неизбежными. А в книге М. М. Уолдроп (M. Mitchell Waldrop) “The Dream Machine: J. C. R Licklier and the Revolution That Made Computing Personal”⁵ (London and New York: Viking, 2001) рассказывается о том, как необходимость персонализировать стоявшие сомкнутыми рядами пульта управления противоракетной обороны 1950-х привела к созданию

1 “Проблема выбора решения” (нем.).

2 “Прозрения гения. Образность и творческое начало в науке и искусстве” (англ.).

3 “Величие и падение. Разностные машины Иоганна Мюллера, Чарльза Беббиджа и Джорджа и Эдварда Шойцев” (англ.).

4 “Тьюринг и Универсальная Машина. Создание современного компьютера” (англ.).

5 “Машина мечты. Дж. Ч. Р. Ликлайер и революция, которая сделала компьютер персональным” (англ.).

персонального компьютера. Книга П. Маккордак (Pamela McCorduck) "Machines Who Think: A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence"¹ (Natick, MA: AK. Peters, 2003; исправленное и пересмотренное издание 1979 года) рассказывает о первых поколениях исследователей, пытавшихся — скорее с энтузиазмом, чем с успехом — воплотить в жизнь мечты Тьюринга об искусственном разуме.

Всякому, кто пытался заставить работать большую компьютерную систему — и удивлялся, обнаружив, насколько это сложно, — наверняка доставит удовольствие любимейшая моя из всех написанных системщиками книг: "The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering"² (Reading, MA: Addison-Wesley, anniversary edition 1995); к ней стоит добавить рассказывающий о современном состоянии дела и обладающий сходством со сказаниями менестрелей сборник Э. Реймонда (Eric Raymond) "The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary"³ (Sebastopol, CA: O'Reilly, 1999). Книга Г. Ферри (Georgina Ferry) "A Computer Called Leo: Lyons Teashops and the World's First Office Computer"⁴ (London: Fourth Estate, 2003) представляет собой смелую попытку присмо-

1 "Думающая машина. Личный взгляд на историю и перспективы искусственного интеллекта" (англ.).

2 "Мифический человеко-месяц. Эссе о разработке программного обеспечения" (англ.).

3 "Храм и базар. Размышления невольного революционера о "Линаксе" и открытом исходном коде" (англ.).

4 "Компьютер по имени "Лев". Чайные "Лайонс" и первый в мире офисный компьютер" (англ.).

треться к ранним и не весьма успешным стараниям создать британскую компьютерную индустрию. Книга Д. Хиллиса (Danny Hillis) "The Pattern on the Stone"¹ (London: Weidenfeld and Nicholson, 1998) — превосходное краткое введение в компьютерную науку; более продвинутый взгляд на то, "как это делается", содержится в книге Н. Гершенфилда (Neil Gershenfeld) "The Physics of information Technology"² (New York: Cambridge University Press, 2000).

ТРАНЗИСТОРЫ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Майкл Риордан (Michael Riordan) и Лиллиан Ходдесон (Lillian Hoddeson) проинтервьюировали немалое число тех, кто участвовал в создании работающего транзистора, и это сообщило их книге "Crystal Fire: The invention of the Transistor and the Birth of the Information Age" (New York: W. W. Norton, 1997) особую непосредственность и авторитетность. Подобный же подход Ходдесон избрала в своей биографии скромного теоретика, возглавлявшего некогда группу *Bell Labs*: Lillian Hoddeson (в соавторстве с Vicki Daitch), "True Genius: The Life and Science of John Bardeen"³ (Washington, DC: Joseph Henry Press, 2001). Обе эти книги показывают, насколько размытой и гипотетичной может выглядеть в момент своего рождения технология, которая задним числом представляется столь очевидной.

1 "Рисунок на камне" (англ.).

2 "Физика информационной технологии" (англ.).

3 "Тений. Жизнь и наука Джона Бардина" (англ.).

Чтение каждого основательного текста, посвященного квантовой механике, требует знания ее научных основ, — хорошим подспорьем в этом отношении могут стать книга Дж. Эль-Халили (Jim Al-Khalili) “Quantum”¹ (London: Weidenfeld & Nicolson, 2003) и обладающий несколько более развитой исторической ориентацией труд Т. Хей (Tony Hey) и П. Уолтерса (Patrick Walters) “The Quantum Universe”² (Cambridge, England: Cambridge University Press, 1987), — эта книга содержит такие лакомые кусочки, как рассказ о неудачливом британском инженере-радарщике Дж. У. А. Даммере, который еще в 1952-м разработал детальный план создания интегральной схемы, но завяз в той самой административной трясине, которая погубила Тьюринга.

Книга Дж. Полкингорна (John Polkinghorne) “Quantum Theory: A Very Short Introduction”³ (Oxford and New York: Oxford University Press, 2002) представляет собой подобие элегантного конспекта, составленного человеком, который долгое время преподавал в Кембридже; среди прочего она содержит лучшее из известных мне кратких изложений зонной структуры кристаллических твердых тел. Книга Л. Краусса (Lawtence Krauss) “Fear of Physics: A Guide for the Perplexed”⁴ (New York: Basic Books, 1994) — это шутливый, но изобретательный обзор современной физики в целом.

1 “Квант” (англ.).

2 “Квантовая вселенная” (англ.).

3 “Квантовая теория. Очень короткое введение” (англ.).

4 “Страх перед физикой. Руководство для сбивших с толку” (англ.).

Причудливая и умная книга Р. Пайерлса (Rudolf Peierls) "Bird of Passage: Recollections of a Physicist"¹ (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1985) содержит глубоко личный рассказ о ключевых концепциях "дырок". Более систематичный анализ каждого этапа развития этого научного направления содержится в книге "Out of the Crystal Maze: Chapters from the History of Solid State Physics"², edited by L. Hoddeson, E. Braun, J. Teichmann, and S. Weart (New York: Oxford University Press, 1992). Читатели, хотя бы немного знающие немецкий, получают огромное удовольствие, исследуя диковатые психологические корни "принципа запрета" Паули с помощью книги "Wolfgang Pauli und C. G. Jung. Ein Briefwechsel 1932–1958"³, ed. C. A. Meier (Berlin and Heidelberg: Springer, 1992).

Весьма важные технологии, для которых не нашлось места в этой книге, хорошо описаны в других: David E. Fisher and Marshal Jon Fisher, "Tube: The Invention of Television"⁴ (Washington, DC: Counterpoint, 1996) и Charles Townes, "How the Laser Happened"⁵ (New York and London: Oxford University Press, 1999). В книге Таунса, помимо сдержанных воспоминаний о тихом утре, в которое ему, сидевшему на скамейке вашингтонского парка, впервые пришла в голову идея лазера, описаны также и промышленные применения его изобретения, равно

1 "Перекасти-поле. Воспоминания физика" (англ.).

2 "Выход из лабиринта кристаллов. Главы из истории физики твердого тела" (англ.).

3 "Вольфганг Паули и К. Г. Юнг. Переписка 1932–1958" (нем.).

4 "Трубка. Изобретение телевидения" (англ.).

5 "Как возник лазер" (англ.).

как и гигантские лазеры, каковые в течение миллиардов лет сами собой образуются во Вселенной вследствие того, что низкая плотность материи и наличие массивных источников энергии создают идеальные условия для возникновения таких лучей.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ РАБОТЫ

Если вы состоите в организации, которая разработала компьютерный манипулятор, именуемый ныне “мышью”, концепцию цифровых папок, просмотра прокруткой, выбора папки курсором и ее открытия нажатием кнопки, да, собственно, и почти все ключевые особенности персонального компьютера — разработала, но не сумела прибыльно их использовать, — вы поневоле начинаете хорошо разбираться в проблемах, связанных с успехами и неудачами исследовательских лабораторий. Возможно, поэтому Джон Сили Браун, прошедший долгое время на посту директора компании *Xerox PARK* (исследовательского центра *Xerox* в г. Пало-Альто), на долю которой выпали (правда, до того, как он возглавил ее) все эти неудачи, дал, совместно с Полом Дугидом, лучшее, на мой взгляд, описание того, как в действительности осуществляются новшества и в компаниях, и в обществе: John Seely Brown and Paul Duguid, “The Social Life of Information”¹ (Boston: Harvard Business School Press, 2000).

В добавление к этой книге стоит прочесть и другие: Fred Hargood, “Up the Infinite Corridor: MIT

1 “Общественная жизнь информации” (англ.).

and the Technological Imagination”¹ (Reading, MA: Addison-Wesley, 1993) — спокойное антропологическое исследование странного, трансформирующего мир существа, именуемого “инженером МТИ”; отредактированную Ричардом Родесом антологию “Visions of Technology: A Century of Vital Debate About Machines, Systems and the Human World”² (New York: Simon & Schuster; 1999), содержащую образчики дискуссий относительно того, чего эти существа достигли. Книга П. Холла (Peter Hall) “Cities in Civilization: Culture, Innovation, and Urban Order”³ (London: Weidenfeld & Nicolson, 1998) хоть и пугает своей толщиной, но представляет собой превосходно читаемый рассказ о том, как меняется общество; одна из длинных глав ее посвящена творческом усилии, предпринимавшимся в городе Элвиса Пресли Мемфисе, штат Техас, перед самым появлением на свет транзисторной технологии. В книге Джона и Уильяма Маккнилов (John R. McNeill and William H. McNeill) “The Human Web: A Bird’s-Eye View of World History”⁴ (New York: W. W. Norton, 2003) преобразования информации рассматриваются как центральный этап истории цивилизации; на мой взгляд, эту книгу стоит считать основополагающим обзором того, что имеет предложить нам наш двадцать первый век.

- 1 “По бесконечному коридору. МТИ и технологическая информация” (англ.).
- 2 “Технологические видения. Столетие жизненно важных дебатов по поводу машин, систем и мира людей” (англ.).
- 3 “Роль городов в цивилизации. Культура, новшества и городские порядки” (англ.).
- 4 “Человеческая паутина. Взгляд на мировую историю с высоты птичьего полета” (англ.).

МОЗГ И ЗА ПРЕДЕЛАМИ МОЗГА

Физиология человека великолепно представлена в прекрасно иллюстрированном томе "The Oxford Companion to the Body"¹, (Oxford and New York: Oxford University Press, 2001). Собственный рассказ Ходжкина о том состоянии дел, какое сложилось через двадцать лет после сделанного им и Хаксли открытия, содержится в книге "The Conduction of the Nervous Impulse"² (Liverpool: Liverpool University Press, 1963); красноречивый рассказ о жизни Ходжкина можно найти в его обширной автобиографии, написанной в 1992-м: "Chance and Design"³ (Cambridge, England: Cambridge University Press). Речь о мозге в целом идет в живой, точно рассказ школьной учительницы, книге С. Гринфилд (Susan Greenfield) "The Private Life of the Brain"⁴ (New York: John Wiley, 2000); а книга Дж. Маккрона (John McCrone) "Going Inside: A Tour Round a Single Moment of Consciousness"⁵ (London: Faber and Faber, 1999) представляет собой исследование более размеренное и детальное. Книга Д. Хьюбера (David Huber) "Eye, Brain and Vision"⁶ (San Francisco: Scientific American Library, 1988) — прекрасный рассказ о том, что представляет собой зрение, поведавший ученым, многое сделавшим для того, чтобы это выяснить. Помимо прочего, эта книга хорошо

1 "Оксфордский путеводитель по телу человека" (англ.).

2 "Проведение нервного импульса" (англ.).

3 "Случай и замысел" (англ.).

4 "Частная жизнь мозга" (англ.).

5 "Что там внутри. Экскурсионный осмотр единственного мига сознания" (англ.).

6 "Глаз, мозг и зрение" (англ.).

написана и обходится без привычных фраз о переносе ионов сквозь мембрану, вместо них мы встречаем куда более живые: “смахивающие на маленькие машины белки... которые ловят ионы и выбрасывают их из клетки”.

Книга Л. К. Розенфельд (Leonora Cohen Rosenfield) “From Beast-Machine to Man-Machine: Animal Soul in French Letters from Descartes to La Mettrie”¹, (New York: Octagon Books, 1968), — превосходный интеллектуальный рассказ (написанный в уместно телеологической манере) о том, как возникали интеллектуальные предубеждения, в которых столь нуждались физиологи девятнадцатого столетия. Статья П. Крэнфилда (P. Cranefield) “The organic physics of 1847 and the biophysics of today”², опубликованная в “The Journal of the History of Medicine and Allied Sciences” 12 (October 1957), рассказывает о состоявшейся в Берлине 1847 года наполовину секретной и весьма плодотворной встрече четверых молодых ученых, в ходе которой они пришли к выводу, что пора порвать со всеми прежними религиозными авторитетами и заняться наконец измерениями конечной скорости распространения электрических токов по нерву; жизнеописание “Hermann von Helmholtz: A Life”³, Л. Кенигсбергера (Leo Koenigsberger) (Oxford, England: Oxford University Press, 1906) показывает, какое волнение испытывал главнейший из мыслителей этой

1 “От животного-машины к человеку-машине. Душа животного во французской литературе от Декарта до Ламетри” (англ.).

2 “Органическая физика 1847 года и сегодняшняя биофизика” (англ.).

3 “Жизнь Германа фон Гельмгольца” (англ.).

группы перед началом осуществления их замысла. Эссе Т. Куна (Thomas Kuhn) "Energy Conservation As an Example of Simultaneous Discovery"¹ в "The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change"² (Chicago and London: University of Chicago Press, 1977) помещает работу этой группы в общий контекст, показывая, что уже начиная со времени, когда Фарадей ставил свои опыты (опровергнувшие наконец туманную контактную теорию Вольта о возникновении электричества), все было готово для того, чтобы в последующие два десятилетия ученые, которых насчитывается по меньшей мере дюжина, "независимо один от другого" открыли закон сохранения энергии. В книге Г. Рашмана (G. B. Rushman, "A Short History of Anesthesia"³ (London: Butterworth-Heinemann, 1996) прослеживаются пути, которыми научная физиология проникла в самые ограниченные практические методы хирургии.

Посвященная развитию представлений о рецепторах мозга — представлений, которые привели к появлению лекарств узконаправленного действия, — книга С. Снайдера (Solomon Snyder) "Brainstorming: The Science and Politics of Opiate Research"⁴ (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989) показывает нам ее автора как мудрого

1 "Сохранение энергии как пример одновременного открытия" (англ.).

2 "Существенное напряжение. Избранные работы по научной традиции и переменам" (англ.).

3 "Краткая история анестезии" (англ.).

4 "Атака на мозг. Наука и политика в исследовании седативных средств" (англ.).

и по-отечески снисходительного руководителя лаборатории; в воспоминаниях самого раздражительного из его бывших коллег К. Перта (Candace Pert) "Molecules of Emotion"¹, (New York: Simon & Schuster, 1997) картина предстает несколько иная. Как бы там ни было, обзорная работа Снайдера "Drugs and the Brain"² (San Francisco: Scientific American Library, 1986) — это хороший источник основных сведений о работе синапсов и рецепторов. Если же вы хотите понять, что представляла собой совершенная прозаком революция, вам не найти текста лучшего, чем доброжелательная и проникновенная книга П. Крамера (Peter Kramer) "Listening to Prozac"³ (London: Fourth Estate, 1994).

И наконец, если вам хочется узнать побольше о том, что описано во вступлении и эпилоге этой книги, обратитесь к сочинению покойного Хейнца Пагельса (Heinz Pagels) "The Cosmic Code"⁴ (New York: Simon & Schuster, 1982) — поэтическому шедевру, повествующему о микро- и макромире; прочтите и книгу С. Вайнберга (Steven Weinberg) "The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe"⁵ (London: Deutsch, 1977), в которой показано, как даже простые, изучаемые в старших классах школы уравнения способны, при правильном их понимании, в поразительных подро-

1 "Молекулы эмоций" (англ.).

2 "Лекарственные средства и мозг" (англ.).

3 "Прислушиваясь к прозаку" (англ.).

4 "Космический код" (англ.).

5 "Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение вселенной" (англ.).

стях описать первые мгновения существования Вселенной. Книги М. Риса (Martin Rees) "Our Cosmic Habitat"¹ (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001) и Ф. Адамса (Fred Adams) и Г. Лафлина (Greg Laughlin) "The Five Ages of the Universe"² (New York: Simon & Schuster, 1999) показывают, сколь величавые картины и перспективы способны разворачивать перед нами лучшие из астрофизиков.

1 "Наша космическая обитель" (англ.).

2 "Пять возрастов Вселенной" (англ.).

Благодарности

И эта книга, подобно другим, написанным мной, выросла из лекций, которые я читал в годы преподавания в Оксфорде, за что я просто обязан поблагодарить Ральфа Дарендолфа, Эви Шлаима, Роджера Оуэна и всех, кто тогда работал в колледже Св. Антония. Идея обратить лекции в текст, который рассказывал бы столько же о практической технологии, сколько и о лежащей в ее основе науке, отчасти связана со временем, которое я провел с исследовательскими или “сценарными” группами крупных компаний, и здесь особого упоминания заслуживают компании *Microsoft*, *BMW*, *Shell* и *Pfizer*, а отчасти с присутствием всей моей родне сдержанным отношением к миру: с ее ощущением, что место это хоть и чудесное, но странное, однако спокойное понимание его — и уважение к практическим навыкам — позволяет нам идти по нему своим путем.

Таким отношением к миру я в особенности обязан моему дяде Мюррею Алперту, скончавшемуся

как раз в то время, когда я дописывал эту книгу. Он прослужил в воздушных силах США едва ли не дольше всех, вступив в военную авиацию незадолго до начала Второй мировой войны и закончив службу уже в эпоху истребителей “стелс” F-117. Он спокойно и уверенно брался за любую техническую работу, не делая разницы между прокладкой — в спокойные выходные — труб для домашнего душа и уходом за электрическими системами этих огромных военных самолетов. Я очень любил наблюдать за тем, как он работает.

Книга начинается с упоминания о моем покойном отце, сначала мальчике, потом юноше, перебравшемся в 1920-х в Чикаго, а заканчивается портретом моей матери, происходившей из фермерской семьи штата Огайо — отец встретил ее вскоре после Второй мировой войны, и это положило начало семье, которая и окружала ее почти шестьдесят лет спустя, когда она показывала нам его первые любовные письма. Если эта книга и демонстрирует какую-либо проницательность, я обязан ею им обоим. Два брата матери, Лео и Жене Пасселлы, и ее сестры, Сара Алперт и Дорис Истон, также разделяли с ней замечательно серьезное отношение к жизни — я с большой любовью вспоминаю их всех, уже семидесяти- или восьмидесятилетних, собиравшихся в своем фермерском доме в Огайо у телевизора, чтобы посмотреть выпуск новостей, и понимаю: эта картина содержала в себе более чем четырехсотлетний запас воспоминаний, которыми я должен поделиться с людьми, толково и умно подбирая слова.

Множество друзей помогало мне на разных этапах создания этой книги, в том числе Ребекка Абрамс, Шанда Балес, Санни Бейтс, Джулиа Биндман, Жас-

мин Бертлз, Дуг Борден, Ричард Коэн, Эстер Эйдинов, Джанет Эванс, Энни и Крис Финн, Бетти Сью Флауэрс, Бранди Фрейзингер, Мэтт Голди, Ронда Голдштейн, Джо Хэйнал, Тим Харфорд, Мэттью Хоффман, Наташа Иллум Берг, Джоанна Калмер, Тара Лемэй, Адам Леви, Сюзанна Либерд, Карен Лейбрих, Питер Мейн, Терри Маннинг, Артур Миллер, Фран Монкс, Дэн Ньюмен, Миа Нибрант, Тереза Пул, Рамана Рао, Марсиа Розенгард, Харриет Рубин, Джонатан Раффл, Тира Шубарт, Джулиа Стюарт, Дженнифер Салливан, Илан Троэн и в особенности Габриэль Уолкер; я хотел бы поблагодарить каждого и каждую из них отдельно, но мне не хватает для этого слов, и я могу лишь сказать: их доброта и проницательность во многом изменила книгу к лучшему.

Начало этому проекту положила в издательстве *Crown* Эмили Луз, а завершила его Рэчел Клейман, обеими руководили и помогали в его осуществлении Кристин Кизер и Стив Росс; терпение, которое они проявляли по отношению к автору, вечно стремившемуся “изменить еще кое-что”, не оценить невозможно. *Crown* — крупная фирма, однако ей каким-то образом удается внушать своим авторам чувство, что они составляют часть некоего содружества. Помню, однажды я вел с Рэчел, Кристин и Стивом шуточный разговор о том, как строит свои книги Эрик Ларсон, и это заставило меня обратиться к его “Урагану Исаака”, книге, из которой я и почерпнул в итоге идею набранных курсивом вставок, помещающих историю электричества в более масштабную астрономическую картину. Не будь того разговора, я этого сделать даже не попробовал бы.

По-настоящему сочинение книги началось в те минуты, когда ее будущий автор лежал, накры-

вая телом разлетевшиеся бумаги, на переднем сиденье “лендкрузера”, стоявшего на высоте 6000 футов с закрытыми окнами — тщетная попытка заслониться от урагана, который налетал из долины Грейт-Рифт (дело было в Танзании), — а приятельница автора, полная энтузиазма скандинавка, кричала — расслышать ее сквозь рев ветра было трудно, — что обычно здесь не так холодно! И едва она это прокричала, как ветер утих! Она была права, хоть это и выяснилось лишь через несколько часов, когда я сидел на балконе ее дома, глядя на закат, чувствуя, как понемногу восстанавливается мое кровообращение, и болтая с ней о том о сем; когда же она принялась читать что-то вслух, а я, полузакрыв глаза, слушал ее, мне вдруг стало ясно, какой могла бы быть интонация этой книги. Мир стар, однако электричество намного старше его. Это оно сформировало холмы Масан, которые были едва-едва различимы с того балкона, и оно же сформировало жизни всех тех, кто бродит по этим холмам.

А завершилось написание книги в пяти милях над Атлантическим океаном, когда я сидел в уютном кресле реактивного лайнера рядом с моей восьмилетней дочерью, летя с ней домой, к ее старшему брату. Как сильно помогли мне мои дети, им только еще предстоит понять. Когда мне требовалось быстро написать большой кусок этой книги, они принимались осыпать меня нетерпеливыми вопросами; а утратив в какой-то из глав основную нить рассказа, я старался опробовать эту главу на них, рассказывая им истории из нее, пока мы поутру шагали, скакали, бежали — в общем, продвигались к их школе.

Какие-то куски книги сочинялись ночами, однако по большей части я вставал очень рано и писал по

утрам. У нас большая кухня с большими окнами, и я, прогулявшись в темноте по еще тихому Лондону, возвращался в нее, заваривал кофе или чай, а затем раскладывал бумаги по деревянному столу, за которым нам предстояло спустя несколько часов завтракать. Как правило, я заглядывал, вернувшись в дом, в комнаты детей — к Сэму, у которого висит на стене огромная афиша с изображением Гомера Симпсона, к Софи, которой Симпсона заменяют сказочные замки, — но если и не заглядывал, само сознание того, что они рядом, наполняло мою душу великим покоем.

Мало-помалу в парках за окнами начинали все громче и громче петь птицы, затем воникали первые проблески света, а в половине седьмого или в семь на кухне появлялся первый облаченный в пижаму ребенок, еще сонный, но готовый поболтать или, по крайней мере, подкрепиться соком либо теплым шоколадом. Они сидели, прислонясь к стене под самым большим из окон, и либо читали что-то, либо рисовали, а то и вовсе ничего не делали, — просто радовались возможности побыть в обществе папы. Я писал, стараясь не улыбаться и чувствуя, как проникают в мою душу их мысли, их нежность.

Чувствуя, как их удовлетворенность жизнью проникает в мои слова.

Серия GALILEO

Дэвид Боданис

Электрическая Вселенная

*Невероятная, но подлинная
история электричества*

Главный редактор издательства "КоЛибри"

О.Морозова

Редактор И.Опимах

Художник А.Бондаренко

Технический редактор Л.Синицына

Корректор Н.Пущина, Т.Филиппова

Компьютерная верстка Т.Коровенкова

ООО "Издательская Группа Аттикус" —
обладатель товарного знака "Издательство КоЛибри"
119991, Москва, 5-й Донской проезд, д. 15, стр. 4
Наш адрес в Интернете: www.atticus-group.ru

Подписано в печать 11.02.2009. Формат 84×108/32.

Бумага офсетная. Гарнитура "Octava OSC".

Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,16.

Тираж 5000 экз. Заказ № 9814.

Отпечатано в ОАО "Тульская типография"
300600, Тула, проспект Ленина, 109

ПО ВОПРОСАМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ:

В Москве: ООО "Издательская Группа Атиккус"
тел. (495) 933-76-00, факс (495) 933-76-19
e-mail: sales@atticus-group.ru

В Санкт-Петербурге: "Атиккус-СПб"
тел./факс (812) 783-52-84
e-mail: machaon-spb@mail.ru

В Киеве: "Махаон-Украина"
тел. (044) 490-99-01
e-mail: sale@machaon.kiev.ua

GALILEO

DAVID BODANIS

Electric Universe

How Electricity Switched on the Modern World



Представить наш мир без электричества невозможно — мы все и дня не проживем без него. Ведь как обойтись без электрического света, телевизоров, компьютеров, мобильных телефонов...

Книга блестящего популяризатора науки Дэвида Боданиса — история электричества, в которой есть

свои герои и негодяи, триумфы и трагедии. В 2006 году Боданис получил за "Электрическую Вселенную" премию "Авентис", присуждаемую британским Королевским научным обществом за лучшую научно-популярную книгу года.



Самое интересное, самое новое,
самое невероятное о науке и ее

