

```
<!DOCTYPE book>
<book>

<head>
<title> Волтер Айзексон </title>
<style>
body {background-color: black;}
h1 {font-family:osnova;
color: white;}
h2 {font-family:osnova;
color: white;}
</style>
</head>

<body>
<h1> Інноватори </h1>
<h2> Як група хакерів, геніїв  
та ґіків здійснила цифрову  
революцію </h2>
</body>

</book>
```


ІННОВАТОРИ

WALTER ISAACSON

THE INNOVATORS

HOW A GROUP OF HACKERS,
GENIUSES, AND GEEKS
CREATED THE DIGITAL REVOLUTION

SIMON & SCHUSTER · 2014

NEW YORK · LONDON · TORONTO · SYDNEY · NEW DELHI

ВОЛТЕР АЙЗЕКСОН

ІННОВАТОРИ

**ЯК ГРУПА ХАКЕРІВ,
ГЕНІЇВ ТА ГІКІВ ЗДІЙСНИЛА
ЦИФРОВУ РЕВОЛЮЦІЮ**

Переклав з англійської
Дмитро Гломозда

«НАШ ФОРМАТ»
Київ · 2017

УДК 005:[004:330.341.1
ББК 65.290-2-5+32.97
А36

Айзексон Волтер

А36 Інноватори. Як група хакерів, геніїв та гіків здійснила цифрову революцію / Волтер Айзексон ; пер. з англ. Дмитра Гломозди. — К. : Наш формат, 2017. — 488 с.
ISBN 978-617-7279-81-4 (паперове видання)
ISBN 978-617-7388-88-2 (електронне видання)

Мало хто знає, що теорію сучасного цифрового світу сформулювала жінка ще в середині XIX століття; і не будь-хто, а донька самого Байрона — леді Лавлейс. За півтора століття цифрову еру наближали багато людей, проте більшість так і залишилася в тіні.

Це книжка про різні етапи цифрової революції, про гіків, хакерів і мрійників, які кардинально змінили світ і підхід до бізнесу. Вона про диваків, яким нині людство завдячує електронним комфортом: Алана Тюрінга, Білла Гейтса, Стіва Возняка, Стіва Джобса, Ларрі Пейджа та інших. З неї ви дізнаєтеся про глибокі інновації і роль творчої співпраці в історії людства.

УДК 005:[004:330.341.1
ББК 65.290-2-5+32.97

Літред *Євген Лущиків*. Коректори *Леся Дудченко, Галина Харук*. Наукред *Тарас Міщенко*. Верстальник *Денис Піорко*. Дизайнер обкладинки *Богдан Стрільчик*. Худред *Катерина Аврамчук*. Техкер *Микола Климчук*. Випусковий редактор *Глона Буц*. Відповідальний за випуск *Антон Мартинов*

Надруковано в Україні видавництвом «Наш формат» у типографії «Юнісофт». Підписано до друку 27.02.2017. Тираж 4000 прим. Термін придатності необмежений. Замовлення № 317/02. ТОВ «НФ», пров. Алли Горської, 5, м. Київ, Україна, 01032, тел. (044) 222-53-49, pub@nashformat.ua. Свідоцтво ДК № 4722 від 19.05.2014. Висновок Держ. сан.-епідем. експертизи № 05.03.02.-04/51017 від 16.11.2015.

Науково-популярне видання
Серія «Світоглядна література»

ISBN 978-617-7279-81-4 (паперове видання)
ISBN 978-617-7388-88-2 (електронне видання)

Всі права застережено. All rights reserved
© Walter Isaacson, 2014
© Гломозда Д., пер. з англ., 2017
© ТОВ «НФ», виключна ліцензія на видання,
оригінал-макет, 2017

ЗМІСТ

<i>Вступ. Як виникла ця книжка</i>	12
<i>Розділ 1. АДА, ГРАФІНЯ ЛАВЛЕЙС</i>	16
<i>Розділ 2. КОМП'ЮТЕР</i>	40
<i>Розділ 3. ПРОГРАМУВАННЯ</i>	85
<i>Розділ 4. ТРАНЗИСТОР</i>	123
<i>Розділ 5. МІКРОЧІП</i>	157
<i>Розділ 6. ВІДЕОІГРИ</i>	183
<i>Розділ 7. ІНТЕРНЕТ</i>	197
<i>Розділ 8. ПЕРСОНАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕР</i>	238
<i>Розділ 9. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</i>	281
<i>Розділ 10. ОНЛАЙН</i>	344
<i>Розділ 11. ВСЕСВІТНЯ ПАВУТИНА</i>	364
<i>Розділ 12. АДА НАЗАВЖДИ</i>	419
<i>Подяки</i>	439
<i>Примітки</i>	441

1843



Ада, графиня Лавлейс, публікує «Примітки» до опису аналітичної машини Беббіджа

1847

Джордж Буль створює математичну систему, в якій використовує алгебру для логічних умовиводів

1890



Результати перепису населення табулюються за допомогою перфокарткових машин Германа Холлеріта

1931



Веннівер Буш розробляє диференційний аналізатор — аналоговий електромеханічний комп'ютер

1935

Томмі Флаверс започатковує використання радіоламп як перемикачів у електричних схемах

1937



Алан Тюрінг публікує статтю «Про обчислювані числа», в якій описує універсальний комп'ютер



Клод Шеннон описує принципи використання схем із перемикачів для виконання операцій булевої алгебри

Джордж Штібіц з Bell Labs виступає з ідеєю створення калькулятора з електричною схемою



Говард Ейкен виступає з ідеєю побудови великого цифрового комп'ютера та віднаходить у Гарвардському університеті деталі різничевої машини Беббіджа



Під час поїздки на автомобілі довгої грудневої ночі Джон Вінсент Атанасов формує концепції, необхідні для побудови електронного комп'ютера

1938

Вільям Г'юлетт та Девід Паккард засновують компанію в гаражі у Пало-Альто

1939

Атанасов завершує роботу над моделлю електронного комп'ютера з пам'яттю на основі механічних обертальних барабанів



Тюрінг приїздить до Блечлі-Парку для роботи над зломом німецьких шифрів

1941



Конрад Цузе завершує Z3 — повнофункціональний електромеханічний програмований цифровий комп'ютер



Джон Маклі приїздить у гості до Атанасова в Айову, той демонструє йому свій комп'ютер

1800

1942



Атанасов закінчує роботу над частково функціональним комп'ютером із трьохмастами радіолампами і йде на службу у ВМС

1943



У Блечлі-Парку збудовано «Колос» — радіоламповий комп'ютер для зламу німецьких шифрів

1944



Запущено в експлуатацію Mark I



Джон фон Нейман вирушає до Пенсильванського університету для роботи над ENIAC

1945

Фон Нейман пише «Перший чорновий варіант звіту про EDVACS», в якому описує комп'ютер зі зберезуваними програмами



Шість програмісток ENIAC на навчанні в Абердині



Веннівер Буш публікує статтю «Як може здатися», в якій описує персональний комп'ютер

Буш публікує роботу «Наука — безкінечний фронтир», в якій виступає з ідеєю урядового фінансування фундаментальних та прикладних досліджень

ENIAC стає повністю функціональним

1947



У Bell Labs винайдено транзистор

1950

Тюрінг публікує тест на визначення, чи може машина мислити як людина

1952



Грейс Гоппер розробляє перший комп'ютерний компілятор

В Інституті перспективних досліджень фон Нейман завершує побудову сучасного комп'ютера



UNIVAC передбачає перемогу Ейзенгавера на президентських виборах

1952

1954

Тюрінг вчиняє самогубство



Texas Instruments презентує кремнієвий транзистор та допомагає налагодити виробництво радіоприймачів Regency

1956



Засновано компанію Shockley Semiconductor

Перша конференція зі штучного інтелекту

1957



Роберт Нойс, Гордон Мур та інші засновують компанію Fairchild Semiconductor



Росія запускає «Супутник»

1958

Оголошено про створення Агентства з перспективних дослідницьких проектів (ARPA)



Джек Кілбі демонструє інтегральну схему (мікрочіп)

1959

Нойс та його колеги з Fairchild незалежно від Кілбі винаходять мікрочіп

1960



Джозеф Ліклайдер публікує роботу «Людино-комп'ютерний симбіоз»



Пол Берен з RAND розробляє пакетну комутацію

1961

Президент Кеннеді пропонує відправити людину на Місяць

1962



Хакери з MIT створюють гру Spasewar

Ліклайдер стає директором-засновником Відділу методів обробки інформації ARPA

Дар Енгельбарт публікує роботу «Доповнюючи людський інтелект»

1963

Ліклайдер висуває ідею «Міжгалактичної комп'ютерної мережі»



Енгельбарт та Білл Інгліш винаходять «мишу»

1954

1964



Кен Кізі та «Веселі пустуни» здійснюють автобусну подорож Америкою

1965

Тед Нельсон публікує першу статтю про гіпертекст



Сформульовано закон Мура, згідно з яким потужність мікročіпів подвоюватиметься приблизно що два роки

1966



Стюарт Бранд та Кен Кізі організують «Фестиваль приходів»



Боб Тейлор переконує голову ARPA Чарльза Герцфельда профінансувати ARPANET

Дональд Девіс вводить в ужиток термін «пакетна комутація»

1967

У Енн-Арбор та Гетлінбурзі проходять обговорення проекту ARPANET

1968



Ларрі Робертс розсилає тендерні пропозиції на виготовлення ІПП для ARPANET



Нойс та Мур заснують компанію Intel та беруть на роботу Енді Гроуа



Бранд публікує перший номер «Каталогу усїєї Землі»



Енгельбарт з допомогою Бранда влаштує «Матір усїх демопоказів»

1969



Встановлено перші вузли ARPANET

1971

Дон Гофлер починає вести в Electronic News колонку під назвою «Кремнієва долина, США»

Вечірка на честь закриття «Каталогу усїєї Землі»



Представлено мікропроцесор Intel 4004



Рей Томлінсон винаходить електронну пошту

1972



Нолан Бушнелл з Елом Елкорном з компанії Atari створюють ігровий автомат Pong

1972

1973



У Хероx PARC Алан Кей допомагає створити Alto

Боб Меткалф з Хероx PARC розробляє Ethernet



У Leopold's Records в університеті Берклі встановлено загальнодоступний термінал «Громадська пам'ять»



Вінт Серф та Боб Кан завершують роботу над стеком інтернет-протоколів TCP/IP

1974

Випущено мікропроцесор Intel 8080

1975



З'являється персональний комп'ютер Altair від компанії MITS



Пол Аллен та Білл Гейтс пишуть BASIC для Altair, засновують Microsoft

Перші збори Кустарного комп'ютерного клубу



Стів Джобс та Стів Возняк випускають Apple I

1977



Випущено Apple II

1978

В інтернеті з'являється перша система дощок оголошень

1979

Винайдено тематичні конференції Usenet

Джобс здійснює візит до Хероx PARC

1980



IBM замовляє Microsoft розробити операційну систему для ПК

1981

На ринку з'являється модем Hayes Smartmodem, орієнтований на домашніх користувачів

1983



Microsoft анонсує Windows



Річард Столмен починає розробляти безкоштовну операційну систему GNU

1973

1984



Apple презентує Macintosh

1985



Стюарт Бранд та Ларрі Брилліант запускають The WELL

CVC запускає Q-link, який згодом переростає у AOL

1991



Лінус Торвальдс випускає першу версію ядра Linux



Тім Бернерс-Лі сповіщає про запуск всесвітньої павутини (World Wide Web)

1993



Марк Андріссен сповіщає про вихід браузера Mosaic



Сервіс AOL Стіва Кейза пропонує прямий доступ до інтернету

1994



Джастін Холл запускає свій веб-щоденник та каталог

HotWired та Pathfinder корпорації Time стають першими великими веб-журналами

1995

Ворд Каннінгем запускає в мережі свою WikiWikiWeb

1997



Комп'ютер Deep Blue компанії IBM виграє в шахи у Гаррі Каспарова

1998



Ларрі Пейдж та Сергій Брін запускають Google

1999



Ев Вільямс запускає Blogger

2001



Джиммі Вейлз разом із Ларрі Сенгером запускають Wikipedia

2011



Комп'ютер Watson компанії IBM перемагає у вікторині Jeopardy!

2011

Вступ

ЯК ВИНИКЛА ЦЯ КНИЖКА

Комп'ютер та інтернет — це найважливіші винаходи нашої ери, але мало кому відомо, хто їх створив. Вони не були склепані на горіщі чи в гражі винахідниками-одинаками, чиї окремі портрети можна було б помістити на обкладинки журналів чи в пантеон поруч із Едісоном, Беллом та Морзе. Натомість більшість інновацій цифрової епохи були результатом колективної праці. До їхнього створення було залучено багато чудових людей: дехто був винахідником, а кілька — навіть геніями. Перед вами історія цих піонерів, хакерів, винахідників та підприємців — ви дізнаєтесь, ким вони були, як працював їхній розум та що зробило їх настільки творчими. Це також оповідь про те, як вони співпрацювали та чому їхня здатність взаємодіяти як одна команда зробила їх ще *більш* творчими.

Розповідь про їхню командну роботу важлива, оскільки ми нечасто звертаємо увагу на важливість уміння працювати гуртом для новаторства. Вже написано тисячі книжок, що прославляють людей, яких ми, біографи, зображуємо чи міфологізуємо як винахідників-одинаків. Я сам написав декілька таких. Задайте на Amazon пошук за фразою *the man who invented* («людина, що винайшла»), і ви одержите список із 1860-ти книжок. Але історій про творчу співпрацю значно менше, хоча саме вона є важливішою для розуміння того, як творилася нинішня технологічна революція. До того ж така історія може бути навіть цікавішою.

Нині ми так багато говоримо про інновації, що це стало красивим слівцем, позбавленим чіткого значення. Тож у цій книзі я маю на меті розповісти, як насправді виникає інновація в реальному світі. Як найвинахідливіші інноватори нашого часу перетворили проривні ідеї на реальність? Я зосереджуся десь на десятку найзначніших проривів цифрової епохи та людях, що їх здійснили. Які інгредієнти уможливили їхні творчі стрибки? Які навички виявилися найкориснішими? Як вони конкурували та співпрацювали? Чому одні досягли успіху, а інші зазнали невдачі?

Я також досліджую соціальні та культурні сили, що забезпечили сприятливу для інновацій атмосферу. У випадку народження цифрової епохи, їй сприяла дослідницька екосистема, що живилася урядовим фінансуванням та керувалася спільними зусиллями військовиків, промисловців та науковців.

Це перетиналося з невимушеним альянсом громадських організаторів, комуноорієнтованих хіпі, любителів саморобок та хакерів-самоучок, більшість яких недовіркою ставилися до централізованої влади.

Історії можна писати, по-різному розставляючи акценти на будь-яких із цих факторів. Гарним прикладом є винахід силами Гарварду та IBM першого великого електромеханічного комп'ютера — Mark I. Одна з його програмісток, Грейс Гоппер, написала історію, сфокусовану переважно на його головному творці — Говарді Ейкені. IBM парировала історією, присвяченою її командам безликих інженерів, чийм внеском стали інкрементальні інновації — від лічильників до картоприймачів, — що стали складовою цієї машини.

Так само суперечки про те, на чому треба робити більший наголос — на видатних особистостях чи культурних течіях, — точаться вже дуже давно; в середині XIX століття Томас Карлейль проголосив, що «історія світу є нічим іншим, як біографією видатних людей», а Герберт Спенсер відповів теорією, яка наголошувала власне на ролі суспільних сил.

Теоретики та практики дуже часто розглядають цей баланс по-різному. «Коли я був професором, то розглядав історію як таку, якою керують безликі сили, — сказав журналістам Генрі Кіссинджер під час однієї зі своїх дипломатичних місій на Близький Схід у 1970-х роках. — Але коли бачиш, як це відбувається на практиці, то розумієш, наскільки важливу роль відіграють особистості».¹

Що ж стосується інновацій цифрової епохи, то, як і з миротворчими зусиллями на Близькому Сході, у гру вступило велике розмаїття особистих та культурних сил, і в цій книзі я намагався сплести їх усі до купи.

Інтернет від самого початку створювався для полегшення співпраці. Натомість персональні комп'ютери, особливо ті, що призначені для домашнього використання, розроблялися як інструменти для індивідуальної творчості. Більше десятиліття, від початку 1970-х років, мережі та домашні комп'ютери розвивалися окремо одне від одного. Зрештою вони почали сходитися наприкінці 1980-х із появою модемів, онлайн-сервісів та вебу. Точно так само, як поєднання парового двигуна із хитромудрою машинерією спричинило промислову революцію, так поєднання комп'ютера і розподілених мереж призвело до цифрової революції, яка дала можливість кожному створювати, поширювати та мати доступ до будь-якої інформації будь-звідки.

Історики науки подекуди уникають найменувань періодів кардинальних змін *революціями*, оскільки схильні розглядати прогрес як еволюцію. «Не було такого явища, як Наукова революція, і ця книга саме про це», — так звучить іронічне вступне речення книги гарвардського професора Стівена Шейпіна, присвяченої тому періоду. Шейпін уникає полону свого напівжартивливого протиріччя, зазначаючи, як ключові гравці того періоду «рішуче

висловлювали думку», що вони були частиною революції. «Наше відчуття розгортання радикальних змін значною мірою спричинено ними».²

Так само нині багато хто відчуває, що цифровий прогрес останніх п'ятдесяти років трансформує, можливо навіть революціонує, наш спосіб життя. Я пригадую захоплення, яким супроводжувався кожен новий прорив. Мій батько та дядьки були інженерами-електриками, тож я, як і багато героїв цієї книги, зростав у підвальній майстерні, де паяв монтажні плати, розбирав радіоприймачі, тестував лампи, сортував і розставляв по місцях коробки транзисторів та резисторів. Як гік, закоханий у бренд Heathkit та аматорські радіостанції (WA5JTP), я точно пам'ятаю, коли на зміну радіолампам прийшли транзистори. У коледжі я вчився програмувати за допомогою перфокарт і чудово пам'ятаю, як на зміну мукам опрацювання даних в пакетному режимі прийшов екстаз інтерактивної взаємодії.

У 1980-х я тремтів від шуму та вереску, з яким модеми відкривали тобі надприродно чарівний світ онлайн-сервісів та дощок оголошень, а на початку 1990-х я допомагав із організацією роботи цифрового підрозділу в журналі Time і компанії Time Warner, який запускав нові інтернет-послуги та широкомутовий доступ. Як висловився Вордсворт про ентузіастів, присутніх при зародженні Великої французької революції, «О щастя — цього ранку бути живим».

Я розпочав роботу над цією книгою понад десять років тому. Вона виросла з мого захоплення здобутками цифрової епохи, свідком яких я був, а також із моєї біографії Бенджаміна Франкліна — інноватора, винахідника, видавця, піонера поштової служби, всебічного поширювача інформації та підприємця. Я хотів відійти від написання біографій, схильних підкреслювати роль окремих особистостей, та написати ще одну книгу на зразок «Мудреців», котру я створив у співавторстві з колегою про творчу командну роботу шести друзів, які сформували політику Америки часів «холодної війни». Спершу я планував зосередитися на командах, які винайшли інтернет. Але коли я брав інтерв'ю у Білла Гейтса, він переконав мене, що історія одночасного виникнення інтернету та персонального комп'ютера значно насиченіша. На початку 2009 року, почавши роботу над біографією Стіва Джобса, я відклав її вбік. Але його історія посилила мою цікавість до того, як переплітався розвиток інтернету і комп'ютерів, тож, щойно закінчивши ту книжку, я повернувся до роботи над цією оповіддю про інноваторів цифрової епохи.

Протоколи інтернету були розроблені шляхом співпраці рівноправних партнерів, і, схоже, в генетичному коді результатної системи вбудовано схильність до сприяння саме спільній діяльності. Кожен вузол був наділений повним обсягом повноважень для створення та передачі інформації, і будь-яку спробу встановити контроль або ієрархію можна було обійти. Уникаючи

телеологічної пастки, тобто не наділяючи технології намірами чи особистістю, обґрунтовано зазначимо, що система відкритих мереж, до яких приєднані індивідуально контрольовані комп'ютери, зробила приблизно те саме, що й друкарський верстат, який поступово перехопив контроль за розподілом інформації від цензорів, органів центральної влади та інституцій, що наймали переписувачів та писарів. Простим людям стало легше створювати та поширювати контент.

Співпраця, що створила цифрову епоху, була співпрацею не лише між рівноправними партнерами, а й між поколіннями. Ідеї передавалися від однієї когорти інноваторів до наступної. Інша тема, що постала з мого дослідження, полягала в тому, що користувачі постійно намагалися застосувати цифрові інновації, створюючи засоби комунікації та соціальні мережі. Мене також зацікавило те, чому спроби побудувати штучний інтелект — машини, які здатні думати самостійно — постійно виявлялися менш продуктивними за створення способів встановити партнерські стосунки чи навіть симбіоз між людьми та машинами. Іншими словами, творча співпраця, що характеризує цифрову епоху, об'єднувала співпрацю людей і машин.

Нарешті, я був вражений тим, що справжню творчість цифрової епохи породжували ті, хто був здатен поєднати мистецтво з науками. Вони вірили, що краса має значення. «У дитинстві я завжди думав про себе як про гуманітарну особистість, проте мені подобалась електроніка, — сказав мені Джобс, коли я взявся за його біографію. — Потім я прочитав якийсь вислів мого кумира, Едвіна Ленда з Polaroid, про важливості людей, здатних стояти на перетині гуманітарних і природничих наук, і вирішив, що хочу робити саме це». Саме люди, які почувалися комфортно на цьому гуманітарно-технологічному перетині, допомогли створити людино-машинний симбіоз, який складає ядро цієї оповіді.

Подібно до багатьох аспектів цифрової епохи, ідея, що інновація народжується там, де поєднуються мистецтво і наука, не нова. Леонардо да Вінчі був взірцем творчих здібностей, що розквітли при взаємодії гуманітарних та природничих наук. Коли Ейнштейн заходив у глухий кут при роботі над загальною теорією відносності, він діставав скрипку та грав Моцарта, доки йому не вдавалося відновити зв'язок із тим, що він називав гармонією сфер.

Якщо ж говорити про комп'ютери, то є ще одна, хоча й не настільки відома, історична постать, яка була втіленням поєднання мистецтва та наук. Як і її видатний батько, вона розуміла романтику поезії. На відміну від нього, вона також відчувала романтику математики та механізмів. Саме з неї і починається наша історія.

АДА, ГРАФИНЯ ЛАВЛЕЙС

Поетична наука

У травні 1833 року, у сімнадцятирічному віці, Ада Байрон стала однією з дівчат, представлених при британському королівському дворі. Вразливий та незалежний норов дівчини змушував членів родини хвилюватися про її поведінку, але зрештою, як потім писала її мати, вона поводитися «цілком стерпно». Серед тих, із ким Ада познайомилася того вечора, були герцог Веллінгтон, безпосередні манери якого її полонили, та 79-річний французький посол Талейран, який здався їй «старезною мавпою»³. Єдина законнонароджена дитина поета лорда Байрона, Ада успадкувала романтичний дух свого батька — рису, яку її мати намагалася вгамувати за допомогою приватних уроків із математики. Це поєднання породило в Ади любов до того, що вона звикла називати «поетичною наукою» і що поєднувало її бурхливу уяву з зачарованістю числами.

З точки зору багатьох, у тому числі її батька, витончені чутливості романтичної ери конфліктували з технозбудженням промислової революції. Але Ада на цьому перетині ер почувалася комфортно.

Тож не було нічого дивного в тому, що її дебют при дворі, попри всю розкішність заходу, вразив її значно менше, ніж відвідини за кілька тижнів іншої величної події лондонського сезону, де вона зустріла Чарльза Беббіджа, 41-річного овдовілого видатного науковця і математика, який у соціальних колах Лондона вже мав репутацію світила. «Ада отримала більше задоволення від заходу, який вона відвідала в середу, ніж від будь-якого іншого зібрання у вищому світі, — писала її мати своєму другові. — Там вона зустріла кількох людей науки, зокрема Беббіджа, від якого була в захваті»⁴.

Жваві щотижневі салони Беббіджа, які відвідували до трьох сотень гостей, зводили лордів у фраках та леді у парчевих сукнях із письменниками, промисловцями, поетами, акторами, державними діячами, мореплавцями, ботаніками та іншими «науковцями» — це слово порівняно недавно вигадали друзі Беббіджа⁵. Долучаючи науковців до цієї шляхетної сфери, Беббідж, як казав один видатний геолог, «зумів досягти статусу в суспільстві за рахунок науки»⁶.

Такі вечори передбачали танці, читання, ігри та лекції під щедре частування морепродуктами, м'ясом, птицею, екзотичними напоями та холодними десертами. Леді ставили живі картини; при цьому вони одягали костюми для відтворення відомих полотен. Астрономи встановлювали телескопи,

дослідники показували електричні та магнітні винаходи, а Беббідж дозволяв гостям гратися з його механічними ляльками. Окрасою вечорів — і однією з багатьох причин для Беббіджа їх проводити — була демонстрація моделі частини його різницевої машини: велетенського механічного обчислювального пристрою, який він будував у прилеглий до його будинку вогнетривкій будівлі. Беббідж демонстрував модель невимовно ефектно — він крутив ручку і змушував її обраховувати послідовність чисел, і саме тоді, коли глядачі починали нудитися, показував, як послідовність може раптово змінюватися залежно від закладених у машину інструкцій.⁷ Особливо заінтригованих гостей також запрошували перейти двір і відвідати колишні стайні, де конструювалася повна версія машини.

Різницева машина Беббіджа, здатна розв'язувати поліноміальні рівняння, вражала кожного по-своєму. Герцог Веллінгтон зазначав, що вона могла би бути корисною для аналізу перед битвою змінних, із якими може зіткнутися генерал⁸. Адина мати, леді Байрон, захоплено називала її «*мислячою* машиною». Ада ж пізніше зробить відоме зауваження, що машини ніколи не зможуть по-справжньому *мислити*. Її друг, який також відвідав ту демонстрацію, писав: «Міс Байрон, попри юний вік, зрозуміла принцип дії машини та побачила *надзвичайну* красу винаходу»⁹.

Любов Ади одночасно до поезії та математики зробила її спроможною побачити красу обчислювальної машини. Вона була зразковим представником ери романтичної науки, котрій був властивий ліричний ентузіазм до винайдення та відкриття. Як писав у «Ері чудес» Річард Холмс, це був період, що привніс «у наукову роботу винахідливу запеклість та збудження. Його рушієм був спільний ідеал запеклої, навіть безрозсудної самовідданості відкриттям»¹⁰.

Коротше кажучи, це був час, вельми схожий на наш. Здобутки промислової революції, такі як паровий двигун, механічний ткацький верстат та телеграф, значною мірою видозмінили XIX століття так само, як здобутки цифрової революції — комп'ютер, мікрочіп та інтернет — видозмінили наше з вами. Серцем обох епох були інноватори, які поєднували уяву та пристрась із небаченою технологією — суміш, із якої постала поетична Адина наука і яку вже в XX столітті поет Річард Бротіган назве «машинами благодаті і любові».

Лорд Байрон

Ада успадкувала свій поетичний та непокірливий темперамент від батька, але не він був джерелом її любові до машин. Він був, як на те пішлося, луддитом*. У своїй першій промові у Палаті лордів, яку він проголосив у лютому

* Луддити — учасники перших стихійних виступів проти застосування машин у перебігу промислового перевороту у Великій Британії (кінець XVIII — початок XIX ст.). Назва походить від

1812 року у віці двадцяти чотирьох років, Байрон захищав послідовників Неда Лудда, які громили механічні ткацькі верстати. Із глузливим презирством Байрон кепкував із власників ткацьких фабрик Ноттінгема, які просували білль, що запроваджував смертну кару за знищення автоматизованих верстатів. «Ці машини були для них вигідні, оскільки позбавляли необхідності наймати певну кількість робітників, які тепер голодують, — проголосив Байрон. — Вигнані робітники, засліплені невідомістю, замість того, щоб радіти цим покращенням у ремеслах, що несуть таку користь людству, відчули себе принесеними в жертву вдосконаленням механізмів».

Два тижні по тому Байрон опублікував перші дві пісні своєї епічної поеми «Паломництво Чайльд-Гарольда», романтизованого переказу його мандрів Португалією, Мальтою та Грецією, і, як він пізніше зазначав, «одного ранку прокинувся знаменитим». Красивий, звабливий, неспокійний, замислений та сексуально авантюрний, він жив життям байронічного героя, одночасно створюючи цей архетип у своїй поезії. Він став знаменитістю літературного Лондона та щодня вшановувався на трьох урочистих заходах, найпам'ятнішим із яких став пишний вранішній бал, влаштований леді Кароліною Лем.

Леді Кароліна, попри заміжжя з політично впливовим аристократом, який пізніше став прем'єр-міністром, несамовито закохалася у Байрона. Він вважав, що вона «занадто худа», утім вона мала нетрадиційну сексуальну двозначність (полюбляла одягатися хлопчиком-пажем), яку він визнавав спокусливою. У них спалахнув бурхливий роман, по закінченні якого вона несамовито переслідувала його. В історію увійшла дана нею характеристика Байрона: «Шалений, поганий та небезпечний для знайомства», яким він насправді був. Як і вона.

На прийнятті у леді Кароліні лорд Байрон також помітив замкнуту дівчину, як він пізніше згадував, «простіше одягнуену». Дев'ятнадцятирічна Аннабелла Мілбенк походила із заможної та вельми титулованої родини. У ніч перед заходом вона прочитала «Чайльд-Гарольда» і була децю збентежена. «Він завеликий маньєрист, — писала вона. — Найкраще йому вдається опис глибоких почуттів». Щойно вона побачила його на протилежному боці кімнати на прийнятті, її почуття вступили в небезпечне змагання. «Я не хотіла знайомитися з ним, бо всі жінки до смішного відверто залицялися до нього й намагалися заслужити сатиричне шмагання, — писала вона матері. — Я не прагну стати його коханкою. Я не поклала пожертву на вівтар „Чайльд-Гарольда“, але я не відмовлюся від знайомства, якщо воно станеться».¹¹

Як виявилось, це знайомство справді сталося. Після формального представлення їй Байрон вирішив, що з неї може вийти прийнятна дружина. Для

імені легендарного підмайстра Неда Лудда, який під гарячу руку нібито перший зруйнував машину. — *Прим. ред.*

нього це було рідкісним проявом перемоги розуму над романтизмом. Вона видалася такою жінкою, яка, замість збуджувати його пристрасті, приборкає їх та захистить його від власної непомірності, а також допоможе розплатитися з обтяжливими боргами. Він надіслав їй лист, у якому холодно запропонував одружитися. Вона обачно відмовила. Він вдався до значно менш прийнятних зв'язків, в тому числі з власною зведеною сестрою, Августою Лей. Але рік по тому Аннабелла відновила залицяння. Байрон, який встиг улізти у ще більші борги та гарячково шукав спосіб приборкати свої пристрасті, побачив у цих потенційних стосунках якщо не романтику, то раціональне підґрунтя. «Мене не врятує ніщо, окрім шлюбу, причому *термінового*, — зізнавався він Аннабелліній тітці. — Якщо ваша племінниця погодиться, я віддам перевагу їй; якщо ж ні, то першій зустрічній жінці, яка не здаватиметься такою, наче збирається плюнути мені в обличчя».¹² Були моменти в житті, коли лорд Байрон не був романтиком. Вони з Аннабеллою побралися в січні 1815 року.

Байрон поклав початок їхньому шлюбу у своїй байронічній манері. «Мав леді Байрон на канапі перед обідом», — написав він про день свого весілля.¹³ Стосунки між ними ще тривали, коли два з половиною місяці по тому молодята відвідали зведену сестру Байрона, оскільки саме в той час Аннабелла завагітніла. Однак упродовж візиту вона почала підозрювати, що дружба її чоловіка з Августою виходила за межі братньої, особливо після того, як він ліг на канапу і попросив їх по черзі цілувати його.¹⁴ Шлюб почав розпадатися.

Аннабелла брала приватні уроки з математики, що забавляло лорда Байрона, і впродовж періоду залицяння він часто кепкував, говорячи про свою зневагу до точності чисел. «Я знаю, що два і два дають чотири — і був би радий довести це, якби міг, — писав він, — хоча маю сказати, що якби мені будь-яким чином вдалося б перетворити два і два на п'ять, я був би задоволений значно більше». Спочатку він ласкаво назвав її «Принцесою паралелограмів». Але коли шлюб почав руйнуватися, він уточнив цей математичний образ: «Ми — дві паралельні лінії, що біжать у нескінченність поруч одна з одною, але ніколи не зустрінуться». Пізніше, в першій пісні своєї епічної поеми «Дон Жуан», він висміяв її:

Великодушність — оце її чеснота,
А коник — математика. Вона
Любила розмірковувати доти,
Аж поки філософська глибина
Не доведе до повної нудоти*.

* За виданням: Байрон Дж. Г. Дон Жуан : поема / пер. з англ. С. Є. Голованівський. — Харків : Фоліо, 2001. — Прим. ред.

Їхній шлюб не змогло врятувати навіть народження доньки 10 грудня 1815 року. Її назвали Августою Ада Байрон, і перше ім'я було обрано на честь занадто коханої зведеної сестри Байрона. Відколи леді Байрон упевнилася у зраді чоловіка, вона називала доньку другим ім'ям. П'ять тижнів по тому молода дружина спакувала речі у карету і разом із немовлям втекла до маєтку батьків у провінції.

Ада більше ніколи не бачила батька. Лорд Байрон залишив країну у квітні після того, як прочитав листи леді Байрон, настільки точні та дошкульні, що за них дав їй прізвисько «Математична Медея». У них дружина пригрозила викрити його кровозмішні та гомосексуальні романи задля забезпечення такої угоди про окреме проживання, згідно з якою дитина залишалася б під її опікою.¹⁵

У написаному кілька тижнів по тому початку третьої пісні «Чайльд-Гарольда» Байрон звертається до Ади як своєї музи:

Серця мого донька, крихітко Адо!
На матір схожа ти? В останній раз,
Коли блакитні твої бачив оченята,
Вони сміялися, а сам я відпливав...

Байрон писав ці рядки на віллі на березі Женевського озера, де він перебував разом із поетом Персі Біші Шеллі та його майбутньою дружиною Мері. Невпинно дощило. Оскільки вони кілька днів не могли вийти з дому, Байрон запропонував друзям написати оповідання-жахливічки. Сам він створив лише фрагмент історії про вампіра, який виявився однією з перших літературних спроб на цю тему взагалі, проте класикою стала історія, написана Мері: «Франкенштейн, або Сучасний Прометей». Базуючись на давньогрецькому міфі про героя, який створив живу людину з глини та викрав у богів вогонь для людей, «Франкенштейн» був історією про вченого, який за допомогою гальванізації перетворив тіло, зібране з фрагментів тіл померлих, на мислячу людину. Це був твір-застереження про технологію та науку. Він також поставив питання, яке пізніше пов'язуватимуть із Адою: чи зможуть рукотворні машини коли-небудь по-справжньому мислити?

Третя пісня «Чайльд-Гарольда» завершується передбаченням Байрона, що Аннабелла намагатиметься приховати від Ади, ким був її батько. Так воно й сталося. У їхньому будинку був портрет лорда Байрона, але леді Байрон тримала його за щільною завісою, і Ада вперше побачила його, лише коли їй виповнилося двадцять.¹⁶

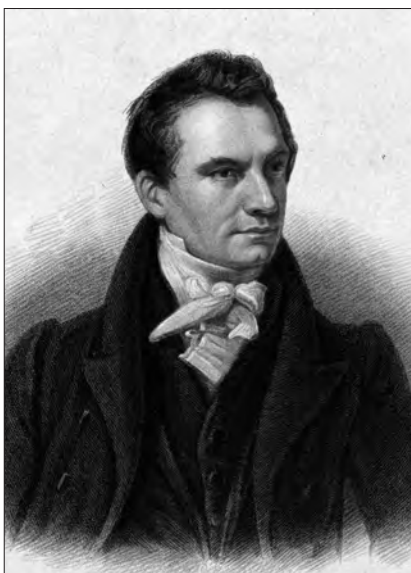
Натомість лорд Байрон, хоч би де він подорожував, тримав портрет Ади на робочому столі й у своїх листах часто цікавився новинами про неї або її портретами. Коли Аді було сім, він написав Августі: «Я хочу, щоб ти отримала від леді Б. деякі описи Адиної вдачі... Чи має дівчинка уяву?.. Чи емоційна вона?



Ада, графиня Лавлейс (1815–1852),
портрет Маргарет Сари Карпентер, 1836 р.



Лорд Байрон (1788–1824),
батько Ади, в албанському вбранні,
портрет Томаса Філіпса, 1835 р.



Чарльз Беббідж (1791–1871),
фотознімок приблизно 1837 р.

Сподіваюся, боги зробили її якою завгодно, аби не *поетичною* — досить із нас одного дурня в родині». Леді Байрон відповіла, що Ада має уяву, яка «проявляється здебільшого в сукупності з її механічною винахідливістю».¹⁷

Приблизно тоді Байрон, який подорожував Італією, писав та заводив численні романи, занудьгував і вирішив приєднатися до боротьби греків за незалежність від Османської імперії. Він поплив до Месолонгіона, де очолив частину повстанської армії та готував напад на турецьку фортецю. Але, так і не вступивши в бій, він сильно застудився, а рішення особистого лікаря лікувати його кровопусканням лише погіршило його стан. Він помер 19 квітня 1824 року. За словами його слуги, серед останніх слів Байрона були такі: «О, моє бідолашне любе дитя, моя любя Адо! Боже ж мій, як я хотів би її побачити! Дай їй моє благословення».¹⁸

Ада

Леді Байрон хотіла бути певною, що Ада не виросте схожою на батька, і частиною її стратегії було інтенсивне вивчення математики, наче це була протиотрута від поетичної уяви. Коли Ада у віці п'яти років виявила схильність до географії, леді Байрон наказала замінити цей предмет додатковими уроками арифметики, і згодом її гувернантка гордо доповіла: «Вона точно обчислює суму п'яти або шести рядків чисел». Попри ці зусилля в Ади розвинулися деякі з пристрастей батька. У підлітковому віці вона закрутила роман із одним зі своїх наставників, а після того, як їх зненацька застали разом і наставника вигнали, вона намагалася втекти з дому, щоб бути з ним. Крім того, в неї спостерігалися різкі зміни настрою, особливо коли почуття власної величі вмить змінювалось розпачем, до того ж вона страждала на різноманітні фізичні та психологічні розлади.

Ада поділяла упевненість матері, що заглиблення в математику допоможе вгамувати її байронічні схильності. У вісімнадцять років, після небезпечних зв'язків із репетитором і під враженням від різницевої машини Беббіджа, вона сама вирішила розпочати нову серію уроків. «Я маю перестати думати про життя заради задоволення чи потурання своїм примхам, — писала вона новому репетитору. — Я бачу, що лише дуже безпосередня та енергійна робота над науковими предметами не дає моїй уяві зірватися з ланцюга. ...Мені видається, що насамперед треба пройти курс із математики». Репетитор погодився із цим рецептом: «Ви маєте рацію, вважаючи, що наразі вашим головним ресурсом і запобіжником є режим суворого інтелектуального навчання. Для цього жоден предмет не може зрівнятися з математикою».¹⁹ Він також прописав евклідову геометрію, а як наступний крок — дозу тригонометрії та алгебри. Вони зійшлися на думці, що це будь-кого вилікує від надмірних артистичних чи романтичних пристрастей.

Її зацікавлення технікою розгорілося з новою силою, коли мати взяла її з собою у подорож промисловими центральними графствами Британії, щоб подивитися на нові фабрики та машини. Особливо Аду вразив автоматизований ткацький верстат, що використовував перфокарти для керування створенням бажаних візерунків на полотні, і вона намалювала ескіз принципу його роботи. Знаменита промова її батька в Палаті лордів захищала лудитів, які нищили такі верстати, побоюючись наслідків впливу технології на людство. Але Ада поставилася до них поетично і розгледіла їхній зв'язок із тим, що колись назвуть комп'ютерами. «Ця Машина нагадує мені про Беббіджа і його перлину всіх механізмів», — писала вона.²⁰

Цікавість Ади до прикладної науки спалахнула із новою силою, коли вона познайомилася з однією з кількох знаменитих жінок-математиків та вчених Британії — Мері Сомервіль. Вона саме закінчила писати одну зі своїх видатних робіт «Взаємозв'язок фізичних наук» (*On the Connexion of the Physical Sciences*), в якій збила разом досягнення в астрономії, оптиці, електриці, хімії, фізиці, ботаніці та геології.* Символ свого часу, ця праця давала уніфіковане відчуття надзвичайних прагнень пізнання, що саме були на часі. У вступному слові Сомервіль проголошувала: «Прогрес сучасної науки, особливо за останні п'ять років, відзначається тенденцією до спрощення законів природи та об'єднання окремих гілок загальними принципами».

Сомервіль стала Адиною подругою, вчителькою, джерелом натхнення та наставницею. Вона регулярно зустрічалася з нею, надсилала їй книги з математики, придумувала задачі для розв'язування і терпляче роз'яснювала правильні відповіді. Вона також була гарною подругою Беббіджа, і восени 1834 року вони з Адою часто відвідували його суботні вечірні салони. Син Сомервіль, Грейг Воронцов, допоміг Аді влаштуватися, натякнувши одному зі своїх колишніх одногрупників із Кембриджу, що з неї вийде підхожа — або принаймні цікава — дружина.

Вільям Кінг був достатньо відомим, фінансово забезпеченим, доволі розумним чоловіком, до того ж неговірким, на відміну від запальної Ади. Як і вона, він займався наукою, але сфера його інтересів була більш практичною і менш поетичною: його цікавили передусім теорії сівозміни та досягнення у методах селекції худоби. Він запропонував Аді вийти за нього вже через кілька тижнів після першої зустрічі, і вона погодилася. Невідомо чому (це може пояснити лише психіатр), але її мати вирішила негайно розповісти Вільяму про Адину спробу таємно втекти з репетитором. Попри цю новину, Вільям вирішив-таки справити весілля, яке відбулося в липні 1835 року. «Господь

* Саме у відгуку на цю книгу один із друзів Беббіджа, Вільям Уевелл, вперше вжив термін «науковець», який мав засвідчити існування зв'язку між цими дисциплінами.

милосердний, який милостиво надав тобі можливість зійти з небезпечних шляхів, нарешті послав тобі друга й охоронця», — писала леді Байрон своїй дочці, додаючи, що та має скористатися цією нагодою, щоб «попрощатися» з усіма своїми «дивацтвами, примхами та корисливістю».²¹

Цей шлюб став союзом, укладеним із раціональних розрахунків. Для Ади це був шанс почати вести стабільніше та прозаїчніше життя. Навіть більше, це дозволило їй позбавитися залежності від деспотичної матері. Для Вільяма це означало мати чарівну ексцентричну дружину з заможної та відомої родини.

Перший кузен леді Байрон, віконт Мельбурн (який на лихо собі колись одружився із леді Кароліною Лем, вже покійною на той час), був прем'єр-міністром і підлаштував усе так, щоб у коронаційному списку почестей королеви Вікторії Вільям став графом Лавлейс. Отже, його дружина стала графинею Лавлейс, тому правильно називати її Адою або леді Лавлейс, хоча нині вона відома як Ада Лавлейс.

На Різдво 1835 року мати подарувала Аді сімейний портрет її батька в натуральну величину. Написаний Томасом Філіпсом, він зображував лорда Байрона у романтичний профіль — зі спрямованим за горизонт поглядом — і одягненим у традиційний албанський костюм, який складався з червоного оксамитового жакета, церемоніальної шаблі та головного убору. Упродовж багатьох років він висів над каміном Адиних дідуся та бабусі, але відтоді, як її батьки розлучилися, був завішений зеленим полотнищем. Тепер мати дозволила Аді не лише побачити його, а й заволодіти ним, а також батьковим чорнильним приладдям та пером.

Коли кілька місяців по тому у Лавлейсів народився первісток, її мати зробила дещо ще більш несподіване. Попри свою відразу до пам'яті про покійного чоловіка, вона погодилася, що Аді таки варто назвати хлопчика Байроном. Леді Лавлейс так і зробила. А наступного року народила дочку, яку шанобливо назвала Аннабеллою на честь матері. Після цього Ада злягла з черговою таємничою недугою і залишалася прикованою до ліжка кілька місяців. Вона одужала достатньо для народження третьої дитини, сина, якого назвали Ральфом, та її здоров'я викликало занепокоєння. Вона мала проблеми із диханням і травленням, у неї різко змінювався настрій, подеколи навіть виникали галюцинації, викликані лікуванням настоями опіуму, морфіну та інших опіатів.

До того ж Аду вибила з колії раптова особиста драма, незвична навіть за мірками родини Байронів. Вона була пов'язана із Медорою Лей, донькою зведеної сестри та епізодичною коханкою Байрона. За чутками, Медора була саме Байроновою дочкою. Складалося враження, що вона вирішила будь-що показати, що в цій родині є якась нечиста сила. Вона закрутила роман із сестриним чоловіком, після чого втекла з ним до Франції, де народила двох

позашлюбних дітей. У нападі фарисейства леді Байрон вирушила до Франції, щоб врятувати Медору, а потім розкрила історію батькового інцесту Аді.

Ця «невимовно дивна та огидна історія», схоже, не здивувала Аду. «Я анітрохи не вражена, — писала вона матері. — Ти лишень підтвердила те, в чому я багато років практично не сумнівалася».²² Замість гніву, ці новини, здавалося, дивним чином надали їй сил. Вона проголосила, що батьківське невизнання авторитетів може бути властиве і їй. Посилаючись на його «зловживаний геній», вона писала матері: «Якщо він передав мені хоч якусь частку тієї геніальності, я використаю її для висвітлення величних істин та принципів. Гадаю, він заповів мені це завдання. Я переконливо відчуваю це, і виконуватиму його із задоволенням».²³

І знову Ада взялася за вивчення математики, щоб опанувати себе, та спробувала переконати Беббіджа стати її репетитором. «Я навчаюся в особливий спосіб і гадаю, що успішно навчати мене може лише особлива людина», — писала вона йому. Чи то через опіати, чи то через вагітність, чи, може, через те й інше у неї розвинулася дещо перебільшена думка про свої таланти, і вона почала описувати себе як генія. У листі до Беббіджа вона писала: «Не вважайте мене зарозумілою... але я вірю, що маю силу зайти в цих справах настільки далеко, наскільки захочу, і я припускаю, що в того, хто має настільки виражений смак, чи, мабуть, правильніше буде сказати, пристрасть, як у мене, завжди присутня якась частка навіть природної геніальності».²⁴

Бebbідж відмовив Аді, що, імовірно, було правильно з його боку. Це зберегло їхню дружбу для ще важливішої співпраці і дало Аді можливість отримати першокласного репетитора з математики: Аугустуса де Моргана, терплячого джентльмена, піонера в галузі символічної логіки. Він запропонував концепцію, використання якої Адою одного дня матиме величезне значення; йдеться про те, що алгебричне рівняння можна застосовувати не лише до чисел. Відношення між символами (наприклад, що $a + b = b + a$) може бути частиною логіки, застосованої до нечислових сутностей. Попри твердження тих, хто перед нею схиляється, Ада не була видатним математиком, але вона була здібною ученицею, здатною осягнути більшість базових концепцій математичного аналізу, і, будучи наділеною артистичною чуттєвістю, полюбляла уявляти собі мінливі криві та траєкторії, описані рівняннями. Де Морган заохочував її зосереджуватися на правилах розв'язання рівнянь, але вона з більшим завзяттям обговорювала базові концепції. Так само на заняттях із геометрії вона часто знаходила візуальні способи вирішення задач на зразок питання, як перетини кіл у сфері ділять її на різноманітні фігури.

Здатність Ади цінувати красу математики — це дар, що оминає багатьох людей, включаючи тих, хто вважає себе інтелектуалом. Вона розуміла, що математика — красива мова, яка описує гармонію всесвіту і подеколи може бути поетичною.

Попри зусилля матері, вона лишилася донькою свого батька, наділеною поетичною чуттєвістю, яка дала їй змогу розглядати рівняння як мазки пензля, що малює певний прояв фізичної величі природи так само легко, як вона могла уявити собі «море кольору вина» чи жінку, «прекрасну, наче ніч». Але потяг до математики виявився ще глибшим; він був духовним. Математика «складає мову, винятково за допомогою якої ми можемо адекватно виразити визначні риси світу природи», — говорила вона, і також ця мова дає нам можливість зобразити «зміни взаємин», що відбуваються в процесі творення. Це «інструмент, за допомогою якого слабкий розум людини може продуктивно читати праці свого Творця».

Здатність застосовувати уяву до науки характеризувала як промислову революцію, так і комп'ютерну революцію, для якої Ада стала святою покровителькою. Вона була здатна, як сама говорила Беббіджу, зрозуміти зв'язок між поезією та аналізом такими способами, які виходили за межі талантів її батька. «Я не вірю, що мій батько був (або зміг би коли-небудь стати) таким Поетом, яким я буду Аналітиком, бо в мені ці дві складові з'єдналися нерозривно», — писала вона.²⁵

«Моє повернення до математики, — говорила Ада матері, — активізувало творчі здібності і призвело до такого неосяжного розвитку *уяви*, що я не маю сумнівів, що якщо я продовжу заняття, у потрібний час стану *Поетом*».²⁶ Її інтригувала сама концепція уяви, особливо стосовно технологій. «Що таке уява? — питала вона в есе 1841 року. — Це дар Поєднання. Він зводить докупи речі, факти, ідеї, концепції у нові, оригінальні, нескінченні, вічно мінливі комбінації... Саме він проникає у невидимі світи довкола нас, світи Науки».²⁷

На той час Ада вірила, що володіє особливими, навіть надприродними здібностями, які вона називала «інтуїтивне розуміння прихованих речей». Її екзальтований погляд на власні таланти привів її до втілення прагнень, незвичних для аристократки і матері із ранньої Вікторіанської епохи. «Я вірю, що володію найвинятковішим поєднанням якостей, сполучених точно так, щоб зробити мене передусім відкривачем прихованих фактів природи, — пояснювала вона в листі до матері 1841 року. — Я можу випромінити промені з усіх частин Всесвіту в один величезний фокус».²⁸

Саме перебуваючи в цьому стані вона вирішила знову зійтися з Чарльзом Беббіджем, чий салони вперше відвідала вісім років тому.

Чарльз Беббідж і його машини

Ще змалку Чарльза Беббіджа цікавили машини, здатні виконувати роботу людини. У дитинстві мати водила його по багатьох виставкових залах та музеях диковинок, що на початку 1800-х років з'являлися в Лондоні, наче гриби після дощу. В одному з них на Гановер-сквер власник на промовисте

ім'я Мерлін запросив його до майстерні на горищі, де зберігалися різноманітні механічні ляльки, відомі як «автомати». Одна з них нагадувала срібну танцівницю близько тридцяти сантиметрів заввишки, яка граційно рухала руками, а на долоні тримала пташку, що могла гойдати хвостиком, махати крильцями та розтуляти дзьобик. Здатність Срібної леді виявляти почуття та характер зачарували хлопчика. «Її очі були сповнені уяви», — пригадував він. Багато років по тому Беббідж побачив Срібну леді на аукціоні банкрутів та придбав її. Вона слугувала розвагою на його вечірніх салонах, на яких він ушановував чудеса техніки.

У Кембриджі Беббідж потоваришував із групою однодумців, до складу якої входили Джон Гершель та Джордж Пікок, розчаровані рівнем викладання математики в університеті. Друзі сформували клуб, назвавши його «Аналітичним товариством»; вони почали кампанію за відмову університету від чисельної нотації, яка була розроблена випускником Кембриджу Ньютоном і спиралася на крапки, та заміну її на нотацію, розроблену Лейбніцем, яка використовувала dx та dy для позначення нескінченно малих інкрементів і тому була відома як d -нотація. Беббідж назвав їхній маніфест «Принципи чистого d -ізму на заперечення старечого точкоумства Університету» (The Principles of pure D-ism in opposition to the Dot-age of the University).²⁹ Він був «колючкою», проте мав відмінне почуття гумору.

Якось Беббідж сидів у кімнаті «Аналітичного товариства» і працював над таблицею логарифмів, що аж рясніла розбіжностями. Гершель спитав його, про що він думає. «Боже, якби ж то ці обрахунки виконувала водяна пара», — відповів Беббідж. «Загалом, це можливо», — відреагував на його ідею механічного методу табуляції логарифмів Гершель.³⁰ 1821 року Беббідж зосередився на побудові такої машини.

Упродовж років багато хто брався за створення обчислювальних механізмів. У 1640-х роках Блез Паскаль, французький математик і філософ, створив механічний калькулятор для полегшення каторжної праці свого батька — податкового контролера. Калькулятор мав металеві колеса зі спицями з нанесеними по окружності цифрами від 0 до 9. Щоб додати або відняти два числа, оператор за допомогою стилуса набирив, наче на дисковому телефоні, перше число, а потім друге число; коліщатко за потреби переносило або запозичувало розряд із сусіднього колеса. Це був перший запатентований калькулятор, який продавався у комерційних масштабах. Тридцятьма роками пізніше Готфрід Лейбніц, німецький математик та філософ, спробував удосконалити винахід Паскаля за допомогою «покрокового вираховувача», який умів множити та ділити. До його складу входив циліндр із важелем для ручного обертання та набором зубців, що зчіплювалися із лічильними колесами. Та Лейбніц зіткнувся з проблемою, яка стане наскрізною темою цифрової епохи. На відміну від Паскаля — майстерного інженера, здатного

поєднувати наукові теорії зі здібностями механіка, Лейбніц практично не володів інженерними навичками і не оточив себе людьми, які зналися на цьому. Тож, як і багато видатних теоретиків, яким бракувало співробітників-практиків, він не зумів виготовити надійні робочі версії свого пристрою. Проте його ключовий концепт, відомий як «колесо Лейбніца», впливав на конструкцію калькуляторів навіть за часів Беббіджа.

Бebbідж знав про пристрої Паскаля та Лейбніца, але він прагнув побудувати дещо складніше. Він хотів сконструювати механічну машину для табуляції логарифмів, синусів, косинусів та тангенсів*. Для цього він адаптував ідею, запропоновану у 1790-ті роки французьким математиком Гаспаром де Проні. Для створення логарифмічних та тригонометричних таблиць де Проні розбивав основні операції на дуже прості кроки, що передбачали лише додавання та віднімання. Далі він наводив прості інструкції, які давали можливість десяткам трудівників, які майже не знали математики, виконати ці прості завдання та передати одержані відповіді наступному складу працівників. Іншими словами, він створив конвеєр, видатну інновацію промислової ери, незабутньо проаналізовану Адамом Смітом в описі розподілу праці на фабриці з виготовлення шпильок. Після подорожі до Парижа, де він почув про метод де Проні, Беббідж писав: «У мене раптово виникла ідея застосувати такий самий метод до неосяжної роботи, що висіла на мені тягарем, і виробляти логарифми так само, як виробляються шпильки».³¹

Бebbідж здогадався, що навіть дуже складні математичні задачі можна розбити на кроки, що зведуться до обрахунку «скінченних різниць» за допомогою простого додавання та віднімання. Наприклад, для створення таблиці квадратів — $1^2, 2^2, 3^2, 4^2$ тощо — можна перелічити перші числа такої послідовності: 1, 4, 9, 16... Це буде стовпчик А. Поруч, у стовпчику Б, можна виписати різниці між кожним із цих членів, у цьому випадку 3, 5, 7, 9... У стовпчику В будуть перелічені різниці між елементами стовпчика Б, тобто 2, 2, 2, 2... Спрощений у такий спосіб процес можна обернути та роздати задачі неосвіченим працівникам. Одному буде доручено додавати 2 до останнього числа у стовпчику Б та передавати результат іншому, який додасть його до останнього числа у стовпчику А і одержить наступний елемент послідовності квадратів.

Бebbідж винайшов спосіб механізувати цей процес і назвав свій винахід різницевою машиною. Вона могла табулювати будь-яку поліноміальну функцію та надавала цифровий метод апроксимації розв'язку диференціальних рівнянь.

* Точніше кажучи, він хотів використати метод розділених різниць для близької апроксимації логарифмічних та тригонометричних функцій.

Як вона працювала? Різниця машина використовувала вертикальні стрижні з дисками, які можна було крутити, виставляючи довільні числа. Вони з'єднувалися із шестернями, які за допомогою важеля можна було повертати, додаючи/віднімаючи це число до/від диска на сусідньому стрижні.

Механізм міг навіть «зберігати» проміжні результати на іншому стрижні. Основна складність полягала у «перенесенні» або «запозиченні» розряду за потреби, як це робимо ми за допомогою олівця при обчисленні $36 + 19$ чи $42 - 17$. Взявши за основу пристрої Паскаля, Беббідж винайшов декілька хитромудрих пристосувань, що допомагали шестерням та стрижням виконувати потрібні обчислення.

Зрештою, ця машина була справжнім дивом. Беббідж навіть вигадав спосіб змусити її створити таблицю простих чисел аж до 10 мільйонів. Британський уряд був вражений, принаймні спершу. 1823 року він надав йому 1 700 британських фунтів стартового капіталу, а загалом упродовж десятиліття витратив на цей пристрій понад 17 тис. фунтів — вдвічі більше за вартість тогочасного військового корабля. Але при виконанні проекту виникли певні труднощі. По-перше, Беббідж та найнятий ним інженер не мали усіх необхідних навичок для того, щоб змусити пристрій працювати. По-друге, Беббідж почав мріяти про дещо більше.

Новою ідеєю Беббіджа, якою він захопився у 1834 році, став універсальний комп'ютер, здатний виконувати різні операції залежно від наданих йому програмувальних інструкцій. Він міг би виконати одну задачу, а потім бути перемкнутий на виконання іншої. Він навіть міг би наказувати самому собі перемкнутися на іншу задачу — або, як пояснював сам Беббідж, змінити свій «шаблон дії» — виходячи з власних проміжних обчислень. Беббідж назвав цей омріяний механізм аналітичною машиною. Він випередив свій час на сотню років.

Аналітична машина була продуктом того, що Ада Лавлейс в своєму есе про уяву назвала «даром поєднання». Беббідж поєднав інновації, що визріли в інших галузях — прийом, використаний багатьма видатними винахідниками. Для того, щоб керувати обертанням стрижнів, він спершу використовував уतिकаний зубцями металевий барабан. Але потім, як свого часу Ада, він дослідив автоматизований ткацький верстат, винайдений 1801 року французом на ім'я Жозеф-Марі Жаккар, який поставив із ніг на голову індустрію шовкопрядіння. Верстати створюють малюнок, підіймаючи вибрані основні нитки за допомогою гачків, після чого прутки проштовхує під ними утокову нитку. Жаккар винайшов метод керування цим процесом за допомогою карток із пробитими в них отворами. Отвори визначали, які гачки та прутки будуть задіяні на кожному проході полотна, і в такий спосіб автоматизували створення вигадливих малюнків. При

кожному прольоті човника, який прокладав нову утокову нитку, була задіяна наступна перфокарта.

Тридцятого червня 1836 року Беббідж зробив запис у своїх так званих «Шкрябаних нотатках», які представляли віху доісторичного періоду розвитку комп'ютерів: «Запропонував верстат Жаккара як заміну барабанам».³² Використання перфокарт замість сталевих барабанів означало, що можна вводити необмежену кількість інструкцій. Крім того, послідовність задач можна було змінювати, що полегшувало розробку універсальної машини, яка була б гнучкою та перепрограмованою.

Беббідж придбав портрет Жаккара і почав демонструвати його в своїх салонах. На ньому винахідник був зображений у кріслі на тлі верстата; він тримав кронциркуль над прямокутними перфокартами. Беббідж розважав гостей тим, що просив їх угадати, що це. Більшість вважала портрет високоякісною гравюрою. Тоді Беббідж показував, що насправді це майстерно сплетений шовковий gobелен із 24 тис. рядків ниток, кожен із яких контролювався окремою перфокартою. Коли на один із салонів Беббіджа завітав принц Альберт, чоловік королеви Вікторії, він запитав Беббіджа, чому той вважає цей gobелен настільки цікавим. Беббідж відповів: «Він значно полегшить пояснення природи моєї обчислювальної машини — аналітичної машини».³³

Проте красу нової запропонованої Беббіджем машини розгледіла лише невелика купка людей, а британський уряд не мав наміру її фінансувати. Попри усі зусилля Беббіджа, його ідею практично не помітила як масова преса, так і наукові журнали.

Утім одного прихильника він все-таки знайшов. Ада Лавлейс гідно оцінила концепцію універсальної машини. А найголовніше, вона побачила властивість, яка могла зробити її по-справжньому вражаючою: вона потенційно могла обробляти не лише числа, але й будь-яку символічну нотацію, в тому числі музичну та художню. Вона побачила поезію в цій ідеї і поставила собі за мету переконати інших також побачити її.

Ада завалила Беббіджа листами, деякі з яких були написані на межі зухвалості попри те, що він був старший за неї на 24 роки. В одному з них вона описала гру в солітер із двадцятьма шістьма кульками, мета якої полягала в тому, щоб шляхом перестрибування однією кулькою через іншу на вільне поле і прибирання «перестрибнутої» кульки досягти того, щоб на полі залишилася лише одна кулька. Вона оволоділа нею, але намагалася вивести «математичну формулу... від якої залежить розв'язок і яку можна виразити символічною мовою». Потім вона запитала: «Моя уява забагата для вас? Не думаю».³⁴

Вона поставила собі за мету працювати з Беббіджем як його публіцист та партнер у спробах отримати підтримку для створення аналітичної машини. «Мені конче треба поговорити з вами, — писала вона на початку



Модель різницевої машини



Модель аналітичної машини



Ткацький верстат Жаккара



Шовковий портрет
Жозефа-Марі Жаккара (1752–1834),
зітканий на жаккарівому верстаті

1841 року. — Я натякну вам про що. Я не можу позбутися думки, що колись у майбутньому... ви можете підпорядкувати мою голову якимось своїм цілям та планам. Якщо це так, якщо коли-небудь я зможу стати гідною того, щоб стати вам у пригоді, моя голова буде вашою».³⁵

Через рік випала ідеальна нагода втілити ці плани в життя.

Примітки леді Лавлейс

У пошуку підтримки своєї аналітичної машини Беббідж прийняв запрошення виступити перед Конгресом італійських науковців у Турині. Його виступ законспектував молодий військовий інженер, капітан Луїджі Менабреа, майбутній прем'єр-міністр Італії. З допомогою Беббіджа у жовтні 1842 року він опублікував детальний опис аналітичної машини французькою мовою.

Один із Адиних друзів запропонував їй перекласти твір Менабреа для *Scientific Memoirs* — періодичного видання, присвяченого науковим дослідженням.

Це була чудова нагода прислужитися Беббіджу та проявити свої таланти. Закінчивши роботу, вона повідомила Беббіджа; він зрадив, але дещо здивувався. «Я запитав, чому вона сама не написала авторську статтю з теми, з якою була настільки глибоко знайома», — розповідав Беббідж.³⁶ Ада відповіла, що це не спало їй на думку. В ті часи жінки зазвичай не публікували наукових статей.

Беббідж запропонував їй доповнити мемуари Менабреа деякими примітками, на що вона відгукнулася з ентузіазмом. Ада почала роботу над розділом, який назвала «Примітки перекладача», і який зрештою сягнув обсягу 19 136 слів, що більш ніж удвічі перевищувало обсяг статті Менабреа. Її «Примітки», підписані «А. А. Л.», що означало Августа Ада Лавлейс, стали відомішими за саму статтю, і їм судилося зробити її культовою фігурою в історії комп'ютерної техніки.³⁷

У процесі роботи над примітками у своєму замиському маєтку в Сурреї влітку 1843 року Ада з Беббіджем обмінялися десятками листів, а восени, після її повернення до лондонського будинку, вони багато разів зустрічалися. Навколо питання, яка частка розумової роботи належить саме їй, а не йому, виросла допоміжна академічна спеціальність та гендерно загострена дискусія. У своїх мемуарах Беббідж відзначає її великі заслуги: «Ми обговорювали варіанти можливих ілюстрацій: декілька запропонував я, але вибір був повністю за нею. Так само як і алгебричне вирішення різних проблем, окрім, звичайно, пов'язаної із числами Бернуллі, яку я запропонував вирішити, аби позбавити леді Лавлейс головного болю. Вона повернула її мені на правку, оскільки виявила допущену мною в процесі розв'язання страшну помилку».³⁸

У своїх «Примітках» Ада досліджувала чотири концепції, які століття по тому, коли комп'ютер нарешті народився, спричинили історичний резонанс. Першою була концепція універсальної машини, яка не лише була б здатна виконувати наперед задану задачу, а й могла б бути запрограмована та перепрограмована на виконання нескінченного та змінюваного масиву задач. Ця концепція складала ядро її «Примітки А», що підкреслювала відмінності між початковою різницевою машиною Беббіджа та запропонованою ним новою аналітичною машиною. «Різницева машина була побудована для табулювання інтеграла конкретної функції, $\Delta^2 u_x = 0$, — починала вона, пояснюючи, що її метою було обчислення мореплавних таблиць. — На противагу їй, *аналітична* машина налаштовується не просто на табулювання результатів однієї конкретної функції і жодної іншої, а на розробку та табулювання абсолютно будь-якої функції».

Це було досягнуто, писала вона далі, шляхом «впровадження у ній принципу, винайденого Жаккаром, щоб керувати за допомогою перфорованих карт процесом створення найскладніших візерунків на виробих із парчі». Ада розуміла важливість цього навіть краще за Беббіджа. Це означало, що машина могла бути схожа на тип комп'ютерів, який ми зараз сприймаємо як належне: такою, яка не просто виконує конкретну арифметичну задачу, а може бути універсальною машиною. Вона пояснювала:

Щойно виникла ідея використання перфокарт, межі арифметики залишилися позаду. Аналітична машина не стоїть на одному рівні з простими «обчислювальними машинами». Вона посідає абсолютно самобутню позицію. Навчивши механізм поєднувати *узагальнені* символи у послідовності необмеженого розмаїття та довжини, ми встановлюємо об'єднувальну ланку між операціями матерії та абстрактними розумовими процесами.³⁹

Ці речення дещо заплутані, але вони варті уважного перечитування. У них описана сутність сучасних комп'ютерів. І Ада оживила цю концепцію поетичною виразністю. «Аналітична машина плете алгебричні візерунки так само, як верстат Жаккара плете квіти та листя», — писала вона. Коли Беббідж прочитав «Примітку А», він був у захваті і не вніс жодної правки. «Молю, не змінюй її», — прохав він.⁴⁰

Друга гідна уваги Адина концепція впливала з цього опису універсальної машини. Вона зрозуміла, що її операції не мають обмежуватися математикою та числами. Спираючись на розширення алгебри у формальну логіку де Моргана, вона зазначала, що машина, подібна до аналітичної машини, здатна зберігати, маніпулювати, обробляти та виконувати дії відповідно до будь-чого, що можна виразити символами: слів, логіки, музики і взагалі всього, для передачі чого можна використати символи.

Для пояснення цієї ідеї вона дала чітке визначення поняття «комп'ютерна операція»: «Бажано було б пояснити, чому під словом „операція“ ми

розуміємо будь-який процес, який змінює взаємовідношення двох або більше речей, хоч би яким це взаємовідношення було». Ада зазначала, що комп'ютерна операція може змінити відношення не лише між числами, але й між будь-якими логічно пов'язаними символами. «Вона може впливати на інші речі, крім чисел; аби це були об'єкти, фундаментальні взаємовідношення між якими можна виразити відношеннями абстрактної науки операцій». Теоретично аналітична машина могла б виконувати операції навіть над нотними записами: «Припустімо, наприклад, що фундаментальні відношення звуків певної висоти у науці гармонії та творення музики підлягають такому вираженню та адаптаціям; тоді наша машина зможе писати гарно продумані та наукові музичні твори довільного ступеня складності». Це був вінець Адиної концепції «поетичної науки»: гарно продуманий та науковий музичний твір, написаний машиною! Її батько здригнувся б.

Цей здогад стане ключовою концепцією цифрової епохи: будь-який фрагмент контенту, даних чи інформації — музика, текст, малюнок, числа, символи, звуки, відео — може бути виражений у цифровій формі та використаний машинами. Навіть Беббідж не зміг побачити цього; він зосередився на числах. Але Ада зрозуміла, що цифри на шестернях можуть символізувати не лише математичні кількості. Отже, вона здійснила концептуальний стрибок від машин, що були лише обчислювачами, до машин, які ми з вами зараз називаємо комп'ютерами.

Дорон Суейд, комп'ютерний історик, який спеціалізується на вивченні машин Беббіджа, проголосив це одним із історичних Адиних спадків. «Якщо переглядати та просіювати історію в пошуках такого переходу, то явно його зробила Ада у тій статті 1843 року», — писав він.⁴¹

Третім Адиним внеском, в останній «Примітці G», був детальний покроковий розбір внутрішнього механізму того, що ми нині називаємо комп'ютерною програмою, або алгоритмом. Як приклад вона використала програму обчислення чисел Бернуллі* — невимовно складної нескінченної послідовності, яка у різних іпостасях відіграє важливу роль у теорії чисел.

Для демонстрації того, як аналітична машина може генерувати числа Бернуллі, Ада описала послідовність операцій, а потім намалювала діаграму, що показувала, як кожна з них має бути занесена в машину. Також вона допомогла розробити концепції підпрограми (послідовності інструкцій, яка виконує певну задачу на зразок обчислення косинуса чи складних відсотків і може бути за потреби включена до складу більших програм) та

* Названі на честь швейцарського математика XVII століття Якоба Бернуллі, який вивчав суми степенів послідовних цілих чисел, вони відіграють надзвичайну роль у теорії чисел, математичному аналізі та диференціальній топології.

рекурсивного циклу (послідовності інструкцій, яка повторює саму себе).^{*} Вони стали можливими завдяки перфокартковому механізму. Ада пояснювала, що генерація кожного числа потребувала сімдесяти п'яти карток, після чого процес ставав ітеративним, оскільки отримане число подавалося на вхід процесу генерації наступного. «Очевидно, що ті самі сімдесят п'ять різноманітних карток можна використати повторно для обчислення кожного наступного числа», — писала вона. Вона передбачила бібліотеку часто використовуваних підпрограм — те, що століття по тому буде створено її інтелектуальними спадкоємцями, серед яких будуть і жінки на зразок Грейс Гоппер з Гарварду та Кей Макналті й Джин Дженнінгс із Пенсильванського університету. Також завдяки тому, що машина Беббіджа дозволяла залежно від обчислених проміжних результатів перестрибувати туди-сюди по послідовності карток із інструкціями, вона заклала основи того, що ми нині називаємо умовним розгалуженням — переходом на іншу послідовність інструкцій за певних умов.

Бebbідж допоміг Аді з обчисленням чисел Бернуллі, проте листи доводять її глибоку заглибленість у деталі. «Я затято рвуся та докопуюся до самої суті усіх методів визначення чисел Бернуллі, — писала вона в липні, лише за кілька тижнів до того, як її переклад та примітки мали надійти до типографії. — Страшно подумати, але я так загрузла в цьому вражаючому болоті та клопотах із цими числами, що за сьогодні я з цим точно не впораюся... Я в чарівному стані потьмарення».⁴²

Впоравшись із цим, Ада зробила доповнення від себе: таблицю та діаграму, що показували, як саме алгоритм вводиться у комп'ютер, крок за кроком, включаючи два рекурсивні цикли. Це був нумерований список кодованих інструкцій, який містив цільові регістри, операції та коментар — те, що здається дуже знайомим будь-якому сучасному програмісту C++. «Я невпинно та дуже успішно працювала весь день, — писала вона Беббіджу. — Упевнена, вам дуже сподобаються таблиця та діаграма. Вони складені дуже ретельно». З усіх листів чітко видно, що вона складала таблицю самостійно; єдиним помічником був її чоловік, який не розумів математики, але зголосився методично наводити чорнилами те, що вона намалювала олівцем. «Лорд Л. саме люб'язно прокреслює усе чорнилами для мене, — писала вона Беббіджу. — Я була змушена робити усе олівцем».⁴³

Саме за цю діаграму, що супроводжувала складні процеси генерування чисел Бернуллі, Адині фанати нагородили її званням «першого комп'ютерного програміста у світі». Його не так просто відстояти. На той час Беббідж

* Адин приклад передбачав табулювання поліномів за допомогою різницевих методів як підфункції, яка потребувала вкладеної циклічної структури зі змінними межами для внутрішнього циклу.

уже розробив, принаймні теоретично, понад двадцять пояснень процесів, які зрештою мала виконувати його машина. Але жодне з них не було опубліковане і не містило чіткого опису способу впорядкування операцій. Отже, є підстави стверджувати, що алгоритм та детальний опис програми для генерування чисел Бернуллі був найпершою опублікованою комп'ютерною програмою. І ініціали у підписі в кінці належали Аді Лавлейс.

У своїх «Примітках» вона ввела ще одну важливу концепцію, яка змушує згадати оповідь про Франкенштейна, написану Мері Шеллі після того вікенду з лордом Байроном. Вона порушила те, що досі лишається найзахопливішою метафізичною темою, яка стосується комп'ютерів, а саме тему штучного інтелекту: чи можуть машини мислити?

Ада була переконана, що не можуть. Вона стверджувала, що машина на зразок створеної Беббіджем може виконувати операції згідно з інструкціями, але не зможе виробити власні ідеї чи наміри. «Аналітична машина аж ніяк не претендує на *створення* чогось, — писала вона у „Примітках“. — Вона може робити усе, що ми здатні наказати їй зробити. Вона може діяти згідно з аналізом, але не здатна передбачити жодних аналітичних відношень чи істин».

Століття по тому піонер комп'ютерної техніки Алан Тюрінг (див. розділ 3) охрестить це твердження «запереченням леді Лавлейс».

Ада хотіла, щоб її роботу сприймали не просто як суспільно-пропагандистський твір, а як серйозну наукову статтю, тож на самому початку статті вона проголосила, що не «висловлюватиме жодної думки» про небажання уряду продовжувати фінансування зусиль Беббіджа. Це не сподобалося Беббіджу, який своєю чергою написав розгорнуту ієреміаду, що ганьбила уряд. Він зажадав від Ади включити її до «Приміток» без його підпису, наче це була її думка. Вона відмовилася, оскільки не бажала скомпрометувати свою роботу.

Не повідомивши її, Беббідж надіслав свій пропонований додаток безпосередньо до Scientific Memoirs. Редактори вирішили, що його доцільно надрукувати окремо, та запропонували йому «по-чоловічому» підписатися своїм іменем. Беббідж міг видаватися милим, якщо цього хотів, але, як і більшість інноваторів, він міг бути примхливим, впертим та зухвалим. Запропонована пропозиція розлютила його, і він написав Аді лист із вимогою відкликати свою працю. Тепер була її черга гніватися. Використавши форму звертання «Мій дорогий Беббідже», яка зазвичай використовується між приятелями-чоловіками, вона писала, що «відкликання перекладу та приміток» буде «ганебним та непростим» вчинком. Лист вона закінчила так: «Будьте певні, що я ваш найкращий друг; та я ніколи не зможу і не стану підтримувати ваші дії, що виходять із принципів, які я вважаю не лише неправильними самими по собі, а й самогубними».⁴⁴

Бєббїдж відступив та погодився на публікацію своєї статті окремо та в іншому періодичному виданні. Того дня Ада жалілася матері:

Поведінка містера Бєббїджа тривожить і тисне на мене та надзвичайно спантеличує... На превеликий жаль, я дійшла висновку, що він один із найвпертіших, найегоїстичніших та найнєстриманіших людей, яких лишєнь можна зустріти... Я відразу ж заявила Бєббїджу, що жодна сила не змусить мене погодитися з будь-якою його претензією чи якимось чином стати його голосом... Він лютував. Я лишалась незворушна та непохитна.⁴⁵

Адиною реакцією на цю суперечку став пишномовний 16-сторінковий лист Бєббїджу, написаний з несамовитістю, в якій яскраво проявилися її схильність до змін настрою, її захоплення, манії та пристрасті. Вона улещувала його та лаяла, вихваляла та гудила. В одному місці вона протиставила їхні мотиви. «Мій власний безкомпромісний принцип — прагнути любити правду та Бога більше за славу та пошану, — стверджувала вона. — Ваш — любити правду й Бога, але любити славу, пошану та почесіть ще більше». Вона проголошувала, що бачить свою невідворотну славу такою, що має величну природу: «Я прагну долучити свою міць до справи роз'яснення та тлумачення Бога Всемогутнього та його законів... Якщо мені вдається стати одним із найвидатніших пророків його, я вважатиму це своїм величезним тріумфом».⁴⁶

Заклавши такий фундамент, вона запропонувала Бєббїджу угоду: вони мали укласти ділове та політичне партнерство. Вона застосує свої зв'язки та переконливе перо на користь його проекту побудови аналітичної машини, якщо — і лише якщо — він передасть їй контроль над своїми бізнесовими рішеннями. «Ви — перший, кому я пропоную свої послуги та свій інтелект, — писала вона. — Не відкидайте їх зневажливо». Подекуди лист видається переліком умов проекту венчурного капіталу або шлюбним контрактом, аж до передбачення можливого арбітражу. «Ви гарантуєте у всіх практичних питаннях цілковито коритися моїм судженням (або, у разі розходження наших думок, суджень будь-кого, кого ви, якщо ваша ласка, зараз маєте нагоду обрати за рефері)», — проголошувала вона. Натомість обіцяла «впродовж року чи двох надати чіткі та гідні пропозиції про введення вашої машини в дію».⁴⁷

Лист міг би здатися неочікуваним, якби не був схожий на дуже багато інших, написаних нею. Це приклад того, що її претензійні амбіції подеколи брали над нею гору. Проте вона заслуговує на повагу як людина, яка, зумівши піднятися над очікуваннями, пов'язаними з її походженням та статтю, та знехтувати прокляттям сімейних демонів, невтомно присвятила себе складним математичним здобуткам, які більшість із нас ніколи не ризикнули б, а то й просто не змогли б навіть спробувати повторити (самі лише числа

Бернуллі виявилися б для багатьох із нас замічним горішком). Її вражаючі математичні зусилля та винахідливі здогади припали на самий розпал драми Медори Лей та нападів хвороби, що зробила її залежною від опіатів та посилила зміни настрою. Наприкінці листа до Беббіджа вона пояснювала: «Мій любий друже, якби ви знали, які прикrostі та жахиття я пережила у спосіб, який не може бути вам відомий, ви відчули б, що певною мірою важкість моїх звинувачень пояснюється моїми почуттями».

А далі, після короткого відступу для невеличкого зауваження про використання аналізу скінченних різниць для обчислення чисел Бернуллі, вона вибачалася за те, що «цей лист містить прикрі плями», та жалісно запитувала: «Не знаю, чи зголоситеся ви й надалі користуватися послугами цієї чарівної леді».⁴⁸

Ада була переконана, що Беббідж пристане на її пропозицію стати діловими партнерами. «Він настільки упевнений у тому, що моє перо в нього на службі приносить велику користь, що, напевне, погодиться; хоча я вимагаю дуже серйозних поступок, — писала вона матері. — Якщо він насправді пристане на мої пропозиції, мені, ймовірно, вдасться допомогти йому уникнути великих неприємностей та довести його машину до пуття».⁴⁹ Проте Беббідж вирішив, що розумніше буде відмовитися. Він зустрівся з Адою та «відкинув усі умови».⁵⁰ Хоча більше вони ніколи не співпрацювали в сфері науки, приязні стосунки зберегли. «Гадаю, що ми з Беббіджем більш дружні, ніж абикколи», — писала вона матері наступного тижня.⁵¹ А Беббідж погодився наступного місяця відвідати її в замиському будинку, надіславши ніжного листа, в якому називав її «Чарівницею Чисел» та «моїм любим та вкрай шанованим Тлумачем».

Тоді ж, у вересні 1843 року, її переклад та «Примітки» нарешті вийшли у Scientific Memoirs. На деякий час вона отримала можливість купатися у схвальних відгуках друзів та сподіватися, що, як і її ментора Мері Сомервіль, її серйозно сприйматимуть у наукових та літературних колах. Публікація нарешті дозволила їй почуватися «цілком професійною особистістю», як вона писала своєму адвокату. «Я справді стала настільки ж пов'язаною із якоюсь професією, як і ви».⁵²

Не судилося. Беббідж так і не отримав фінансування для своїх машин; вони так і не були збудовані, і він помер у бідності. Що ж до леді Лавлейс, то вона не опублікувала більше жодної наукової статті. Натомість її життя пішло на спад, вона захопилася азартними іграми та опіатами. Ада закрутила роман із партнером із ігор, який потім почав шантажувати її, змусивши закласти сімейні коштовності. Упродовж останнього року життя вона наймовірно болісно боролася з раком матки, що супроводжувався постійною кровотечею. Ада померла у 1852 році, коли їй виповнилося 36. Як вона

й наполягала, поховали її у провінції поруч із батьком-поетом, якого вона ніколи не знала і який помер у такому ж віці.

Промислова революція базувалася на двох основних концепціях, глибоких у своїй простоті. Інноватори вигадали способи полегшити амбітні проекти шляхом їх розбиття на прості маленькі операції, які можна було виконати на конвеєрах. Потім, починаючи з текстильної промисловості, винахідники придумали способи механізувати кроки так, щоб їх могли виконувати машини, більшість яких приводилася в дію паровими двигунами. Беббідж, спираючись на ідеї Паскаля та Лейбніца, намагався застосувати ці дві концепції до процесу обчислень, створивши механічну предтечу сучасного комп'ютера. Його найзначнішим концептуальним проривом стало те, що такі машини необов'язково налаштовувати на виконання лише якогось одного процесу; натомість їх можна програмувати та перепрограмувати за допомогою перфокарт. Ада побачила красу і значущість цієї чарівної ідеї, а також розвинула її ще більш захопливою ідеєю: такі машини можуть обробляти не лише числа, а будь-що, що можна записати у вигляді символів.

Упродовж багатьох років Аду Лавлейс оспівували як ікону фемінізму та піонера комп'ютерних технологій. Наприклад, Міністерство оборони США назвало розроблену нею високорівневу об'єктно-орієнтовану мову програмування Ada. Проте із неї також глузували як із божевільної, легковажної та такої, що зробила лише мінімальний внесок у створення «Приміток», під якими стоять її ініціали. Вона писала сама у цих «Примітках» про аналітичну машину такими словами, що описують також її мінливу репутацію: «При розгляді будь-якого нового предмета часто спостерігається тенденція спершу переоцінити наші винаходи як уже цікаві чи видатні, а потім, внаслідок чогось на зразок природної реакції, недооцінювати істинний стан речей».

Насправді внесок Ади був одночасно глибоким та натхненним. Випередивши Беббіджа чи будь-кого зі своїх сучасників, вона зуміла зазирнути у майбутнє, в якому машини стануть співучасниками людської уяви, разом із нею спітаючи такі ж чудові гобелени, як ті, що виходили з Жаккарового верстата. Захоплення поетичною наукою привело її до оспівування запропонованої обчислювальної машини, відкинutoї тодішнім науковим істеблiшментом, і вона осягнула, як можна застосувати обчислювальну потужність такого пристрою до будь-якої форми інформації. Отож, Ада, графиня Лавлейс, допомогла засіяти зерна цифрової епохи, яка розквітне сто років по тому.

КОМП'ЮТЕР

Подеколи інновація — справа своєчасності. Грандіозна ідея виникає саме тоді, коли існує необхідна для її втілення технологія. Приміром, ідея відправити людину на Місяць виникла якраз тоді, коли прогрес мікročіпів дозволив помістити комп'ютерні навігаційні системи у носовий конус ракети. Проте буває і так, що із синхронізацією виникають проблеми. Чарльз Беббідж опублікував статтю про хитромудрий комп'ютер 1837 року, але появи десятків необхідних для його побудови технологічних здобутків довелося чекати ще сотню років.

Деякі з цих здобутків здаються майже тривіальними, але прогрес — це не лише велетенські стрибки, а й сотні маленьких кроків. Візьмімо, наприклад, перфокарти на зразок тих, які Беббідж побачив на Жаккарових верстаках та запропонував використати у своїй аналітичній машині. Відшліфував же використання перфокарт для комп'ютерів Герман Холлерит, працівник Бюро перепису населення Сполучених Штатів, нажаханий тим, що на ручне табулювання результатів перепису 1880 року пішло майже вісім років. Він вирішив автоматизувати підрахунок результатів перепису 1890 року.

Спираючись на те, як залізничні кондуктори пробивали дірки в різних місцях квитка для позначення характеристик кожного пасажира (статі, приблизного зросту, віку, кольору волосся), Холлерит розробив перфокарти з дванадцятьма рядками та двадцятьма чотирма стовпчиками, які містили важливі факти про кожну охоплену переписом людину. Далі картки просувалися між матрицею з чашок із ртуттю та сіткою підпружинених голок, які замикали електричний контур, якщо під ними був отвір. Така машина могла табулювати не лише прості загальні кількості, а й комбінації певних особливостей, наприклад, кількість одружених чоловіків чи народжених за кордоном жінок.

Використання табуляторів Холлерита дозволило завершити перепис 1890 року за один рік, а не за вісім. Це було перше масове застосування електричних контурів для обробки інформації, і 1924 року заснована Холлеритом компанія після низки злиттів та поглинань перетворилася на Міжнародну корпорацію з виготовлення бізнес-машин (International Business Machines Corporation), вона ж IBM.

Інновації можна розглядати як накопичення сотень маленьких здобутків на зразок лічильників та зчитувачів перфокарт. Саме так розуміють процес появи інновацій у компаніях на зразок ІВМ, що спеціалізується на щоденних удосконаленнях, які роблять команди інженерів. Багато найважливіших технологій нашої ери, наприклад, розроблені впродовж останніх шести десятиліть технології гідророзриву для видобутку природного газу, побачили світ завдяки не лише кільком проривним стрибкам, але й незліченним маленьким інноваціям.

Якщо говорити про комп'ютери, то слід пам'ятати про чимало покрокових здобутків, зроблених безликими інженерами у компаніях на зразок ІВМ. Але цього було замало. Хоча машини, які на початку ХХ століття випускала ІВМ, могли компіювати дані, вони не були тим, що ми називаємо комп'ютерами. Вони не були навіть функціональними калькуляторами. Вони були убогі. Тож на додачу до тих сотень маленьких досягнень народження комп'ютерної ери вимагало якихось масштабніших винахідливих стрибків, зроблених творцями-провидцями.

Цифрове перемагає аналогове

Машини, розроблені Холлеритом та Беббіджем, були *цифровими*, тобто такими, що виконували розрахунки за допомогою цифр: дискретних та виразних цілих чисел на зразок 0, 1, 2, 3. У їхніх машинах цілі числа додавалися і віднімалися за допомогою шестерень та коліщаток, що відкладували по одній цифрі за раз, як лічильники. Іншим підходом до обчислень було створення пристроїв, які могли імітувати чи моделювати фізичний феномен, а потім проводити виміри на основі аналогової моделі для обчислення значимих результатів. Такі пристрої широко відомі під назвою *аналогових* комп'ютерів, оскільки працюють за аналогією. Аналогові комп'ютери у своїх обчисленнях не покладаються на дискретні цілі числа, натомість використовують неперервні функції. В аналогових комп'ютерах як аналог відповідних кількісних показників розв'язуваної задачі використовуються такі змінні показники, як електрична напруга, положення мотузки на блоці, гідравлічний тиск або міра відстані. Масштабна лінійка — це аналоговий пристрій, рахівниця — цифровий. Годинники з обертальними стрілками — аналогові, а такі, що показують числа — цифрові.

Приблизно тоді, коли Холлерит створював свій цифровий табулятор, двоє найвидатніших англійських вчених, лорд Кельвін та його брат Джеймс Томсон, створювали аналогову машину. Вона була призначена для того, щоб вирішувати трудомісткі задачі розв'язування диференціальних рівнянь, які мали допомогти при створенні графіків припливів та таблиць кутів стрільби, за яких артилерійські снаряди летіли б різними траєкторіями. Приступивши до

роботи у 1870-х роках, брати розробили систему на основі планіметра — інструмента, яким вимірюють площу двовимірної фігури на зразок ділянки під кривою на клаптику паперу. Користувач проводив приладом уздовж кривої, а той обраховував площу за допомогою невеличкої сфери, яка повільно просувалася по поверхні великого диска, що обертався навколо осі. Обчисливши площу під кривою, планіметр розв'язував рівняння методом інтегрування — іншими словами, він був здатен виконувати основну задачу аналізу. Кельвіну і його брату вдалося використати цей метод для створення «гармонічного синтезатора», здатного за чотири години створити річний графік припливів. Але вони так і не змогли подолати механічні труднощі поєднання багатьох таких приладів для розв'язування рівнянь із великою кількістю змінних.

Задача поєднання багатьох інтеграторів залишалася нерозв'язаною до 1931 року, коли професор інженерної справи Массачусетського технологічного інституту Веннівер* Буш — запам'ятайте це ім'я, бо він є ключовим персонажем цієї книги — зумів створити перший у світі аналоговий електрично-механічний комп'ютер. Він охрестив свою машину диференціальним аналізатором. Вона складалася з шести колісно-дискових інтеграторів, які не дуже відрізнялися від використаних лордом Кельвіном, зв'язаних масивом шестерень, блоків та стрижнів, які оберталися електромоторами. Бушу дуже допомогло те, що він працював у МІТ, бо навколо нього було багато людей, здатних скласти та відкалібрувати складні конструкції. Остаточний варіант машини розміром із невелику спальню міг розв'язувати рівняння аж із вісімнадцятьма незалежними змінними. Впродовж наступного десятиліття варіанти диференціального аналізатора Буша було відтворено на Абердинському випробувальному полігоні Сухопутних військ США у Меріленді, у Мурівській електротехнічній школі при Пенсильванському університеті та в Манчестерському і Кембриджському університетах в Англії. Вони виявилися винятково корисними для створення артилерійських таблиць кутів стрільби, а також для навчання та надихання наступного покоління піонерів комп'ютерної техніки.

Утім машині Буша не судилося стати великим досягненням в історії комп'ютерів, оскільки це був аналоговий пристрій. Як на те пішло, вона виявилася останнім подихом аналогових обчислень, принаймні на багато десятків років.

Через сто років після того як Беббідж уперше опублікував статтю, присвячену аналітичній машині, а саме у 1937-му, почали з'являтися нові підходи,

* Часто можна зустріти інший варіант транскрибування цього імені — «Венівар», але цей варіант не підходить, оскільки, як окремо підкреслює в цій книзі Айзексон, це ім'я англійської римується зі словом «beaver» (бобер; читається як «бівер»). — *Прим. пер.*

технології та теорії. Цей рік був роком чудес комп'ютерної ери, підсумком якого став триумф чотирьох певною мірою взаємопов'язаних рис, що визначають вигляд сучасної комп'ютерної техніки:

Цифрова. Фундаментальною рисою комп'ютерної революції було те, що вона базувалася саме на цифрових, а не на аналогових комп'ютерах. Причин тому, як ми незабаром побачимо, було багато, серед них паралельні досягнення у логічній теорії, електронних схемах та електронних перемикачах, які зробили більш плідним саме цифровий, а не аналоговий підхід. Лише у 2010-х роках вчені у галузі обчислювальної техніки при спробах імітувати роботу людського мозку ґрунтовно взялися до спроб відродити аналогову комп'ютерну техніку.

Двійкова. Сучасні комп'ютери стали не просто цифровими; цифрова система, яку вони використовують, двійкова, або за основою 2, що означає, що в ній використовуються не всі десять цифр десяткової системи, якою ми послуговуємося щодня, а лише нулі та одиниці. Як і багато інших математичних концепцій, двійкова теорія бере початок із робіт Лейбніца кінця XVII століття. Упродовж 1940-х років ставало дедалі очевидніше, що двійкова система краще за інші цифрові форми, в тому числі десяткову систему, підходить для виконання логічних операцій за допомогою схем, складених із перемикачів.

Електронна. У середині 1930-х років британський інженер Томас Флаверс уперше використав радіолампи у ролі перемикачів в електронних схемах. Доти при створенні електронних схем покладалися на механічні та електромеханічні перемикачі на зразок клацаючих електромагнітних реле, що їх використовували телефонні компанії. Радіолампи ж переважно застосовували для підсилення сигналів, а не як перемикачі. Завдяки використанню електронних компонентів типу радіоламп, а пізніше транзисторів і мікросхем, комп'ютери здатні працювати в тисячі разів швидше за машини з рухомими електромеханічними перемикачами.

Універсальна. Зрештою, машини одержали властивість бути програваними та перепрограмованими — і навіть перепрограмованими самими собою — для виконання великого розмаїття завдань. Тепер вони могли не лише розв'язувати якусь одну форму математичних розрахунків на зразок диференціальних рівнянь, а й виконувати численні завдання та символічні маніпуляції не тільки над числами, а й над словами, музикою та малюнками; тож було реалізовано потенціал, оспіваний леді Лавлейс в описі аналітичної машини Беббіджа.

Інновації народжуються, коли зріле насіння потрапляє на благодатний ґрунт. Величні досягнення 1937 року не мали якоїсь однієї причини, натомість випливали з поєднання здатностей, ідей та потреб, які збіглися в багатьох місцях одразу. Як це часто трапляється в анналах винахідництва, особливо винахідництва в галузі інформаційних технологій, настав слушний час, і атмосфера була заряджена на це. Розробка радіоламп для радіопромисловості проклала шлях створенню електронних цифрових схем. Паралельні теоретичні здобутки логіки зробили ці схеми ще кориснішими. А барабани війни пришвидшили поступ.

У міру того, як нації озброювалися для назриваючого конфлікту, стало очевидним, що обчислювальна потужність настільки ж важлива, як і вогнева міць. Здобутки живили один одного, вони відбувалися практично одночасно та спонтанно у Гарварді, МІТ, Принстоні, Bell Labs, берлінському помешканні та, що найнеймовірніше та найцікавіше, у підвалі в Еймсі, штат Айова.

Основою всіх цих здобутків була низка захопливих — можливо, Ада назвала б їх поетичними — проривів у математиці. Один із них призвів до формальної концепції «універсального комп'ютера» — машини загального призначення, яку можна було запрограмувати на виконання будь-якої логічної задачі та симуляцію поведінки будь-якої іншої логічної машини. Її як мислений експеримент вигадав геніальний англійський математик, чия історія життя одночасно натхненна та трагічна.

Алан Тюрінг

Алан Тюрінг пройшов важку школу виховання дитини, народженої на обшарпаних задвірках британського дрібнопомісного дворянства.⁵³ 1638 року його родина була удостоєна баронства, яке за родоводом дісталось одному з його племінників. Але молодшим синам їхнього розгалуженого сімейного дерева, зокрема й самому Тюрінгу та його батьку з дідом, не дісталось ні клапця землі, ні великого багатства. Більшість Аланових братів подалися у духовенство, як Аланів дідусь, або стали держслужбовцями колоніальної адміністрації, як його батько, який служив дрібним адміністратором у віддалених регіонах Індії. Алан був зачатий у Чхатрапурі, в Індії, а на світ з'явився 23 червня 1912 року в Лондоні, куди його батьки приїхали у відпустку. Коли йому виповнився лише один рік, батьки на кілька років повернулися до Індії, передавши сина разом зі старшим братом на виховання армійському полковнику у відставці та його дружині, що мешкали в приморському містечку на південному узбережжі Англії. «Я не дитячий психолог, — зазначав пізніше Аланів брат, Джон, — але переконаний, що немовлят шкідливо відривати від матері та поміщати у чужорідне середовище».⁵⁴

Після матиного повернення Алан кілька років жив із нею, а коли хлопчику виповнилося тринадцять, його відправили до школи-інтернату. Він поїхав туди на велосипеді і за два дні самотійно подолав близько ста кілометрів. Хлопець дуже любив самотність, тож захоплювався бігом на довгі дистанції і їздою на велосипеді, що дозволяло йому побути наодинці. Також він мав дуже поширену серед інноваторів рису, яку надзвичайно витончено описав його біограф Ендрю Годжес: «Алан погано навчився відчувати ту тонку лінію, що відокремлює ініціативу від непокори».⁵⁵

У зворушливих мемуарах його мати так описала до нестями коханого сина:

Алан був широкоплечий, міцної статури та високий, із рішучою квадратною щелепою та неслухняним каштановим волоссям. Найвиразнішою його рисою були глибоко посаджені яскраво-блакитні очі. Короткий, дещо кирпатий ніс та комічні лінії рота надавали йому юнацького — а подеколи навіть дитячого — вигляду. Настільки, що навіть коли йому було під сорок, його інколи приймали за студента старших курсів. В одязі та звичках він був схильний до недбалства. Його волосся зазвичай було задовгим, з нависаючим локоном, який він відкидав назад різким рухом голови... Він бував замислений та замріяний, заглиблений у власні думки, тому інколи міг здаватися відлюдькуватим... Траплялося, що сором'язливість доводила його до відвертої безтактності... Він взагалі припускав, що йому була б до вподоби самотність середньовічного монастиря.⁵⁶

У Шерборнській школі-інтернаті юнак усвідомив, що він гомосексуал. Він закохався у світловолосого стрункого однокласника Кристофера Моркома, з яким вивчав математику та обговорював філософію. Але взимку перед самим випуском Морком раптово помер від туберкульозу. Пізніше Тюрінг напише Моркомовій матері: «Я просто-таки боготворив землю, якою він ходив — і, хоч як прикро це говорити, не сильно старався це приховати».⁵⁷ У листі до власної матері Тюрінг, схоже, знаходить прихисток у вірі: «Я відчуваю, що знову десь зустріну Моркома, і у нас там все складеться так, як мало би бути тут. Тепер, коли я лишився сам, я не маю права підвести його. Якщо я впораюся з собою, то буду гідним скласти йому компанію». Але зрештою ця трагедія підточила релігійну віру Тюрінга. Вона також змусила хлопця ще більше заглибитися в себе, і відтоді йому завжди було складно зав'язувати близькі стосунки. На Великдень 1927 року завідувач інтернату доповідав його батькам: «Він, безсумнівно, не „нормальний“ хлопчик; не в найгіршому сенсі слова, а, радше, не такий веселий».⁵⁸

В останній рік в Шерборні Тюрінг здобув стипендію для навчання у Кембриджському Королівському коледжі, куди відправився 1931 року вивчати математику. Однією з трьох книжок, які він придбав за частину грошової винагороди, була робота «Математичні основи квантової механіки» (The Mathematical

Foundations of Quantum Mechanics) Джона фон Неймана, блискучого математика угорського походження, який як піонер проектування комп'ютерів безперервно впливатиме на його життя. Тюрінга особливо цікавила математика, що лежала в основі квантової фізики та описувала підпорядкування подій на субатомному рівні статистичним імовірностям, а не точним законам. Він вірив (принаймні, замолоду), що саме ця непевність та невизначеність на субатомному рівні дозволяла людям проявляти свободу волі — рису, яка, якщо вона справді існує, і буде, мабуть, саме тим, що відрізнятиме їх від машин. Іншими словами, оскільки події на субатомному рівні не є наперед визначеними, це дає можливість нашим думкам та діям також не бути наперед визначеними, як пояснював він у листі до Моркомової матері:

У науці призвичаїлися вважати, що якщо ми знатимемо все про Всесвіт у будь-який конкретний момент часу, то зможемо передбачити, яким він буде у будь-який момент майбутнього. Насправді ця ідея виникла через видатні успіхи астрономічного передбачення. Утім сучасна наука дійшла висновку, що, коли маєш справу з атомами й електронами, абсолютно неможливо дізнатися, в якому саме стані вони перебувають, оскільки наші інструменти самі зроблені з атомів та електронів. Отже, концепція про можливість визначити точний стан Всесвіту при переході до менших масштабів має руйнуватися. Це своєю чергою означає, що теорія, відповідно до якої, якщо затемнення і все таке інше передбачуване, то передбачувані і всі наші дії, також руйнується. У нас є воля, здатна визначати дії атомів, можливо, у невеличкій ділянці мозку, а можливо, і в усьому ньому.⁵⁹

До кінця життя Тюрінг бився над питанням, чи існують фундаментальні відмінності між людським розумом та детермінованою машиною, і він поступово дійшов висновку, що це розрізнення не таке чітке, як йому здавалося спочатку.

Також інтуїція підказувала йому, що так само, як субатомний світ просякнутий невизначеністю, існують математичні проблеми, які не можуть бути розв'язані механічно і приречені залишатися оповитими недетермінованістю. На той час математики зосередилися на питаннях повноти та сумісності логічних систем, почасти під впливом Давіда Гілберта, генія з Геттінгена, який, на додачу до багатьох інших досягнень, паралельно з Ейнштейном розробив математичне формулювання загальної теорії відносності.

На конференції 1928 року Гілберт поставив три фундаментальні питання, які стосувалися довільної формальної математичної системи: 1) Чи є її множина правил повною, тобто чи можна довести (або спростувати) будь-яке твердження тільки за допомогою правил системи? 2) Чи є вона сумісною, тобто такою, що для жодного твердження не можна довести, що воно є одночасно правильним і неправильним? 3) Чи існує якась процедура, яка може

визначити, чи є конкретне твердження доказовим, замість допускати можливість того, що деякі твердження (на зразок таких безсмертних математичних загадок, як Велика теорема Ферма*, гіпотеза Гольдбаха** чи гіпотеза Коллатца***) приречені залишитися у чистилищі невизначеності? Гілберт вважав, що відповідь на перші два питання «так», а останнє залишається спірним. Він просто сказав, що «нерозв'язних задач не існує».

Упродовж наступних трьох років логік австрійського походження Курт Гедель, якому на той час було 25 років і який жив із матір'ю у Відні, закрив перші два питання неочікуваними відповідями: «ні» та «ні». В своїй «теоремі про неповноту» він показав, що існують твердження, які не можна ні довести, ні спростувати. До них, якщо говорити простою мовою, належать подібні до самоспіввіднесених тверджень на зразок «Це твердження неможливо довести». Якщо це твердження істинне, воно стверджує, що ми не можемо довести його істинність; якщо воно хибне, також одержимо логічне протиріччя. Це трохи схоже на давньогрецький «парадокс брехуна», згідно з яким неможливо встановити істинність твердження «Це твердження хибне» (якщо твердження істинне, воно одночасно є хибним, і навпаки).

Навівши твердження, які неможливо ані довести, ані спростувати, Гедель показав, що будь-яка формальна система, достатньо потужна для вираження звичайної математики, неповна. Він також зумів сформулювати супровідну теорему, яка, по суті, давала відповідь «ні» на друге питання Гілберта.

Залишилося третє питання Гілберта стосовно визначеності, або, як називав його сам Гілберт, Entscheidungsproblem («проблема розв'язності»). Так Гедель навів твердження, які не можна було ані довести, ані спростувати, але, можливо, цей дивний клас тверджень все-таки можна якось ідентифікувати та відокремити, зробивши систему, що залишилася, повною та сумісною. Для цього нам необхідно знайти метод, який би вирішував, чи є твердження доказовим. Викладаючи Тюрінгу тему питань Гілберта, славетний кембриджський професор математики Макс Ньюман сформулював Entscheidungsproblem так: чи існує «механічний процес», який можна використати для визначення того, чи є певне логічне твердження доказовим?

Тюрінгу сподобалася концепція «механічного процесу». Одного дня влітку 1935 року він, як завше наодинці, бігав берегом річки Лі, а після кількох кілометрів зупинився полежати під яблунами на Грантчестерських луках, щоб обмізкувати ідею. Він зрозумів поняття «механічний процес» буквально

* Рівняння $a^n + b^n = c^n$, де a , b та c додатні цілі числа, не має розв'язків при $n > 2$.

** Кожне парне ціле число, більше за 2, можна записати у вигляді суми двох простих чисел.

*** Якщо процес, у якому число ділиться на два, якщо воно парне, і потроєється, а результат збільшується на 1, якщо воно непарне, повторити невизначену кількість кроків, врешті-решт обов'язково отримаємо 1.

і вигадав механічний процес — уявну машину — та застосував її до вирішення проблеми.⁶⁰

Придумана ним (як мислений експеримент, а не проект побудови реальної машини) «логічна обчислювальна машина» на перший погляд була дуже проста, але при цьому, в теорії, могла впоратися з будь-якими математичними обчисленнями. Вона складалася з нескінченно довгої паперової стрічки, розділеної на квадрати, у яких розміщувалися символи; в найпростішому двійковому прикладі такими символами могли бути лише одиниця та пусте місце. Машина вміла зчитувати символи зі стрічки та виконувати певні дії залежно від наданої їй «таблиці інструкцій».⁶¹

Таблиця інструкцій указувала машині, що робити залежно від конфігурації, в якій вона перебувала, та символу, якщо такий був, який вона виявила у поточному квадраті. Наприклад, таблиця інструкцій для конкретної задачі могла наказати задавати такий алгоритм: якщо машина перебуває у конфігурації 1 і бачить у квадраті 1, вона має пересунути на один квадрат праворуч і перемкнутися у конфігурацію 2. Хоч як це дивно, якщо не для Тюрінга, то для нас точно, така машина, маючи відповідну таблицю інструкцій, була здатна виконати абсолютно довільну математичну задачу якої завгодно складності.

Як же ця уявна машина відповідала на третє питання Гілберта — проблему розв'язності? Тюрінг підійшов до цієї задачі шляхом уточнення концепції «обчислюваних чисел». Будь-яке дійсне число, визначене математичним правилом, можна було обрахувати за допомогою логічної обчислювальної машини. Навіть ірраціональні числа на зразок π могли обраховуватися невизначено довго за допомогою скінченної таблиці інструкцій. Так само можна було обрахувати логарифм семи, чи корінь квадратний з двох, чи послідовність чисел Бернуллі, алгоритм обчислення яких допомогла створити Ада Лавлейс, чи будь-яке інше число чи послідовність, хоч би яким складним було їх обчислення, — за умови, що обчислення визначалося скінченним набором правил. Усе це, говорячи мовою Тюрінга, були «обчислювані числа».

Далі Тюрінг показав, що існують також *необчислювані* числа. Вони були пов'язані з тим, що він назвав «проблемою зупинки». Він показав, що не існує методу, який би наперед визначив, чи ця таблиця інструкцій у поєднанні з довільним набором вхідних даних приведе машину до остаточної відповіді, чи вона зациклиться і пихтітиме невизначену кількість часу, так ні до чого і не дійшовши. Він показав, що нерозв'язність проблеми зупинки означала нерозв'язність проблеми розв'язності Гілберта, тієї самої Entscheidungsproblem. Попри надії, які, судячи з усього, плекав Гілберт, жодна механічна процедура не могла визначити доказовість кожного математичного твердження. Теорема Геделя про неповноту, невизначеність квантової механіки та відповідь Тюрінга на третю проблему Гілберта завдали нищівних ударів механічному, детермінованому, передбачуваному Всесвіту.

Стаття Тюрінга вийшла друком 1937 року під не дуже помітним заголовком «Про обчислювані числа із застосуванням їх до Entscheidungsproblem» (On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem). Його відповідь на третє питання Гілберта виявилася корисною для розвитку математичної теорії. Але значно важливішим був побічний продукт доведення Тюрінга: його концепція логічної обчислювальної машини, яка невдовзі стала відома під назвою машини Тюрінга. «Можливо винайти єдину машину, яку можна використати для обчислення довільної обчислюваної послідовності», — проголосив він.⁶² Така машина зможе прочитати інструкції будь-якої машини та виконати будь-яку задачу, яку могла б та виконати. По суті, це було втілення мрії Чарльза Беббіджа та Ади Лавлейс про цілковито універсальну машину загального призначення.

Того ж року, проте трохи раніше, принстонський математик Алонзо Чорч опублікував інше, але менш елегантне вирішення Entscheidungsproblem із більш громіздкою назвою «нетипізоване лямбда-числення». Тюрінгів професор Макс Ньюман вирішив, що Тюрінгу було б корисно поїхати на навчання до Чорча. У своєму рекомендаційному листі Ньюман описав величезний потенціал Тюрінга. Він також додав більш особисте прохання, яке базувалося на особистості Тюрінга. «Досі він працював без чийогось керівництва та критики, — писав Ньюман. — Тому для нього надзвичайно важливо якомога швидше вступити у контакт із провідними спеціалістами у цьому напрямі, щоб не перетворитися на зятятого одинака».⁶³

Тюрінг справді мав схильність до самотності. Інколи через свою гомосексуальність він почувався чужинцем; він жив сам та уникав особистих зобов'язань. Якось він запропонував дівчині-колезі вийти за нього, але потім відчув себе зобов'язаним зізнатися, що він гей. Дівчина поставилася до цього спокійно та все одно була згодна на шлюб, але він вважав, що це буде шахрайством із його боку, і вирішив не йти на це. Утім він не став «зятятим одинаком». Він навчився працювати в команді, з колегами, що було ключовою умовою втілення його абстрактних теорій у реальні та всеосяжні винаходи.

У вересні 1936 року, в очікуванні на публікацію своєї статті, 24-річний докторант вирушив до Америки у каюті четвертого класу зношеного океанського лайнера «Беренгарія». У його багажі лежав латунний секстант, яким він дуже дорожив. Його офіс у Принстонському університеті розміщувався у приміщенні факультету математики, де тоді також розташовувався Інститут прогресивних досліджень, у якому керували парадом Ейнштейн, Гедель та фон Нейман. Найбільше роботою Тюрінга, попри значні відмінності в їхніх характерах, зацікавився культурний та дуже компанійський фон Нейман.

Сейсмічні зсуви та паралельні досягнення 1937 року не були безпосереднім наслідком публікації статті Тюрінга. Як на те пішлося, попервах вона лишилася майже непоміченою. Тюрінг попросив матір надіслати її

передруки математичному філософу Бертрану Расселу та півдесятку інших відомих учених, але єдиний розгорнутий відгук надійшов від Алонзо Чорча, який міг дозволити собі улесливість, оскільки випередив Тюрінга у вирішенні проблеми розв'язності Гілберта. Чорч був не лише щедрим на похвалу — він увів термін «машина Тюрінга» для позначення того, що Тюрінг називав «логічною обчислювальною машиною». Так ім'я 24-річного на той момент Тюрінга навіки закарбувалося в одній із найважливіших концепцій цифрової епохи.⁶⁴

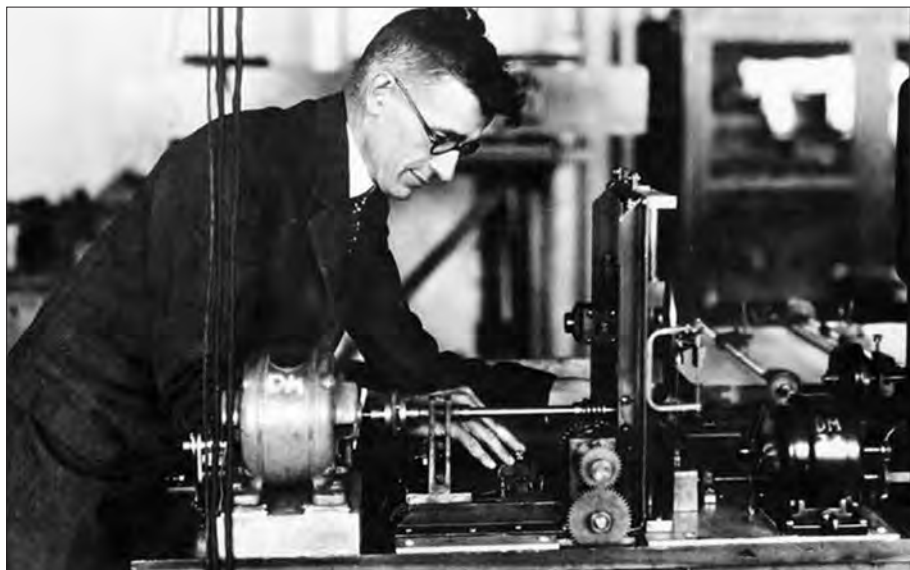
Клод Шеннон та Джордж Штібіц із Bell Labs

У 1937 році стався ще один основоположний теоретичний прорив, який, подібно до Тюрінгового, був суто мисленим експериментом. Він був справою рук магістранта MIT на ім'я Клод Шеннон, який того року подав на захист найвпливовішу магістерську дисертацію всіх часів, яку журнал *Scientific American* пізніше охрестив «Великою хартією інформаційної ери».⁶⁵

Шеннон виріс у маленькому Мічиганському містечку, де будував моделі літаків і любительські радіоприймачі, а пізніше здобув освіту в галузі електротехніки та математики в Мічиганському університеті. На випускному курсі він відгукнувся на оголошення про пошук працівників, в якому пропонувалася робота у MIT під керівництвом Веннівера Буша над диференціальним аналізатором. Шеннон отримав роботу та був зачарований машиною — не так стрижнями, блоками та коліщатками, з яких склалися аналогові компоненти, як електромагнітними реле, що входили до складу схеми керування. Перемикачі, які підкорялися електричним сигналам, що змушували їх із клацанням відкриватися та із цоканням закриватися, створювали різні конфігурації схеми.

Упродовж літа 1937 року Шеннон відволікся від роботи у MIT та пішов працювати у Bell Labs — дослідницьку установу під проводом компанії AT&T. На той час вона розміщувалася на Мангеттені у Грінвіч-Віллідж на березі річки Гудзон і була раєм для перетворення ідей на винаходи. Тут абстрактні теорії перетиналися із практичними проблемами, а в коридорах і кафетеріях ексцентричні теоретики спілкувалися з інженерами-практиками, грубими механіками та схожими на бізнесменів вирішувачами проблем, що сприяло перехресному запиленню теорії інженерією. Це зробило Bell Labs архетипом однієї з найважливіших підвалин інновацій цифрової епохи, яку гарвардський історик науки Пітер Гелісон назвав «торговельною зоною». Зійшовшись, ці винятково різні практики і теоретики навчилися знаходити спільну мову для обміну ідеями та інформацією.⁶⁶

У Bell Labs Шеннон безпосередньо ознайомився із дивовижною потужністю схем телефонних систем, які використовували електричні перемикачі



Веннівер Буш (1890–1974)
та його диференційний аналізатор, МТІ



Алан Тюрінг (1912–1954)
під час навчання у Шерборнській школі,
1928 р.



Клод Шеннон (1916–2001),
1951 р.

для маршрутизації дзвінків та балансування навантаження. Подумки він почав поєднувати принцип роботи цих схем із іншим предметом, який вважав гідним захоплення — системою логіки, сформульованою дев'яносто років тому британським математиком Джорджем Булем. Буль спричинив революцію у логіці, знайшовши спосіб вираження логічних тверджень за допомогою символів та рівнянь. Він надавав істинним твердженням значення 1, а хибним — 0. Після цього над цими твердженнями можна було виконувати набір базових логічних операцій, таких як *i*, *або*, *ні*, *або/або* та *якщо/то*, так наче це були математичні рівняння.

Шеннон зрозумів, що електричні схеми можуть виконувати ці логічні операції за допомогою розташованих певним чином перемикачів. Наприклад, для виконання функції *i* можна було розташувати два перемикачі один за одним; для проходження струму відкритими мали бути обидва.

Для виконання функції *або* перемикачі можна було розташувати паралельно, і для проходження струму достатньо було б відкрити один із них. Процес побудови таких схем можна було б спростити за допомогою більш гнучких перемикачів, які він називав логічними вентилями.

Іншими словами, можна було розробити схему, складену з великої кількості реле та логічних вентилів, яка могла б крок за кроком виконувати послідовність логічних задач.

(«Реле» — це лише перемикач, який можна відкривати та закривати електричним способом, наприклад, за допомогою електромагніту. Реле, які при відкриванні та закриванні клацають, інколи називають *електромеханічними*, оскільки вони мають рухомі деталі.

Також як перемикачі в електричній схемі можна використати радіолампи та транзистори; такі перемикачі називаються *електронними*, оскільки вони маніпулюють потоком електронів і не потребують для цього ніяких рухомих фізичних деталей. «Логічним вентилем» називається перемикач, який може опрацювати один або більше входів. Наприклад, у випадку двох входів логічний *i*-вентиль вмикається, якщо увімкнені *обидва* входи, а логічний *або*-вентиль вмикається, якщо увімкнений *хоча б один* вхід. Здогад Шеннона полягав у тому, що такі вентиля можна було б об'єднати в схеми, здатні виконувати задачі логічної алгебри Буля).

Коли восени Шеннон повернувся до МІТ, Буш був у захваті від його ідей та переконав його долучити їх до магістерської дисертації. Вона отримала назву «Символьний аналіз релейних та перемикальних схем» (A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits) та показувала, як можна виконати кожну з багатьох функцій булевої алгебри. «За допомогою релейних схем цілком можливо виконувати складні математичні операції», — підсумував він наприкінці.⁶⁷ Це стало базовою концепцією, що лежить в основі усіх сучасних комп'ютерів.

Шеннонові ідеї заінтригували Тюрінга, оскільки дуже добре накладалися на його власну щойно опубліковану концепцію універсальної машини, яка могла використовувати прості інструкції, виражені у двійковому кодуванні, для розв'язання не лише математичних, а й логічних задач.

Також, оскільки логіка пов'язана з принципами міркування людського розуму, машина, яка виконує логічні задачі, теоретично могла б імітувати спосіб мислення людей.

У той самий час у Bell Labs працював математик на ім'я Джордж Штібіц, чия робота полягала у визначенні способів здійснення дедалі складніших обчислень, яких потребували телефонні інженери.

Єдиними інструментами, що були до його послуг, стали механічні настільні підсумувальні машини, тож він вирішив винайти щось краще на підставі Шеннонового припущення про здатність електронних схем виконувати математичні та логічні задачі.

Якось одного пізнього листопадового вечора він пішов до складського приміщення та взяв додому кілька старих електромагнітних реле та лампочок. Вдома на кухонному столі він з'єднав деталі з тютюновою бляшанкою та кількома перемикачами, побудувавши просту логічну схему, яка вміла додавати двійкові числа. Увімкнена лампочка являла собою одиницю, а вимкнена — нуль. Його дружина назвала цей прилад «Модель К» на честь кухонного стола. Наступного дня він приніс свій витвір до офісу та спробував перекопати колег, що він зможе створити обчислювальну машину, якщо матиме достатню кількість реле.

Однією з важливих місій Bell Labs була розробка способів підсилення телефонного сигналу при передачі на великі відстані з одночасним усуненням шумів. Інженери мали формули, де фігурували амплітуда та фаза сигналу, і подеколи серед розв'язків цих рівнянь траплялися комплексні числа (числа, що включають у себе уявну частину, що є квадратним коренем із від'ємного числа). Керівник Штібіца запитав його, чи впорається запропонована ним машина з комплексними числами. Коли той відповів ствердно, на допомогу йому для створення машини виділили цілу команду.

Машину назвали комплексночисловим калькулятором, а повністю вона була завершена 1939 року і складалася більш ніж із чотирьох сотень реле, кожне з яких могло закриватися і відкриватися двадцять разів за секунду. Це робило машину вражаюче швидкою порівняно з механічними калькуляторами та страшенно неефективною порівняно з цілковито електронними схемами на основі радіоламп, які саме почали винаходити.

Комп'ютер Штібіца не був програмований, але продемонстрував потенціал релейних схем до здійснення двійкових математичних обчислень, обробки інформації та виконання логічних процедур.⁶⁸

Говард Ейкен

У 1937 році гарвардський докторант на ім'я Говард Ейкен бився над виконанням утомливих обчислень для своєї дисертації з фізики на підсумувальній машині. Коли він звернувся до університету з проханням дозволити йому побудувати більш досконалий комп'ютер для виконання цієї роботи, голова його факультету згадав, що на горищі гарвардського наукового центру є якісь латунні колеса від машини столітньої давнини, дещо схожої на те, що йому було потрібно. Коли Ейкен оглянув горище, він знайшов одну з шести демонстраційних моделей різницевої машини Чарльза Беббіджа, які виготовляв та розповсюджував син Беббіджа, Генрі. Ейкен захопився Беббіджем та перетягнув набір латунних коліс до свого кабінету. «Справді, ми мали два Беббіджевих колеса, — пригадував він. — Саме ці колеса я пізніше змонтував та помістив у корпус комп'ютера».⁶⁹

Тієї осені, саме коли Штібік чаклував на кухонному столі над демонстраційною моделлю, Ейкен написав доповідну записку на 22-х сторінках своїм начальникам у Гарварді та керівникам ІВМ, у якій обґрунтовував необхідність фінансування сучасної версії цифрової машини Беббіджа. Записка починалася так: «Прагнення зекономити час та розумові зусилля при арифметичних обчисленнях та усунути людську схильність до помилок, мабуть, таке ж старе, як сама наука арифметика».⁷⁰

Ейкен зростав у Індіані в доволі суворох умовах. Коли йому було дванадцять, він узяв до рук коцюбу, щоб захистити матір від п'яного та жорстокого батька, який згодом кинув родину напризволяще. Тож юний Говард у дев'ятому класі мусив припинити навчання в школі, щоб забезпечувати родину. Спершу він працював монтажником телефонів, а потім знайшов нічну роботу в місцевій енергетичній компанії, щоб мати можливість удень відвідувати технічне училище. Він важко працював заради успіху, але з часом перетворився на керівника із вибуховим норомом, якого порівнювали із грозою, що насувається.⁷¹

Керівництво Гарварду сумнівалося у доцільності створення запропонованої Ейкеном обчислювальної машини чи надання йому можливості отримати постійну посаду за проект, який здавався більш практичним, аніж науковим (серед членів гарвардського факультетського клубу назвати когось радше практиком, аніж науковцем, вважалося страшною образою). Ейкена підтримував президент Джеймс Брайант Конант, який, як голова Національного дослідницького комітету з питань оборони, не бачив нічого поганого в позиціонуванні Гарварду як частини трикутника, що об'єднував університетську науку, промисловість та військові сили. Утім його рідний фізичний факультет був більш пуристським. Його голова у грудні 1939 року написав Конанту лист, в якому назвав запропоновану машину «бажаною, якщо знайдуться гроші,

але не бажанішою за будь-що інше», а член факультетської комісії висловився про Ейкена так: «Йому треба чітко пояснити, що ця діяльність не збільшує його шансів стати професором». Але зрештою Конант переважив та дав Ейкену дозвіл на створення машини.⁷²

У квітні 1941 року, коли IBM за специфікаціями Ейкена будувала комп'ютер Mark I у своїй лабораторії в Ендикотті, штат Нью-Йорк, сам він полишив Гарвард заради служби у ВМС США. Два роки він у званні капітан-лейтенанта працював викладачем у Школі підготовки спеціалістів мінної війни у Вірджинії. Один із колег описав його як «озброєного до зубів формулами на всю довжину кімнати та оброслим плющем гарвардських теорій» та такого, що «налетів на збіговисько тупаків із Півдня, [жоден із яких] не міг відрізнити матаналіз від кукурудзяного коржа».⁷³ Значну частину часу він присвячував думкам про Mark I та інколи навідувався до Ендикотта у парадному мундирі.⁷⁴

Його служба щедро окупилася: на початку 1944 року, коли IBM готувалася відправити завершений Mark I до Гарварду, Ейкену вдалося переконати ВМС взяти машину під свій контроль та призначити його відповідальним за неї офіцером. Це допомогло йому обійти академічну бюрократію Гарварду, яка досі не йшла на зустріч у питанні надання йому постійної посади. На певний час Гарвардська обчислювальна лабораторія стала військово-морським об'єктом, тому всі підлеглі Ейкена були представниками особового складу ВМС і на роботу приходили в уніформі. Він називав їх своєю «командою», вони називали його «капітаном», а про Mark I говорили «вона», наче це був корабель*.⁷⁵

Гарвардський Mark I запозичив багато Беббіджевих ідей. Він був цифровим, хоч і не двійковим; його колеса мали десять позицій. Уздовж його 15-метрового стрижня розміщувалися сімдесят два лічильники, які могли зберігати числа до двадцяти трьох розрядів, а сама п'ятитонна машина була 24 метри завдовжки та 15 метрів завширшки. Стрижень та інші рухомі частини оберталися за допомогою електрики. Але прилад був повільним. Замість електромагнітних реле він використовував механічні, що відкривалися і закривалися електромоторами. Це означало, що для вирішення задачі на множення він витрачав близько шести секунд, тоді як машина Штібіца — одну. Утім гарвардський Mark I мав одну вражаючу рису, яка стане визначальною характеристикою сучасних комп'ютерів: він був повністю автоматичним. Програми та дані вводилися з паперової стрічки, і він міг працювати днями й ночами без втручання людини. Це дозволило Ейкену говорити про нього як про «втілену мрію Беббіджа».⁷⁶

* В англійській мові слово «корабель» (ship) — жіночого роду. — Прим. пер.

Конрад Цузе

Хоча усі названі піонери цього не знали, 1937 року їх випередив німецький інженер, який працював у помешканні своїх батьків. Конрад Цузе завершував прототип калькулятора, який був двійковим та міг зчитувати інструкції з перфострічки. Утім принаймні його перша версія, названа Z1, була механічною, а не електричною чи електронною машиною.

Як багато піонерів цифрової епохи, Цузе зростав, захоплений одночасно мистецтвом та інженерією. По закінченні технічного коледжу він отримав посаду інженера-випробувальника в авіабудівній компанії в Берліні, де розв'язував лінійні рівняння, що містили різноманітні коефіцієнти навантаження, сили та еластичності. Навіть за допомогою механічних калькуляторів одній людині було практично не під силу розв'язати за день систему більше ніж шести лінійних рівнянь із шістьма невідомими. У випадку двадцяти п'яти змінних для розв'язування знадобився б рік.

Тож Цузе, як і всіх інших, спонукало прагнення механізувати стомливий процес розв'язування математичних рівнянь. Він перетворив вітальню у помешканні своїх батьків неподалік берлінського аеропорту Темпельгоф на майстерню.⁷⁷

У першому варіанті машини Цузе двійкові розряди зберігалися за допомогою тонких металевих пластинок із канавками та стрижнями, які він і його друзі виготовляли за допомогою лобзика. Спершу він використовував перфоровану паперову стрічку для введення даних і програм, але незабаром перейшов на відбраковану 35-міліметрову кінострічку, яка була не лише міцніша, а й значно дешевша. Його Z1 була завершена 1938 року і змогла відклацати кілька задач, хоча не дуже надійно. Усі деталі виготовлялися вручну і часто заклинювали. Цузе дуже не вистачало роботи у компанії на зразок Bell Labs і участі у групі зі співробітництва на зразок тієї, що існувала між Гарвардом та ІВМ. Це дозволило б йому об'єднати зусилля з інженерами, здатними доповнити його таланти.

Проте Z1 засвідчила, що розроблена Цузе логічна концепція теоретично працюватиме. Приятель по коледжу, Гельмут Шрайер, який допомагав йому, запропонував зробити версію машини, використовуючи не механічні перемикачі, а радіолампи. Якби вони відразу це зробили, то увійшли б в історію як перші винахідники сучасного комп'ютера: двійкового, електронного та програмованого. Але Цузе, як і експертів технічного училища, з якими він консультувався, зупинила ціна побудови пристрою з майже двома тисячами радіоламп.⁷⁸

Натомість вони вирішили використати для Z2 придбані у телефонної компанії вживані електромеханічні релейні перемикачі, міцніші та дешевші, проте значно повільніші. У результаті вийшов комп'ютер, в арифметичному

блоці якого застосовувалися реле. Проте блок пам'яті був механічний і використовував рухомі стрижні у металевій пластині.

У 1939 році Цузе почав роботу над третьою моделлю, Z3, в якій електро-механічні реле застосовувалися як для арифметичного блока, так і в блоках пам'яті та керування. Коли 1941 року машина була завершена, то стала першим цілком робочим універсальним програмованим цифровим комп'ютером. Хоча вона не мала засобів безпосередньої обробки умовних переходів та розгалужень у програмах, теоретично могла працювати як універсальна машина Тюрінга. Її основною відмінністю від пізніших комп'ютерів було використання клацаючих електромагнітних реле, а не електронних компонентів на зразок радіоламп чи транзисторів.

Приятель Цузе, Шрайер, пізніше написав докторську дисертацію «Лампове реле та методи його перемикачів», в якій обґрунтовувалося використання радіоламп для побудови потужного та швидкого комп'ютера. Але коли Цузе 1942 року запропонував вермахту побудувати таку машину, командування сказало, що вони впевнені, що переможуть у війні швидше ніж за два роки, необхідні для побудови такої машини.⁷⁹ Їх більше цікавило виготовлення зброї, аніж комп'ютерів. Як наслідок, Цузе відірвали від роботи над комп'ютерами та повернули до проектування літаків. 1943 року його комп'ютери та розробки були знищені під час бомбардування Берліна союзниками.

Працюючи незалежно один від одного, Цузе та Штібіц прийшли до використання релейних перемикачів для виготовлення схем, здатних виконувати двійкові обчислення. Як їм вдалося одночасно розробити цю ідею в умовах війни, що розділила їхні команди? Почасті це пояснюється тим, що досягнення технології та теорії зробили цю ідею назрілою. Як і багато інших інноваторів, Цузе та Штібіц знали про використання реле в телефонних схемах, і був сенс поєднати їх із двійковими операціями математики та логіки. Так само Шеннон, який також добре знався на телефонних схемах, теоретично довів, що електронні схеми будуть здатні виконувати логічні задачі булевої алгебри. Те, що цифрові схеми мають ключове значення для комп'ютерної техніки, швидко ставало очевидним дослідникам майже скрізь, навіть у таких ізольованих місцях, як центральна Айова.

Джон Вінсент Атанасов

Далеко від Цузе та Штібіца із цифровими схемами експериментував ще один винахідник. Вовтузячись у підвалі в Айові, він здійснив наступну історичну інновацію: побудував обчислювальний пристрій, у якому, принаймні частково, використовувалися радіолампи. В деяких аспектах його машина була менш просунутою, порівняно з іншими. Вона не була програмованою та багатоцільовою; вона була не повністю електронна і містила певну кількість

повільних механічних рухомих елементів; і хоча він побудував теоретично робочу модель, йому так і не вдалося змусити її працювати надійно. Утім Джон Вінсент Атанасов, якого дружина та друзі називали просто Вінсентом, заслуговує на звання піонера, який побудував перший частково електронний цифровий комп'ютер. Сталося це після тривалої стрімкої нічної поїздки в грудні 1937 року.⁸⁰

Атанасов народився 1903 року і був найстаршим із семи дітей болгарського іммігранта та жінки, що походила з одного з давніх родів Нової Англії. Його батько працював інженером на електростанції у Нью-Джерсі, якою керував Томас Едісон. Потім родина перебралася до містечка Флориди, південніше Тампи. У дев'ять років Вінсент допомагав батьку провести до їхнього будинку електрику, і батько подарував йому Дицгенову логарифмічну лінійку. «Ця логарифмічна лінійка була моєю улюбленою іграшкою», — згадував він.⁸¹ Змалку хлопець поринув у вивчення логарифмів з ентузіазмом, що видається трохи безглуздим навіть в його власному серйозному викладі: «Чи можете ви уявити, у що це знання могло обернути захопленого бейсболом дев'ятирічного хлопчика? Я почав зятато вивчати логарифми, а мій інтерес до бейсболу згаснув майже до нуля». За літо він підрахував логарифм 5 за основою e , після чого з матірною допомогою (вона колись була вчителькою математики) ще в молодших класах вивчив математичний аналіз. Батько брав його з собою на фосфатний завод, де працював інженером-електриком, і показував, як працюють генератори. Сором'язливий, творчий та талановитий Вінсент закінчив школу за два роки та попри чимале навантаження отримав найвищі оцінки з усіх предметів.

У Флоридському університеті він вивчав електротехніку та виявив схильність до практики, проводячи багато часу в університетській механічній майстерні та ливарному цеху. Він також продовжував захоплюватися математикою та ще на першому курсі ознайомився із гранками* роботи, в якій використовувалася двійкова арифметика. Творчий та самовпевнений, Вінсент закінчив університет із найвищим на той час середнім балом. Він погодився на стипендію для написання магістерської роботи з математики і фізики в Університеті штату Айова та, попри отримане пізніше запрошення до Гарварду, не зрадив свого рішення відправитися до містечка Еймс у кукурудзяному поясі Америки.

Докторську дисертацію з фізики Атанасов писав у Вісконсинському університеті, де пережив те саме, що й інші комп'ютерні піонери, починаючи з Беббіджа. Його робота, присвячена поляризації гелію електричним полем, передбачала стомливі розрахунки. Б'ючись над розв'язуванням

* Відбиток попереднього варіанта статті для вичитки авторами, коректорами, редакторами тощо, як правило із дуже широкими берегами для приміток. — *Прим. пер.*

математичних задач за допомогою настільної підсумувальної машини, він мріяв про способи винайдення калькулятора, що міг би виконувати більше роботи. Повернувшись доцентом до Університету штату Айова в 1930-му році, він вирішив, що його ступенів із електротехніки, математики та фізики цілком достатньо для вирішення цієї проблеми.

Його рішення залишити Вісконсинський університет та не їхати до Гарварду чи іншого великого дослідницького університету мало свої наслідки. В Університеті штату Айова більше ніхто не працював над способами побудови нових калькуляторів, тож однодумців у Атанасова не було.

У нього могли з'явитися свіжі ідеї, проте поряд не було людей, які могли б його вислухати або допомогти йому впоратися із теоретичними чи інженерними труднощами. На відміну від більшості інноваторів цифрової епохи, Вінсент був винахідником-одинаком, який черпав натхнення з тривалих самотійних поїздок на автомобілі та дискусій зі своїм єдиним асистентом, студентом останнього року навчання. Зрештою це виявилось великою помилкою.

Спершу Атанасов замислив створити аналоговий пристрій; його любов до логарифмічних лінійок навела його на думку спробувати розробити їхній збільшений варіант із довгих смужок плівки. Але він збагнув, що для розв'язування лінійних алгебраїчних рівнянь із достатньою для його потреб точністю плівка мала б бути сотні метрів завдовжки. Він також збудував хитромудрий пристрій, здатний розв'язувати диференціальні рівняння у часткових похідних шляхом надання відповідної форми блоку парафіну. Обмеження цих аналогових пристроїв змусили його зосередитися на створенні цифрової версії.

Першою проблемою, з якою він стикнувся, був принцип зберігання чисел у машині. Для опису цієї властивості він використав термін «пам'ять»: «На той час я володів лише поверхневими знаннями про роботи Беббіджа, тож не знав, що він називав цю ж концепцію „сховищем“... Мені подобається це слово, і якби я знав, можливо, використав би його; слово „пам'ять“ мені також подобається за його аналогію з мозком».⁸²

Атанасов перебрав цілий список можливих засобів організації пам'яті: механічні стрижні, електромагнітні реле, шматочок магнітного матеріалу, який можна поляризувати електричним зарядом, радіолампи та маленький електричний конденсор. Найшвидшими були радіолампи, але вони дорого коштували. Тож він зупинився на тому, що називав конденсорами (ми називаємо це конденсаторами) — маленьких та недорогих компонентів, здатних, принаймні впродовж короткого проміжку часу, зберігати електричний заряд. Його рішення можна зрозуміти, але воно означало, що машина буде неповороткою та неефективною. Навіть якщо додавання та віднімання могло виконуватися на електронних швидкостях, процес

запису та зчитування чисел з блока пам'яті сповільнював роботу до швидкості обертового барабана.

Розібравшись із блоком пам'яті, Атанасов зосередився на побудові арифметико-логічного блока, який називав «обчислювальним механізмом». Він вирішив, що той має бути повністю електронний; це означало використання радіоламп попри їхню високу вартість. Радіолампи мали відігравати роль перемикачів для виконання функцій логічних вентилів у схемі, яка могла додавати, віднімати та виконувати довільну булеву функцію.

У зв'язку з цим виникло теоретичне математичне питання саме з тих, які він полюбив ще в дитинстві: чи має його цифрова система бути десятковою, двійковою, чи спиратися на іншу систему числення? Як справжній ентузіаст систем числення Атанасов дослідив багато варіантів. «Деякий час перспективною здавалася система з основою 100, — писав він у неопублікованій статті. — Ті самі розрахунки показали, що основою, яка в теорії забезпечує найвищу швидкість обчислення, є основа натурального логарифма, число e ». ⁸³ Утім, збалансувавши теорію із практикою, він врешті-решт зупинився на основі 2, двійковій системі. На кінець 1937 року ці та інші ідеї вирували в його голові «мішаниною» концепцій, що ніяк не «викристалізувалися».

Атанасов обожнював автомобілі; він любив, за можливості, купувати новий щороку, і в грудні 1937 року в нього був новий Ford із потужним восьмициліндровим двигуном. Якось пізно вночі, щоб розв'язатися, він вирішив проїхатися. Результатом цієї поїздки став визначний момент історії комп'ютерної техніки:

Однієї ночі взимку 1937 року все моє тіло боліло від прагнень вирішити проблеми машини. Я сів у авто та довго їхав на великій швидкості, щоб опанувати емоції. Я звик робити це впродовж кількох кілометрів: я міг взяти себе в руки, зосередившись на керуванні автомобілем. Але тієї ночі я був надмірно збуджений, тож продовжував їхати, доки не перетнув Міссісіпі і дістався Іллінойсу, за триста кілометрів від місця, звідки стартував. ⁸⁴

Він з'їхав із шосе та зупинився біля придорожньої харчівні. Принаймні в Іллінойсі, на відміну від Айови, він міг придбати випивку, тож замовив бурбон із содовою, потім іще один. «Я зрозумів, що більше так не нервую, і мої думки знову повернулися до обчислювальних машин, — згадував він. — Не знаю, чому мій розум працював тоді і не працював раніше, але все видавалося гарним, спокійним і тихим». Офіціантка не зважала на нього, тож Атанасов мав можливість спокійно розмірковувати над своєю проблемою. ⁸⁵

Він накидав ідеї на паперовій серветці, потім почав розбирати деякі практичні питання. Найважливішим було поповнення зарядів конденсорів, які в іншому випадку витекли б за хвилину-дві. У нього з'явилася ідея помістити їх в обертові блоки циліндрів, завбільшки приблизно з півторалітрові



Джордж Штібіц (1904–1995),
приблизно 1945 р.



Конрад Цузе (1910–1995)
та його комп'ютер Z4, 1944 р.



Джон Атанасов (1903–1995),
Університет штату Айова,
приблизно 1940 р.



Модель комп'ютера Атанасова

бляшанки з-під соку V8, так щоб вони раз за секунду контактували із щіткоподібними дротами та оновлювали свої заряди. «Упродовж того вечора в харчевні я подумки згенерував можливість створення регенеративної пам'яті, — проголошував він. — Тоді я називав це „струшуванням“». Із кожним поворотом обертального циліндра дроти струшували б пам'ять конденсорів та, за потреби, зчитували б із них дані та записували б нові дані. Він також придумав архітектуру, яка зчитувала б числа з двох різних циліндрів конденсорів, а потім використовувала радіолампову схему для їх додавання або віднімання та запису результату в пам'ять. Витративши декілька годин на вирішення всіх питань, він, за його власними словами, «сів в авто та вже повільніше поїхав додому». ⁸⁶

Станом на травень 1939 року Атанасов був готовий почати конструювання прототипу. Йому був потрібен асистент, найкраще докторант із інженерним досвідом. «Я знаю, хто тобі потрібен», — одного дня сказав йому приятель із факультету. Так його напарником став інший син інженера-електрика-самоучки, Кліффорд Беррі. ⁸⁷

Машина розроблялася та складалася заради одного: розв'язувати системи лінійних рівнянь. Вона могла працювати з двадцятьма дев'ятьма змінними. На кожному кроці машина Атанасова обробляла два рівняння та виключала одну змінну, після чого роздруковувала результатні рівняння на двійкових перфокартах 8×11 . Потім цей набір карток із простішим рівнянням знову «згодовувався» машині, і процес починався знову, а завершувався виключенням іншої змінної. Процес був доволі тривалим. Машині (якби їм вдалося змусити її нормально працювати) знадобився б майже тиждень, щоб розв'язати систему з двадцяти дев'яти рівнянь. Утім люди із настільними калькуляторами витратили б на це щонайменше десять тижнів.

Атанасов продемонстрував прототип свого творіння наприкінці 1939 року. Він сподівався одержати фінансування на будівництво повномасштабної машини, тому надрукував проект на 35-ти сторінках, зробивши кілька копій за допомогою копіювального паперу. «Головною метою цієї роботи є надання опису та пояснення процесу роботи обчислювальної машини, розробленої передусім для розв'язання великих систем лінійних алгебричних рівнянь», — починав він.

Наче для захисту від критики, що це було занадто обмежене призначення для такої великої машини, Атанасов навів довгий перелік задач, що вимагали розв'язання таких рівнянь: «апроксимація кривих... коливальні задачі... аналіз електричних схем... пружні структури». Закінчив він детальним переліком пропонованих видатків, що разом становили величезну суму — 5330 доларів, які він зрештою одержав від приватного фонду. ⁸⁸ Потім дослідник надіслав одну з копій свого проекту чиказькому патентному юристу, до

послуг якого вдавався Університет штату Айова. На жаль, той недбало поставився до своїх обов'язків і так ніколи й не подав жодної патентної заявки, спричинивши історичні та судові суперечки на десятиліття.

Станом на вересень 1942 року повномасштабна модель машини Атанасова була майже завершена. Будучи розміром зі стіл, вона містила майже три сотні радіоламп. Була, однак, проблема: механізм, що використовував іскрові розряди для пропалювання дірок у перфокартах, так і не вдалося змусити нормально працювати, а в Університеті штату Айова не було механіків та інженерів, до яких винахідник міг би звернутися по допомогу.

На цьому етапі робота припинилася. Атанасова призвали до ВМС США та відправили до артилерійсько-технічної лабораторії у Вашингтоні, округ Колумбія, де він працював над акустичними мінами, а потім був присутній при випробуваннях атомної бомби на атолі Бікіні. Навіть переключившись із комп'ютерів на інженерно-технічну розробку озброєнь, він залишився винахідником і отримав тридцять патентів, зокрема на мінний трал. Але чиказький юрисконсульт так ніколи й не подав патентну заявку на його комп'ютер.

Комп'ютер Атанасова міг стати важливою віхою, проте він, як у буквальному, так і у переносному значенні, відправився на смітник історії. Майже робочу машину помістили в сховище в підвалі фізичного корпусу Університету штату Айова, і вже за кілька років практично ніхто не міг згадати, навіть що її створювали та що вона могла робити. Коли у 1948 році потрібно було звільнити місце для іншого мотлоху, один докторант, не розуміючи, що то таке, розібрав її та викинув більшість деталей.⁸⁹ Чимало ранніх праць із історії комп'ютерної ери навіть не згадують ім'я Атанасова.

Проте якби його машина і працювала як слід, вона все ж мала б суттєві обмеження. Радіолампова схема виконувала блискавичні обчислення, але механічні обертальні блоки пам'яті страшенно уповільнювали процес. Так само, як і система пропалювання дірок у перфокартах, навіть коли вона працювала. Щоб бути по-справжньому швидкими, тогочасні комп'ютери мали бути електронними *повністю*, а не частково. Також модель Атанасова не була програмованою. Вона була налаштована на виконання лише однієї задачі: розв'язування лінійних рівнянь.

За Атанасовим закріпився романтичний ореол самотнього умільця в підвалі, компанію якому складав лише юний помічник Кліффорд Беррі. Але його історія доводить, що насправді не слід романтизувати таких одинаків. Подібно до Беббіджа, який також гнув спину у власній маленькій майстерні з одним помічником, Атанасову так і не вдалося довести свою машину до робочого стану. Якби він працював у Bell Labs серед безлічі техніків, інженерів та ремонтників чи у великому дослідницькому інституті, то напевне знайшов би спосіб вирішити проблеми з карткозчитувачем та іншими слабкими

місцями винаходу. До того ж після призову Атанасова до ВМС 1942 року на місці лишилися б члени команди, здатні довести справу до кінця або принаймні згадати, що вони таке будували.

Від перетворення на забуту історичну примітку Атанасова врятувала подія, яку він, за іронією долі, пізніше почав сприймати з відразою. Йдеться про візит до нього у червні 1941 року одного з тих людей, які, замість працювати в ізоляції, любили подорожувати, підхоплювати ідеї та працювати з командами. Подорож Джона Моклі до Айови пізніше стане приводом для затратних судових позовів, болісних звинувачень та змагання історичних версій. Але саме вона врятувала Атанасова від забуття та посунула історію комп'ютерної техніки вперед.

Джон Моклі

На початку ХХ століття у Сполучених Штатах, як перед тим у Британії, сформувався клас науковців-джентльменів, які збиралися в оббитих дерев'яними панелями клубах дослідників та інших вишуканих установах, де полюбили обмінюватися ідеями, слухати лекції та співпрацювати над проектами. Саме в такому середовищі виріс Джон Моклі. Його батько-фізик був провідним дослідником кафедри земного магнетизму вашингтонського Інституту Карнегі — передової установи країни для пропаганди поширення та обміну результатами досліджень. Він спеціалізувався на записі електричних параметрів атмосфери та пов'язуванні їх із погодою — колегіальному проєкті, який передбачав координацію між дослідниками від Гренландії до Перу.⁹⁰

Джон зростав у вашингтонському передмісті Чеві Чейз. На нього відчутно впливала наукова спільнота району. «Складалося таке враження, що в Чеві Чейз жили практично всі науковці Вашингтону, — вихвалявся він. — Поруч із нами мешкав директор відділення мір та ваг Бюро стандартів. Так само як і директор його радіовідділення». Ще одним їхнім сусідом був голова Смітсонівського інституту. Джон провів багато вікендів за настільною підсумувальною машиною, коли допомагав батьку із розрахунками. Хлопець захопився метеорологією на основі даних. Він також полюбляв електричні схеми. Разом із юними приятелями з цього ж району він прокладав дроти внутрішнього зв'язку, що з'єднували їхні будинки, та будував пульти дистанційного керування для запуску феєрверків на вечірках. «Коли я натискав кнопку, феєрверки злітали на 15 метрів». У 14 років він заробляв гроші тим, що допомагав мешканцям району лагодити несправну будинкову проводку.⁹¹

На випускному курсі університету Джон Гопкінс Моклі записався до програми для обдарованих старшокурсників, щоб безпосередньо вступити на докторську програму з фізики. Він написав дисертацію про світлову лінійну спектроскопію, оскільки вона поєднувала красу, експерименти та теорію.

«Треба було знати деяку теорію, щоб розібратися, що то таке лінійні спектри взагалі, але неможливо було займатися цим, не маючи експериментальних фотографій того спектра, а хто їх тобі дасть? — писав він. — Ніхто, крім тебе. Тож я здобув багатий досвід у тому, як видувати скло, створювати вакуум, шукати протікання тощо».⁹²

Моклі був надзвичайно допитливим і чудово пояснював, оскільки умів і хотів це робити. Тож не було нічого дивного в тому, що він став професором. За часів Великої депресії такі посади траплялися рідко, але йому вдалося обійняти одну з них в Урсинус-коледжі, розташованому неподалік Філадельфії. «Я був там єдиною людиною, яка викладала фізику», — згадував він.⁹³

Невід'ємною складовою характеру Моклі була його любов до обміну ідеями — зазвичай із широкою усмішкою та відчуттям смаку, — яка зробила його неймовірно популярним викладачем. «Він любив говорити і, складалося враження, розвивав багато своїх ідей у ході обміну репліками під час розмови, — згадував його колега. — Джон обожнював світські заходи, любив смачно поїсти та випити гарного лікеру. Йому подобалися жінки, приваблювала молодь, розумна та незвичайна».⁹⁴ Моклі було небезпечно ставити питання, бо він міг палко та пристрасно дискутувати майже про що завгодно — від театру з літературою до фізики.

Перед класом він зображував сніговика. Для пояснення інерції він розкручувався навколо осі з широко розставленими руками, а потім різко зупинявся, а для пояснення концепції дії та протидії він ставав на зроблений власноруч скейтборд і нахилився з боку в бік, навіть якось упав і зламав руку. Багато людей неодноразово приїжджали за сотні кілометрів, щоб послухати його підсумкову семестрову передріздвяну лекцію, яка проходила в найбільшій навчальній аудиторії, здатній вмістити всіх охочих. У ній Моклі пояснював, як спектрографія та інші інструменти фізики можна використати для того, щоб визначити, що міститься в пакунку і при цьому не розгортати його. Його дружина розповідала про це: «Він вимірював його. Він зважував його. Він занурював його у воду. Він тицяв у нього довгою голкою».⁹⁵

Пам'ятаючи своє дитяче захоплення метеорологією, на початку 1930-х років Моклі зосередився над тим, чи можна пов'язати довгострокові погодні тенденції з сонячними спалахами, сонячними плямами та обертанням Сонця. Науковці з Інституту Карнегі та Бюро погоди США надали йому щоденні дані двох сотень метеорологічних станцій за двадцять років, і він засів за визначення кореляцій. Йому вдалося (як-не-як, йдеться про часи Великої депресії) задешево придбати настільні калькулятори у кризових банків та найняти через створену в рамках Нового курсу Національну молодіжну адміністрацію групу юнаків для виконання обчислень за 50 центів на годину.⁹⁶

Як і всі, чия робота вимагала стомливих обчислень, Моклі прагнув ви-
найти машину, яка б їх виконувала. Маючи чимале коло спілкування, він

почав з'ясовувати, чим займаються інші, та, як і всі видатні винахідники, збирати докупи різноманітні ідеї. 1939 року в павільйоні компанії IBM на Всесвітній виставці у Нью-Йорку він побачив електричний калькулятор, в якому застосовувалися перфокарти, але збагнув, що, зважаючи на кількість даних, яку йому треба було поглинути, використання перфокарт буде занадто повільним. Моклі також звернув увагу на шифрувальну машину, в якій для кодування повідомлень застосовувалися радіолампи. Чи можна використати радіолампи для інших логічних схем? Він влаштував студентам екскурсію до Суортмор-коледжу для ознайомлення з лічильними пристроями, що використовували схеми з радіоламп для вимірювання спалахів іонізації космічними променями.⁹⁷ Крім того, він також записався на вечірні курси з електроніки та почав експериментувати з виготовленими власноруч радіоламповими схемами, щоб зрозуміти, на що ще вони здатні.

На конференції у Дартмутському коледжі у вересні 1940 року Моклі побачив влаштовану Джорджем Штібіцем демонстрацію комплексного числового калькулятора, збудованого ним у Bell Labs. Ця демонстрація особливо вражала тому, що комп'ютер Штібіца стояв у приміщенні Bell Labs в Нижньому Мангеттені і передавав дані телетайповою лінією. Це був перший віддалено використаний комп'ютер. Упродовж трьох годин він розв'язував задачі, запропоновані аудиторією, витрачаючи на кожну не більше хвилини. Серед присутніх на демонстрації був Норберт Вінер, піонер інформаційних систем, який спробував «спантеличити» машину Штібіца, попросивши її поділити число на нуль. Машина уникла пастки. Також серед присутніх був і Джон фон Нейман, угорський ерудит, який незабаром разом із Моклі відіграє визначну роль у розвитку комп'ютерів.⁹⁸

Вирішивши збудувати власний радіоламповий комп'ютер, Моклі вчинив так, як мають чинити справжні винахідники: він використав усю інформацію, зібрану в подорожах. Оскільки Урсинус-коледж не мав дослідницького бюджету, Моклі платив за радіолампи з власної кишені та випрошував їх у виробників. Він написав лист до Supreme Instruments Corp. із проханням надати компоненти та відповідною заявою: «Я маю намір сконструювати електричну обчислювальну машину».⁹⁹ У ході візиту до RCA Моклі виявив, що як перемикачі можна використати також неонові лампи; вони були повільніші за радіолампи, але дешевші, тож він придбав їх чимало по вісім центів за штуку. «До листопада 1940 року, — згадувала пізніше його дружина, — Моклі успішно випробував певні компоненти запропонованого ним комп'ютера та переконався у можливості побудувати дешевий надійний цифровий пристрій, використовуючи лише електронні елементи». Вона запевняла, що це сталося ще до того, як він дізнався про Атанасова.¹⁰⁰

Наприкінці 1940 року Моклі зізнався кільком друзям, що має надію зібрати всю цю інформацію докупи та побудувати цифровий електронний

комп'ютер. «Зараз ми розглядаємо побудову електричної обчислювальної машини, — писав він у листопаді метеорологу, з яким працював. — Машина виконуватиме операції за 1/200 секунди, використовуючи радіолампові реле».¹⁰¹ Хоча Моклі співпрацював з багатьма дослідниками та збирав інформацію з різних джерел, він прагнув все-таки стати першим винахідником нового типу комп'ютера. У грудні Моклі писав колишньому студенту: «Скажу тобі по секрету, я сподіваюся приблизно через рік дістати все необхідне та скласти електронну обчислювальну машину... Тримай це в таємниці, бо цьогоріч я ще не маю потрібного обладнання і хочу „бути першим“».¹⁰²

У грудні 1940 року Моклі випало зустріти Атанасова. Саме це знайомство поклало початок подіям, наслідком яких стали роки суперечок про схильності Моклі збирати інформацію з різних джерел та його прагнення «бути першим». Під час відвідин Пенсильванського університету Атанасов завітав на лекцію, на якій Моклі озвучив свої плани побудувати машину для аналізу даних про погоду. Після цього Атанасов розповів йому, що вже буде електронний калькулятор в Університеті штату Айова. Моклі занотував на програмці конференції, що Атанасов стверджує, буцімто він розробив машину, здатну обробляти та зберігати дані за ціною лише два долари за двійковий розряд (машина Атанасова могла працювати з трьома тисячами розрядів та коштувала близько шести тисяч доларів). Така новина вразила Моклі. За його оцінками, вартість радіолампового комп'ютера сягала майже тринадцяти доларів за розряд. Він одразу заявив про нестерпне бажання побачити, як Атанасову це вдалося, і той запросив його до Айови.

Упродовж першої половини 1941 року Моклі листувався з Атанасовим та захоплювався низькою оголошеною вартістю його машини. «Показник менше двох доларів за розряд здається майже неймовірним, утім, як я зрозумів, саме це ви стверджуєте, — писав він. — Спершу ваша пропозиція відвідати Айову виглядала дещо фантастичною, проте я дедалі більше схилиюсь до неї». Атанасов переконував його прийняти запрошення. «Як додатковий стимул я обіцяю пояснити момент із двома доларами», — обіцяв він.¹⁰³

Візит Моклі до Атанасова

Доленосний візит у червні 1941 року тривав чотири дні.¹⁰⁴ Моклі їхав автомобілем із Вашингтона, взявши з собою шестирічного сина Джиммі. Вони прибули пізно ввечері у п'ятницю, 13 червня, що стало великою несподіванкою для дружини Атанасова, Лури, яка навіть не встигла приготувати кімнату для гостей. «Мені довелося літати будинком, лізти на горище, діставати додаткові подушки та все інше», — згадувала вона пізніше¹⁰⁵. Вона також приготувала їм вечерю, оскільки Моклі приїхали зголоднілі. У Атанасових було

трое власних дітей, тому Моклі вирішив, що Лура подбає й про його сина Джиммі впродовж візиту, що вона знехотя і зробила. Моклі їй не сподобався. «Не думаю, що він щирий», — якось сказала вона своєму чоловікові.¹⁰⁶

Атанасов дуже хотів похвалитися своєю частково збудованою машиною, він не зважав навіть на хвилювання дружини, що він занадто довірливий. «Ти маєш бути обережним, доки її не запатентовано», — попереджала вона. Проте вже наступного ранку Атанасов повів Моклі, дружину та дітей у підвал фізичного корпусу та з гордістю зняв простирadlo, показуючи, що саме вони з Беррі збудували.

Моклі вразили кілька речей. Він погодився з тим, що використання конденсорів у блоці пам'яті було геніальним та рентабельним рішенням, так само як і винайдений Атанасовим метод поповнення їхнього заряду приблизно раз на секунду шляхом поміщення в обертальні циліндри. Моклі розглядав можливість використання конденсорів замість дорожчих радіоламп та високо оцінив метод «струшування їхньої пам'яті» Атанасова, який робив цей варіант робочим. Саме в цьому полягав секрет побудови машини лише за два долари за розряд. Прочитавши 35-сторінковий проект Атанасова з детальним описом машини та зробивши нотатки, Моклі поцікавився, чи може взяти з собою додому копію. Проте Атанасов відмовив, пославшись на те, що в нього не було зайвих екземплярів (копіювальні апарати ще не були винайдені). До того ж він почав побоюватися, що Моклі витягував із нього забагато інформації.¹⁰⁷

Але загалом побачене в Еймсі Моклі не надихнуло — принаймні саме це він наполегливо стверджував пізніше. Найголовнішим недоліком машини Атанасова було те, що вона не була повністю електронна, а використовувала як пам'ять механічні барабани конденсорів. Так, це робило її недорогою, проте дуже повільною. «Його машина видалася мені дуже цікавою, та оскільки вона була частково механічною, із обертальними комутаторами в ролі перемикачів, це було аж ніяк не те, що я собі уявляв, — пригадував Моклі. — Після цього подробиці мене вже не цікавили». Пізніше, у показах на суді стосовно правочинності його патентів, Моклі назвав напівмеханічну природу машини Атанасова «вельми гірким розчаруванням» та відмахнувся від неї як від «механічного пристосування, яке використовувало в роботі кілька електронних ламп».¹⁰⁸

Другим розчаруванням, наполягав Моклі, було те, що машина Атанасова розроблялася з єдиною метою і не могла бути запрограмована чи змінена для виконання інших задач: «Він не зробив нічого, щоб запланувати для цієї машини щось більше, ніж виконання однієї жорстко запрограмованої задачі і ще бодай чогось, окрім розв'язування систем лінійних рівнянь».¹⁰⁹

Тож Моклі поїхав з Айови, маючи не революційну концепцію того, як будувати комп'ютер, а радше жменю менш масштабних знахідок на додачу до

корзини ідей, які він, свідомо та несвідомо, збирав під час відвідин конференцій, коледжів та виставок. «Я ставився до поїздки до Айови майже так само, як до відвідин Всесвітньої виставки та інших місць, — свідчив він. — Чи є тут щось, що може становити користь для моїх чи ще чийось обрахунків?»¹⁰

Як і більшість людей, Моклі збирав знахідки по крихтах із великого різноманіття подій, розмов та спостережень — у Суортморі, Дартмуті, Bell Labs, RCA, на Всесвітній виставці, в Університеті штату Айова та деінде, — після чого об'єднував їх у ідеї, які вважав власними. «Нова ідея виникає раптово та вельми інтуїтивно, — сказав якимось Ейнштейн, — але інтуїція — це ніщо інше, як результат попереднього інтелектуального досвіду». Коли люди беруть знахідки з багатьох джерел та складають їх до купи, для них природно вважати результатні ідеї своїми власними — і вони дійсно такими є. Всі ідеї народжуються саме так. Тож Моклі вважав свої інтуїтивні здогадки та думки про побудову комп'ютера своїми власними, а не мішком ідей, вкрадених у інших людей. Попри пізніші судові рішення, він значною мірою мав рацію, оскільки будь-хто може мати рацію, вважаючи свої ідеї своєю власністю. Саме так працює творчий процес — але не процес патентування.

На відміну від Атанасова, Моклі мав як можливість, так і схильність співпрацювати з командою людей, наділених різноманітними талантами. Як наслідок, замість виготовлення машини, яка не надто й працювала б, а припадала би пилком у підвалі, він та його команда увійдуть в історію як винахідники першого універсального електронного комп'ютера.

Перед від'їздом із Айови Моклі одержав приємну звістку. Його зарахували на курси з електроніки до Пенсильванського університету, який, як чимало інших по всій країні, фінансувало Військове міністерство. Це був шанс дізнатися більше про використання радіоламп в електронних схемах, що (на той момент він був уже в цьому впевнений) було найкращим способом виготовити комп'ютер. Також це засвідчувало, яку важливу роль відіграють військові у просуванні інновацій у цифрову епоху.

Упродовж того десятитижневого курсу влітку 1941 року Моклі отримав шанс попрацювати з однією з версій диференціального аналізатора, розробленого в MIT — аналогового комп'ютера, збудованого Веннівером Бушем. Цей досвід збурило його бажання побудувати власний комп'ютер. Він також допоміг йому усвідомити, що в Пенсильванському університеті для цього було набагато більше ресурсів, ніж в Урсинус-коледжі, тож коли наприкінці літа йому запропонували посаду інструктора в університеті, він із задоволенням погодився.

Моклі листом сповістив гарні новини Атанасову, паралельно натякнувши на план, який стривожив професора з Айови: «Останнім часом у мене виникло кілька різних ідей про комп'ютерні схеми — деякі з них більш-менш

гібридні, в них ваші методи поєднуються з іншими речами, а деякі зовсім не схожі на вашу машину, — правдиво писав Моклі. — Тож хочу запитати таке: чи не заперечуєте ви проти побудови мною певного різновиду комп'ютера, що міститиме деякі риси вашої машини?».¹¹¹ З листа та усіх наступних пояснень, свідчень та показань упродовж багатьох років важко судити, був невинний тон Моклі щирим чи удаваним.

Так чи інакше, лист засмутив Атанасова, який усе ще безуспішно смикав свого юрисконсульта з приводу оформлення хоч якихось патентних заявок. За кілька днів він надіслав Моклі вельми різку відповідь: «Мій адвокат наголосив на необхідності обережно ставитися до поширення інформації про наш пристрій до подачі патентної заявки. Це не займе багато часу, і, звісно, я не шкодую, що розповів вам про наш пристрій, але вкрай необхідно, щоб певний час ми утрималися від оприлюднення будь-яких подробиць».¹¹² Хоч як дивно, але цей обмін листами не змусив ані Атанасова, ані його юриста подати заявки на патенти.

Восени 1941 року Моклі працював над власним проектом комп'ютера, в основі якого, як він вважав, лежало безліч ідей, взятих із різних джерел. Тому він був переконаний, що його машина дуже відрізняється від побудованої Атанасовим. На літніх курсах він познайомився з ідеальним партнером для свого проекту: докторантом із перфекціоністською пристрастю до точного машинобудування, який знав про електроніку стільки, що працював у Моклі лабораторним інструктором попри те, що був на дванадцять років молодший (йому було 22) та ще не мав докторського ступеня.

Джон Преспер Екерт

Джон Адам Преспер Екерт-молодший, формально відомий як Дж. Преспер Екерт, а неформально як През, був єдиною дитиною мільйонера-забудовника з Філадельфії.¹¹³ Один із його прадідусів, Томас Міллз, винайшов у Атлантик-Сіті машини для виготовлення ірисок на солоній воді та, що не менш важливо, створив бізнес з їх виготовлення та продажу. Сімейний шофер возив малого Екерта до приватної школи імені Вільяма Пенна, заснованої 1689 року. Проте своїми успіхами він завдячував не привілеям походження, а власним талантам. У дванадцять років хлопчик переїміг на загальноміському науковому ярмарку, побудувавши з магнітів та реостатів навігаційну систему для моделей човнів, а в чотирнадцять розробив інноваційний метод використання побутового струму для системи внутрішнього зв'язку в одному з батьківських будинків, що дозволило позбавитися від використання батарей, які завдавали багато клопоту.¹¹⁴

У середній школі Екерт вражав однокласників своїми винаходами та заробляв гроші, будуючи радіоприймачі, підсилювачі та звукові системи. На



Говард Ейкен (1900–1973),
Гарвард, 1945 р.



Джон Моклі (1907–1980),
приблизно 1945 р.



Преспер Екерт (1919–1995),
приблизно 1945 р.



Екерт (торкається машини),
Моклі (біля колони),
Джин Дженнінгз (на задньому плані)
та Герман Голдстайн (біля Дженнінгз)
та ENIAC, 1946 р.

той час Філадельфія, місто Бенджаміна Франкліна, була головним центром електроніки, і Екерт проводив час у дослідницькій лабораторії Філо Фарнсуорта, одного з винахідників телебачення. Хоча його запросив МІТ, і він дуже хотів туди поїхати, батьки не відпустили. Удаючи, що через Велику депресію зазнали значних фінансових збитків, вони змусили його вступити до Пенсильванського університету та жити вдома. Батьки хотіли, щоб син вивчав бізнес, але він пішов проти їхньої волі і вступив до Електротехнічної школи Мура цього ж університету, оскільки вважав цей навчальний напрям цікавішим.

Соціальним тріумфом Екерта у Пенсильванському університеті стало створення пристрою, який він назвав «Оскулометр» (від латинського слова, яке означає «рот»), що позиціювався як пристрій для вимірювання пристрасті та романтичної електрики поцілунку. Пара бралася руками за ручки пристрою і цілувалася. Їхні губи замикали електричне коло, змушуючи спалахувати цілу низку лампочок. Щоб запалити всі десять лампочок та увімкнути протитуманну сирену, слід було цілуватися якомога пристрасніше. Розумні конкурсанти знали, що вологі поцілунки та спітнілі долоні збільшують провідність контуру.¹¹⁵ Екерт також винайшов пристрій, який використовував метод світлової модуляції для запису звуку на плівку; він його запатентував ще у 21 рік під час навчання на старших курсах.¹¹⁶

През Екерт мав свої примхи. Коли замислювався, він починав нервувати, а тому вимірював кімнату кроками, гриз нігті, підстрибував та навіть ставав на стіл. Він носив годинниковий ланцюжок без годинника, який крутив у руках, наче чотки. Йому була властива надмірна збудженість, яка, спалахнувши на мить, безслідно зникала, залишаючи по собі лише чарівність. Прагнення досконалості він успадкував від батька, який ходив будмайданчиками з великою коробкою кольорової крейди і писав інструкції, позначаючи різними кольорами, хто саме з будівельників за що відповідав. «Він був своєрідним перфекціоністом та добивався того, щоб все було зроблено досконало, — розповідав його син. — І це додавало йому чарівності, правда. Зазвичай, він домагався свого, при цьому влаштовуючи усе так, щоб люди самі хотіли добре виконувати роботу». Інженер із інженерів, Екерт відчував, що такі люди, як він, були необхідним доповненням до фізиків на зразок Моклі. «Фізик — це той, хто опікується істиною, — казав він пізніше. — Інженер — це той, хто опікується доведенням справи до кінця».¹¹⁷

ENIAC

Війна мобілізує науку. Упродовж століть, ще відтоді, коли стародавні греки збудували катапульту, а Леонардо да Вінчі служив військовим інженером у Чезаре Борджія, воєнні потреби стимулювали розвиток технології, і для

середини ХХ століття це твердження стало особливо актуальним. Чимало найважливіших технологічних досягнень тієї ери — комп'ютери, атомна енергія, радар та інтернет — породила саме армія.

Вступ США у Другу світову війну в грудні 1941 року надав імпульс для фінансування машини, яку розробляли Моклі та Екерт. Перед Пенсильванським університетом та Артилерійсько-технічним управлінням Сухопутних військ США на Абердинському випробувальному полігоні було поставлено завдання створити розрахункові таблиці для визначення кутів стрільби, яких потребувала доправлена до Європи артилерія. Для точного наведення гармат потрібні були таблиці, що включали сотні факторів, в тому числі температуру, вологість повітря, швидкість вітру, висоту над рівнем моря та різновиди пороху.

Створення таблиці лише для однієї категорії снарядів, що вистрілювалися з однієї гармати, вимагало обрахунку трьох тисяч траєкторій із системи диференціальних рівнянь. Таку роботу часто виконували за допомогою одного з диференціальних аналізаторів, винайдених у МІТ Веннівером Бушем. Машинні обчислення поєднувалися з працею більш ніж 170 людей, переважно жінок, яких називали «обчислювачами» (*англ.* computers); вони розв'язували рівняння, натискаючи клавіші та повертаючи ручки настільних підсумувальних машин. Жінок із математичною освітою набирали по всій країні. Проте лише одну таблицю стрільби вони заповнювали більше місяця. Влітку 1942 року стало очевидним, що з кожним тижнем створення таблиць відстає дедалі сильніше і робить частину американської артилерії неефективною.

У серпні Моклі склав доповідну записку, в якій виклав своє бачення того, як допомогти Сухопутним військам впоратися з цим викликом. Саме ця пропозиція змінить напрямок розвитку обчислювальної техніки. У записці, названій «Використання високошвидкісних радіолампових пристроїв для обрахунків» (*The Use of High Speed Vacuum Tube Devices for Calculating*), йшлося про надання коштів на створення машини, яку вони з Екертом сподівалися побудувати: цифрового електронного комп'ютера, що використовував би схеми з радіолампами, був здатен розв'язувати диференціальні рівняння та виконувати інші математичні задачі. «Можна досягти значного виграшу у швидкості обрахунків, якщо використовувати пристрої, в яких застосовуються електронні засоби», — стверджував він. Далі він наводив оцінки, згідно з якими траєкторію метального снаряда можна було розрахувати за «100 секунд».¹¹⁸

Декани Пенсильванського університету доповідну записку проігнорували, але вона потрапила до рук закріпленого за університетом армійського офіцера, 29-річного лейтенанта (незабаром капітана) Германа Голдстайна, який раніше був професором математики у Мічиганському університеті. Його завданням було прискорити розробку таблиць стрільби, і він відправив

дружину, Адель, також математика, у турне країною для додаткового набору жінок у батальйони людей-«обчислювачів» до Пенсильванського університету. Записка Моклі переконала його, що є кращий спосіб.

Рішення Військового міністерства США фінансувати електронний комп'ютер було ухвалено 9 квітня 1943 року. Тієї ночі Моклі та Екерт навіть не зімкнули очей, працюючи над своїм проектом до самого ранку, і коли вони сідали в автомобіль для двогодинної поїздки з Пенсильванського університету до Абердинського випробувального полігону в Меріленді, де зібралися офіційні особи Артилерійсько-технічного управління, вони його ще так і не закінчили. Поки лейтенант Голдстайн кермував, вони сиділи позаду й дописували останні розділи. Приїхавши до Абердина, вони продовжували працювати у маленькій кімнатці, поки Голдстайн ходив на оглядове засідання. На ньому головував Освальд Веблен, президент Принстонського інституту прогресивних досліджень, який консультував військовиків із питань математичних проектів. Серед присутніх був і полковник Лезлі Саймон, директор Балістичної дослідницької лабораторії Сухопутних військ США. Голдстайн пригадує ті події: «Веблен, трохи послухавши мій виступ і похитавшись на задніх ніжках стільця, grimнув ним об підлогу, випростався і сказав: „Саймоне, дайте Голдстайну гроші“. Після цього він вийшов із кімнати, і на цій мажорній ноті засідання скінчилося».¹¹⁹

Моклі та Екерт включили фрагменти своєї доповідної записки до статті, яку назвали «Доповідь про електронний диф. аналізатор» (Report on an Electronic Diff. Analyzer). Скорочення «диф.» було вжито невипадково; воно означало одночасно *різницевий* (англ. differences), що відображало цифрову природу запропонованої машини, та *диференціальний* (англ. differential), що описувало рівняння, які вона мала розв'язувати. Незабаром машина одержала більш пам'ятне ім'я: ENIAC (англ. Electronic Numerical Integrator and Computer; укр. Електронний цифровий інтегратор та комп'ютер). Хоча ENIAC розроблявся передусім для розв'язування диференціальних рівнянь, найважливіших для обчислення траєкторій металевих снарядів, Моклі писав, що він може отримати «програмувальний пристрій», який дозволить йому розв'язувати інші задачі і тим самим перетворить його на комп'ютер більш загального призначення.¹²⁰

ENIAC почали створювати в червні 1943 року. Моклі, маючи викладацький досвід за плечима, виконував обов'язки консультанта та натхненника, Голдстайн як представник Сухопутних військ США наглядав за роботою та бюджетом, а Екерт із його любов'ю до дрібниць та досконалості був головним інженером. Він настільки присвятив себе проекту, що інколи навіть спав поряд із машиною. Одного разу двоє інженерів пожартували з нього: підняли його розкладачку та обережно перенесли до такої ж кімнати, але

розташованої поверхом вище; коли Екерт прокинувся, то наймовірно перелякався, оскільки подумав, що машину поцупили.¹²¹

Знаючи, що видатні концепції мало чого варті без точного виконання (урок, який засвоїв Атанасов), Екерт не цурався мікроменеджменту. Він постійно був біля інших інженерів та показував, де спаяти стик чи загнути дріт. «Я брав роботу кожного інженера та перевіряв кожен розрахунок, кожен резистор у машині, щоб переконатися, що все зроблено досконало», — стверджував він. Він обурювався, коли хтось відмахувався від якогось питання як від тривіального. «Життя складається з цілої купи тривіальних речей, — сказав він якомусь. — Ясна річ, комп'ютер — це ніщо інше, як велике скупчення тривіальних речей».¹²²

Екерт та Моклі взаємно доповнювали один одного, що робило їх типовим прикладом багатьох керівних дуетів цифрової епохи. Екерт вимагав від людей бути надзвичайно точними; Моклі заспокоював їх та намагався переконати, які вони потрібні. «Він завжди кепкував та жартував із людьми, — згадував Екерт. — Він викликав симпатію». Екерт, чий технічні навички поєднувалися з неспокійною енергією та нестійкою розсіяною увагою, вкрай потребував інтелектуального слухача, і Моклі полюбляв цю роль. Хоча він не був інженером, проте умів надзвичайно органічно поєднувати наукові теорії з інженерною практикою. «Ми зібралися разом і зробили цю штуку, і я не думаю, що хтось із нас двох зміг би зробити це сам», — пізніше визнавав Екерт.¹²³

ENIAC був цифровим, але замість двійкової системи, в якій вживаються лише нулі та одиниці, використовував десяткову систему 10-цифрових лічильників. Із цього погляду він не був схожим на сучасні комп'ютери. В усьому іншому він був просунутішим за машини, побудовані Атанасовим, Цузе, Ейкеном та Штібіцем. Використовуючи те, що називалося умовним розгалуженням (здатність, ще століття тому описану Адою Лавлейс), він міг, виходячи із проміжних результатів, перескакувати з однієї точки програми на іншу; також він міг повторювати блоки коду, відомі як підпрограми, що виконували задачі, які часто виникали. «Ми були здатні писати підпрограми та підпрограми підпрограм», — пояснював Екерт. Коли Моклі запропонував цю функціональність, то, як згадував Екерт, «це була ідея, в якій я відразу ж розпізнав ключ до всієї цієї штуки».¹²⁴

Після року роботи, приблизно у період «Дня Д» у червні 1944 року*, Моклі та Екерт змогли випробувати перші дві складові машини, які становили

* 6 червня 1944 року почалася операція «Нептун», або Висадка військ у Нормандії — морська десантна операція, проведена під час Другої світової війни силами союзників — США, Великої Британії, Канади та інших. — *Прим. ред.*

приблизно одну шосту від запланованого. Вони почали з простої задачі на множення. Коли комп'ютер видав правильний результат, вони не змогли стримати емоцій і зірвалися на крик. Але знадобилося ще більше року, до листопада 1945-го, щоб зробити ENIAC повністю робочим. На той момент він міг виконувати п'ять тисяч додавань та віднімань за секунду, що було більш ніж в сто разів швидше за будь-яку попередню машину. Тридцять метрів завдовжки і два з половиною метра заввишки, ENIAC займав площу, на якій могли розміститися скромні апартаменти з трьома спальнями, і важив близько тридцяти тонн та містив 17 468 радіоламп. Ці показники різко контрастували із показниками комп'ютера Атанасова-Беррі, що тоді гнив у підвалі в Айові: розміром зі стіл, лише три сотні ламп та тільки тридцять додавань і віднімань за секунду.

Блечлі-Парк

Хоча тоді про нього не знав майже ніхто зі сторонніх — і не знатиме ще понад три десятиліття, — наприкінці 1943 року в червоноцегляному маєтку Вікторіанської епохи, розташованому в містечку Блечлі за 70 км на північний захід від Лондона, де ізольовано працювала команда геніїв та інженерів, яким було поставлено завдання зламати німецькі воєнні коди, було таємно збудовано інший електронний комп'ютер на радіолампах. Цей комп'ютер, відомий як «Колос», став першим електронним частково програмованим комп'ютером. Оскільки він був налаштований на певну задачу, він не був універсальним комп'ютером чи «повним за Тюрінгом», проте Алан Тюрінг руку до нього таки доклав.

Тюрінг почав зосереджуватися на кодах та криптології восени 1936 року, коли, щойно після написання статті «Про обчислювані числа», прибув до Принстона. У жовтні того ж року в листі до матері він пояснив свою цікавість так:

Я щойно виявив можливе застосування однієї штуки, над якою наразі працюю. Воно дає відповідь на питання, «яким є найзагальніший можливий вид коду чи шифру», і одночасно (вельми природним чином) дає мені змогу сконструювати багато особливих та цікавих кодів. Один із них практично неможливо розкодувати без ключа, а кодування відбувається дуже швидко. Гадаю, що зміг би продати їх уряду Його Величності за вельми значну суму, але мене дещо непокоїть моральний бік таких речей. Яка твоя думка?¹²⁵

Упродовж наступного року Тюрінг, якого непокоїла можливість війни з Німеччиною, дедалі більше цікавився криптологією та дедалі менше — спробами заробити на цьому. Наприкінці 1937 року він працював у механічній майстерні фізичного корпусу Принстонського університету і сконструював початкові етапи шифрувальної машини, яка перетворювала літери на

двійкові числа та за допомогою електромеханічних релейних перемикачів множила результатне закодоване у числовий спосіб повідомлення на велике таємне число, роблячи його розшифрування майже неможливим.

Одним із наставників Тюрінга у Принстоні був Джон фон Нейман, талановитий фізик та математик, який втік із рідної Угорщини та працював у Інституті прогресивних досліджень, що деякий час розміщався в одному корпусі з математичним факультетом університету. Навесні 1938 року, коли Тюрінг завершував свою докторську дисертацію, фон Нейман запропонував йому посаду свого асистента. Пропозиція була доволі спокусливою, проте, зважаючи на те, як згущувалася атмосфера війни над Європою, мала непатріотичний присмак. Тож Тюрінг вирішив повернутися до Кембриджу на стипендію докторанта, а незабаром долучився до зусиль Британії зі зламування німецьких військових кодів.

На той час Школа кодування та шифрування уряду Його Величності розміщувалася в Лондоні. Серед її співробітників здебільшого були літературознавці на зразок Діллвіна «Діллі» Нокса, професора класичної літератури з Кембриджу, та Олівера Стрейчі, світського дилетанта, який грав на піаніно та подеколи писав про Індію. Восени 1938 року, коли туди прийшов Тюрінг, серед вісімдесяти працівників не було жодного математика. Але наступного літа, в міру того, як Британія почала готуватися до війни, Школа почала активно наймати математиків. Одного разу навіть було проведено конкурс, який полягав у розв'язуванні надрукованого в Daily Telegraph кросворда. Незабаром Школа переїхала до тихого червоноцегляного містечка Блечлі, основною перевагою якого було розміщення на перетині залізничної колії, яка з'єднувала Оксфорд із Кембриджем, із колією, що з'єднувала Лондон із Бірмінгемом. Команда з Британської розвідувальної служби під прикриттям «групи мисливців під проводом капітана Рідлі» завітала до маєтка Блечлі-Парк, монстра у стилі вікторіанської готики, котрого власник хотів знести, та таємно придбала його. Розшифровувачів розквартирували в котеджах, стайнях та збірних бараках, зведених на території маєтку.¹²⁶

Тюрінга призначили в команду, яка працювала у бараці № 8 та намагалася зламати німецький код «Енігма», який генерувався портативною машиною з механічними роторами та електричними схемами. Вона записувала військові повідомлення за допомогою шифру, в якому після кожного натискання на клавішу змінювалася формула заміни літер. Це робило його настільки стійким до розшифрування, що британці зневірилися в тому, що їм коли-небудь це вдасться. Прорив стався, коли офіцери польської розвідки побудували машину на основі захопленого німецького кодувального пристрою, яка змогла розшифрувати деякі коди «Енігми». Проте ще до того, як поляки показали свою машину британцям, вона стала непотрібною, оскільки німці додали до своїх «Енігм» ще два ротори та два гнізда на комутаторній панелі.

Тюрінг і його команда приступили до роботи над створенням складнішої машини, названої «Бомбою» і здатної розшифровувати повідомлення удосконаленої «Енігми» — зокрема, військово-морські накази, які мали допомогти виявити місця дислокації підводних човнів, що винищували британські конвої постачання. «Бомба» використовувала низку прихованих прогалин кодування, зокрема те, що жодна літера не могла бути закодована сама собою і що німці постійно використовували певні фрази. У серпні 1940 року команда Тюрінга мала дві робочі «Бомби», що зуміли розшифрувати 178 закодованих повідомлень; до кінця війни їх було збудовано близько двохсот.

Розроблена Тюрінгом «Бомба» не була вагомим досягненням у комп'ютерних технологіях. Це був електромеханічний пристрій із релейними перемикачами та роторами, а не з радіолампами та електронними схемами. Але наступна побудована у Блечлі-Парку машина, «Колос», стала важливою віхою у розвитку комп'ютерних технологій.

Потреба в «Колосі» виникла, коли німці почали шифрувати важливі повідомлення штабу наказів Гітлера та його верховного командування за допомогою електронної цифрової машини, що використовувала двійкову систему та дванадцять шифрувальних коліс різного розміру. Електромеханічні «Бомби» Тюрінга були безсилі зламати такий шифр. Для цього був потрібен штурм за допомогою блискавично швидких електронних схем.

Відповідальна команда, місцем розташування якої був барак № 11, називалася «Ньюманерія» на честь свого лідера, Макса Ньюмана, кембриджського професора математики, який майже десять років тому ознайомив Тюрінга із проблемами Гілберта. Напарником Ньюмана з питань інженерії був електронний чарівник Томмі Флаверс, піонер радіоламп, який працював на науково-дослідній станції Головного поштового управління у Долліс-Гілл, передмісті Лондона.

Тюрінг не був членом команди Ньюмана, але саме він розробив статистичний підхід, названий «Тюрінгією», який виявляв будь-які відхилення від рівномірного розподілу символів у потоці зашифрованого тексту. Було побудовано машину, яка вміла сканувати дві закульцьовані паперові перфострічки за допомогою фотоелектричних головок і порівнювати усі можливі перестановки двох послідовностей. Машину прозвали «Гіт Робінсон» на честь британського карикатуриста, який, як і американець Рубі Гольдберг, спеціалізувався на малюванні безглузких складних механічних приладів.

На той час Флаверс уже майже десять років захоплювався електронними схемами з радіоламп, які він та інші британці називали «клапанами». Як інженер телефонного відділення Головного поштового управління він 1934 року створив експериментальну систему, що використовувала понад 3 тис. ламп для керування з'єднаннями тисячі телефонних ліній. Він також

започаткував використання радіоламп для зберігання даних. Тюрінг залучив Флаверса до створення «Бомб», а потім познайомив його з Ньюманом.

Флаверс збагнув, що єдиним способом достатньо швидко аналізувати німецькі зашифровані потоки було зберігання принаймні одного з них у внутрішній електронній пам'яті машини, замість спроб порівнювати дві паперові перфострічки. Для цього було потрібно 1500 радіоламп. Спершу керівництво Блечлі-Парку поставилося до цього скептично, але Флаверс тиснув, і до грудня 1943 року — лише за 11 місяців — він побудував перший «Колос». Станом на 1 червня 1944 року був готовий ще більший варіант із 2400 радіоламп. Перші розшифровані ним радіоперехоплення підтверджували інформацію з інших джерел про те, що Гітлер не перекидає до Нормандії додаткові війська. Дані повідомляли генералу Дуайту Ейзенгаверу, який збирався розпочати висадку у «День Д». Упродовж року було збудовано ще вісім «Колосів».

Це означало, що задовго до ENIAC, який став повністю робочим лише в листопаді 1945 року, британські дешифрувальники збудували повністю електронний та цифровий (до того ж двійковий) комп'ютер. Його друга версія, датована червнем 1944 року, навіть була здатна на деякі умовні розгалуження. Але на відміну від ENIAC, який мав вдесятеро більше радіоламп, «Колос» був вузькоспеціалізованою машиною, налаштованою на розшифрування, а не універсальним комп'ютером. Через обмежену програмованість його не можна було проінструктувати на виконання всіх обчислювальних задач так, як це можна було (теоретично) зробити з ENIAC.

Тож хто все-таки винайшов комп'ютер?

Якщо говорити про те, як розподілити авторство створення комп'ютера, корисно почати з перелічення, які саме атрибути визначають сутність комп'ютера. У загальному розумінні визначення комп'ютера може охопити все: від рахівниці до iPhone. Але при складанні хроніки народження цифрової революції є сенс дотримуватися прийнятих визначень того, що є комп'ютером у сучасному значенні цього слова. Ось деякі з них:

Програмований, зазвичай електронний пристрій, здатний зберігати, знаходити та обробляти дані.

Вебстерський словник

Електронний пристрій, здатний отримувати інформацію (дані) у певній формі та виконувати послідовність операцій відповідно до наперед визначеного, але варіативного, набору процедурних інструкцій (програми) для одержання результату.

Оксфордський словник англійської мови

Пристрій загального призначення, який може бути запрограмований на автоматичне виконання набору арифметичних чи логічних операцій

Вікіпедія, 2014

Отже, ідеальний комп'ютер — це електронна програмована машина загального призначення. Який же пристрій найкраще відповідає званню найпершого з них?

Із «Моделі К» Джорджа Штібіца, яка народилася на його кухонному столі в листопаді 1937 року, виросла повномасштабна модель, створена в січні 1940 року у Bell Labs. Це був двійковий комп'ютер та перший пристрій, що використовувався віддалено. Але він використовував електромеханічні реле, а отже, не був повністю електронний. Крім того, це був вузькоспеціалізований і непрограмований комп'ютер.

З3 Германа Цузе, завершена у травні 1941-го, була першою автоматично керованою, програмованою, електричною двійковою машиною. Вона була розроблена для розв'язування інженерних задач, а не як комп'ютер загального призначення.

Проте пізніше було продемонстровано, що теоретично її можна було використовувати як повнокомплектну машину Тюрінга. Від сучасних машин вона відрізнялася тим, що була не електронною, а електромеханічною, і залежала від клацаючих та повільних релейних перемикачів. Іншим недоліком було те, що її так ніколи по-справжньому і не використовували для обчислень. 1943 року під час бомбардування Берліна союзниками машину було знищено.

Комп'ютер, який почав розробляти Джон Вінсент Атанасов, і над яким він був змушений припинити роботу у вересні 1942 року через службу у ВМС, був закінченим, але не повністю функціональним першим електронним цифровим комп'ютером у світі, та й то лише частково. У його додавально-віднімальному механізмі використовувалися радіолампи, але його блоки пам'яті та зчитування даних містили механічні обертальні барабани. Інший його істотний недолік: цей комп'ютер не був ані програмованим, ані розрахованим на загальне призначення; натомість у нього була жорстко закладена вузька спеціалізація з розв'язування лінійних рівнянь. До того ж Атанасову так і не вдалося зробити його повністю функціональним, і він згинув у підвалі Університету штату Айова.

«Колос-1», збудований у Блечлі-Парку у грудні 1943 року Максом Ньюманом та Томмі Флаверсом (за участі Алана Тюрінга), був першим повністю електронним, програмованим та функціональним цифровим комп'ютером. Утім це не була машина загального призначення чи повнокомплектна (за Тюрінгом); вона була створена з конкретною метою розшифрування німецьких кодів.

Гарвардський Mark I Говарда Ейкена, збудований за допомоги IBM та запущений у дію в травні 1944 року, був, як ми пересвідчимося у наступному розділі, програмованим, проте електромеханічним, а не електронним.

ENIAC, закінчений Преспером Екертом та Джоном Моклі в листопаді 1945 року, був першою машиною, яка втілила у собі повний набір рис сучасного комп'ютера. Він був повністю електронним, надшвидким, і його можна було програмувати шляхом під'єднання та від'єднання кабелів, що з'єднували різні блоки. Він був здатен змінювати шляхи виконання програми залежно від проміжних результатів та кваліфікувався як повнокомплектна (за Тюрінгом) машина загального призначення. Це означало, що теоретично він міг впоратися з будь-яким завданням. А найголовніше, він працював. «Ось найперша запорука винаходу, — казав пізніше Екерт, порівнюючи їхню машину з машиною Атанасова. — Треба зробити повну систему, яка працює».¹²⁷ Моклі та Екерт змусили свою машину виконати низку дуже потужних обчислень, і вона постійно використовувалася впродовж десяти років. Саме вона стала основою більшості наступних комп'ютерів.

Ця остання властивість дуже важлива. Коли ми приписуємо авторство винаходу, визначаючи, хто має бути найбільше відзначений історією, одним із критеріїв є те, чиї внески справили найбільший вплив. Винахід передбачає якийсь внесок у хід історії і вплив на розвиток інновації. Якщо за еталон брати історичне значення, то саме Екерт із Моклі є найвизначнішими інноваторами. Майже всі комп'ютери 1950-х років беруть свій початок із ENIAC. Вплив Флаверса, Ньюмана та Тюрінга оцінити дещо складніше. Їхня робота залишалася цілком таємною, але всі троє були причетні до створення британських комп'ютерів у повоєнний період. Цузе, бомбардуваннями ізольований у Берліні від усього іншого світу, значно менше міг вплинути на хід розвитку комп'ютерів. Що ж до Атанасова, то його основний, а може й єдиний, вплив на цю сферу полягав у підштовхуванні Моклі під час його візиту до кількох ідей.

Питання про те, на що саме надихнула Моклі та чотириденна зустріч із Атанасовим в Айові у червні 1941 року, переросло у затяжний судовий процес. У зв'язку з цим постає інший критерій оцінки авторства винаходу, більш юридичний, аніж історичний: хто, якщо такі є, зрештою отримав патенти? У випадку перших комп'ютерів їх не отримав ніхто. Але сталося так через суперечливу судову тяганину, що призвела до анулювання патентів Екерта та Моклі.¹²⁸

Ця історія почалася 1947 року, коли Екерт та Моклі, полишивши Пенсильванський університет, подали заявку на патентування їхньої роботи над ENIAC, яка була нарешті задоволена 1964 року (патентна система — вельми повільна річ).

На той час компанія Eckert-Mauchly та її патентні права були продані компанії Remington Rand, яка отримала назву Sperry Rand; вона почала тиснути на інші компанії з приводу сплати ліцензійних зборів. IBM та Bell Labs уклали відповідні угоди, а от компанія Honeywell уперлася та взялася шукати способи, як опротестувати патенти. Вона найняла молодого адвоката, Чарльза Колла, який мав вищу інженерно-технічну освіту та досвід роботи у Bell Labs. Його завдання полягало у спростуванні патенту компанії Eckert-Mauchly шляхом доведення того, що їхні ідеї не були оригінальними.

За підказкою юриста компанії Honeywell, який навчався в Університеті штату Айова та читав про збудований там Атанасовим комп'ютер, Колл завітав до будинку Атанасова у Меріленді. Атанасов був приємно здивований поінформованістю Колла про його комп'ютер та злегка обурений тим, що його праця так і не отримала належної оцінки, тож він передав Коллу сотні листів та документів, які доводили, що Моклі запозичив деякі з його ідей під час візиту до Айови.

Того вечора Колл поїхав до Вашингтона, щоб зайняти місце в останньому ряду на лекції, яку читав Моклі. У відповідь на запитання про машину Атанасова Моклі заявив, що він оглянув її лише мигцем. Колл збагнув, що якщо йому вдасться змусити Моклі сказати це під присягою, він зможе дискредитувати його на суді, надавши документи Атанасова.

Коли кілька місяців по тому Моклі дізнався, що Атанасов може допомагати Honeywell оскаржити його патенти, він сам навідався до мерілендського будинку Атанасова, прихопивши з собою юриста Sperry Rand. Зустріч не вдалася. Моклі заявив, що в ході свого візиту до Айови не мав змоги уважно прочитати статтю Атанасова чи оглянути його комп'ютер, на що Атанасов холодно відповів, що це неправда. Моклі залишився на обід та спробував порозумітися з Атанасовим, але марно.

У червні 1971 року справа дійшла до суду під головуванням федерального судді Ерла Ларсона у Міннеаполісі. Моклі виявився проблемним свідком. Посилаючись на погану пам'ять, він плутано розповідав про побачене в ході візиту до Айови та раз у раз відступав від своїх попередніх показань, стверджуючи, зокрема, що бачив комп'ютер Атанасова лише частково накритим та при тьмяному освітленні.

Атанасов, навпаки, поводився дуже ефектно. Він описав збудовану ним машину, продемонстрував її модель та вказав, які саме з його ідей запозичив Моклі. Загалом суд викликав для надання свідчень сімдесят сім свідків, ще майже вісімдесят дали письмові свідчення, а до протоколу було внесено 32 600 речових доказів. Процес тривав більше дев'яти місяців, ставши найдовшим на той час федеральним судовим процесом.

Ще дев'ятнадцять місяців пішло у судді Ларсона на написання свого остаточного вироку, який було оголошено в жовтні 1973 року. Він виніс рішення про

недійсність патенту компанії Eckert-Mauchly на ENIAC: «Екерт та Моклі були не перші, хто винайшов автоматичний електронний цифровий комп'ютер, натомість запозичили цей предмет суперечки у доктора Джона Вінсента Атанасова».¹²⁹ Замість апелювати, Sperry уклала із Honeywell миру.*

Думка судді, викладена на 248-х сторінках, була ґрунтовною, проте ігнорувала деякі суттєві відмінності між двома машинами. Моклі запозичив у Атанасова не настільки багато, як, схоже, здалося судді. Наприклад, електронні схеми Атанасова використовували двійкову логіку, тоді як Моклі використовував десяткові лічильники. Якби формула винаходу Eckert-Mauchly не була викладена так загально, вона, імовірно, встояла б.

Ця справа не визначила, навіть юридично, хто має отримати яку частку авторства винайдення сучасного комп'ютера, але вона мала два важливі наслідки: вона витягла Атанасова з підвалів історії та дуже чітко показала, хоч це не входило в наміри судді чи якоїсь зі сторін, що видатні інновації зазвичай є результатом ідей, що надходять із великої кількості джерел. Винахід, особливо настільки складний як комп'ютер, зазвичай виникає не в результаті індивідуального мозкового штурму, а з гобелену творчості, витканого спільними зусиллями. Моклі зустрічався та розмовляв із багатьма людьми. Можливо, це зробило важчим патентування його винаходу, але точно не зменшило його значення.

Моклі та Екерт мають очолювати список людей, яким належить авторство винайдення комп'ютера не тому, що всі використані ними ідеї належали їм, а тому, що вони змогли черпати ідеї з великої кількості джерел, змогли додати до них власні інновації, реалізувати своє бачення шляхом створення компетентної команди та справити найбільший вплив на напрямок подальшого розвитку.

Побудована ними машина була першим електронним комп'ютером загального призначення. «Можливо, Атанасов і виграє у суді, проте потім він повернувся до викладання, а ми збудували перші справжні електронні програмовані комп'ютери», — зазначав пізніше Екерт.¹³⁰

Звісно, велика частка авторства належить також Тюрінгу, який розробив концепцію універсального комп'ютера та потім був частиною команди практиків у Блечлі-Парку. Ранжування історичних внесків інших дослідників частково залежить від того, які критерії ви цінуєте найбільше.

* На той час Атанасов уже вийшов на пенсію. Після Другої світової війни він упродовж всієї своєї кар'єри працював у сфері військово-технічного забезпечення та артилерії, а не комп'ютерів. Помер він 1995 року. Джон Моклі працював у галузі комп'ютерознавства, суміщаючи це з роботою консультанта у Sperry та з посадою президента-засновника Асоціації з обчислювальної техніки. Помер він 1980 року. Екерт також упродовж більшої частини своєї кар'єри працював на Sperry. Помер у 1995-му.

Якщо вас захоплює романтика винахідників-одинаків та менше цікавить, хто саме найбільше вплинув на прогрес у цій сфері, ви можете помістити на верхні місця Атанасова та Цузе.

Але головним уроком, який слід винести з народження комп'ютерів, є те, що інновація зазвичай є результатом групових зусиль, що передбачають співпрацю мрійників та інженерів, і що творчість базується на великій кількості джерел. Лише в казках винаходи виникають немов удар блискавки чи лампочкою спалахують над головою самотнього одинака в підвалі, на горіщі чи в гаражі.

ПРОГРАМУВАННЯ

Для розвитку сучасного комп'ютера був необхідний ще один важливий крок. Усі машини, збудовані під час війни, проектувалися, принаймні попервах, під конкретне завдання, наприклад розв'язати рівняння чи зламати шифр. *Справжній* комп'ютер, яким його уявляла Ада Лавлейс, а пізніше й Алан Тюрінг, повинен виконувати безболісно та швидко будь-яку логічну операцію. Для цього були потрібні машини, чия робота визначається не лише їхнім апаратним, але й програмним забезпеченням, тобто завданнями, які вони здатні виконувати. Дуже чітко цю концепцію виклав Тюрінг. «Не потрібно мати нескінченну кількість різних машин, що виконують різну роботу, — писав він 1948 року. — Вистачить однієї. Інженерна проблема виготовлення різноманітних машин, щоб урізноманітнити задачі, замінюється офісною роботою з „програмування“ універсальної машини, яка б виконувала всі ці задачі».¹³¹

Теоретично, машини на зразок ENIAC можуть бути запрограмовані та можуть навіть вважатися універсальними комп'ютерами. Але на практиці завантаження в них нової програми часто передбачало ручне перемикавання кабелів, що з'єднували різні блоки комп'ютера. Машини часів війни не могли перемикатися між програмами на електронних швидкостях. Щоб створити сучасний комп'ютер, треба було зробити наступний важливий крок: зрозуміти, як зберігати програми в електронній пам'яті машини.

Грейс Гоппер

Починаючи з Чарльза Беббіджа, чоловіки, які винаходили комп'ютери, зосереджувалися здебільшого на апаратній частині. Але жінки, які долучилися до цієї справи у період Другої світової війни, дуже швидко, так само, як свого часу Ада Лавлейс, усвідомили важливість програмування. Вони розробили способи кодування інструкцій, що підказували апаратній частині, які операції виконувати. У цьому програмному забезпеченні криються магічні форми, здатні дивним чином перетворювати машини.

Найколеритнішим піонером програмування була відважна та запальна, але водночас чарівна та товариська офіцер ВМС на ім'я Грейс Гоппер, яка

зрештою почала працювати на Говарда Ейкена у Гарварді, а пізніше на Преспера Екерта та Джона Моклі. Грейс Брюстер Мюррей з'явилася на світ 1906 року у заможній родині з Верхнього Вест-Сайду на Мангеттені. Її дідусь був інженером-будівельником і брав дівчинку з собою на оглядові екскурсії Нью-Йорком. Мати була математиком, а батько — керівником страхової компанії. Вона закінчила коледж Вассара, отримавши ступінь із математики та фізики, після чого вступила до Єлю, де 1934 року здобула ступінь доктора у галузі математики.¹³²

Її освіта не була настільки незвичним явищем, як може здатися. Вона була вже одинадцятою жінкою, яка здобула докторський ступінь із математики у Єльському університеті, до того ж перший такий випадок датується ще 1895 роком.¹³³ У 1930-ті роки докторські ступені з математики у жінок, особливо з успішних родин, не були аж надто рідкісним явищем. Як на те пішлося, вони були поширеніші, ніж у наступному поколінні. Упродовж 1930-х років 113 американських жінок здобули докторські ступені з математики, що становило 15 % від загальної кількості всіх докторських ступенів у країні. Упродовж 1950-х років докторський ступінь із математики здобули тільки 106 жінок, що становило лише 4 % від загальної кількості (станом на перше десятиріччя 2000-х ситуація суттєво вирівнялася, і жінок, що мали докторський ступінь із математики, нараховувалось вже 1600, тобто 30 % від загальної кількості).

Вийшовши заміж за професора порівняльного літературознавства Вінсента Гоппера, Грейс приєдналася до лав викладацького складу коледжу Вассара. На відміну від більшості викладачів математики, вона вимагала, щоб її студенти вміли гарно писати. На курсі з теорії імовірності Грейс починала лекцію з однієї зі своїх улюблених математичних формул* і задавала студентам написати про неї есе, яке потім оцінювала за почерком та стилем. «Я рясно правила [недоліки есе] чорнилами, і у відповідь чула від студентів протести, що вони прийшли вивчати математику, а не англійську мову, — пригадувала вона. — Тож я пояснювала, що немає ніякого сенсу вивчати математику, якщо вони не здатні передати свої знання іншим».¹³⁴ За життя вона не мала собі рівних у здатності перекласти наукові задачі на зразок пов'язаних із траєкторіями, протіканням рідин, вибухами та моделями погоди мовою математичних рівнянь, а потім і звичайною англійською. Цей талант допоміг їй стати гарним програмістом.

До 1940 року Грейс Гоппер нудилася. Дітей у неї не було, заміжжя було одноманітним, а викладання математики не приносило стільки задоволення, як вона сподівалася раніше. Жінка взяла тимчасову відпустку у коледжі Вассара для навчання в Нью-Йоркському університеті у відомого математика

* Йдеться про формулу Стирлінга, що апроксимує значення факторіала числа.

Ріхарда Куранта, зосередившись на методах розв'язування диференціальних рівнянь у часткових похідних. Вона ще навчалася в Куранта, коли у грудні 1941 року японці напали на Перл-Гарбор. Щойно США вступили у Другу світову війну, Грейс зрозуміла, що в неї з'явився шанс змінити своє життя. Упродовж наступних вісімнадцяти місяців вона звільнилася з коледжу Вассара, розлучилася з чоловіком та в 36-річному віці вступила до лав ВМС США. Її відправили до Військово-морського училища резерву ВМС при коледжі Сміт у Массачусетсі, яке вона закінчила в червні 1944 року з найкращими результатами у класі. Тепер Грейс Гоппер мала військове звання лейтенанта.

Жінка сподівалася, що її припишуть до групи криптографії та кодування, але, хоч як дивно, їй наказали прибути до Гарвардського університету для роботи над Mark I — велетенським цифровим комп'ютером із незграбними електромеханічними реле та обертальним стрижнем із електроприводом, задуманим Говардом Ейкеном ще 1937 року. На той час машину вже реквізували ВМС; Ейкен досі завідував нею, проте вже не як член професорсько-викладацького складу Гарварду, а як командер* ВМС США.

Коли в липні 1944 року Гоппер з'явилася за місцем проходження служби, Ейкен вручив їй примірник мемуарів Чарльза Беббіджа та показав Mark I. «Це — обчислювальна машина», — сказав він. Деякий час Гоппер мовчки її роздивлялася. «То була така величезна маса машинерії, яка до того ж створювала багато шуму, — пригадувала вона. — Вона була напіврозібрана, розкрита і надзвичайно гучна».¹³⁵ Розуміючи, що для належного її використання необхідно в повному обсязі зрозуміти, як вона працює, Гоппер ночами аналізувала креслення. Її сильною стороною була здатність зрозуміти, як перекласти (як вона це робила в коледжі Вассара) проблеми реального світу мовою математичних рівнянь, а потім виразити їх у вигляді команд, зрозумілих машині. «Я вивчила мови океанографії, всього цього розмінування, детонаторів, неконтактних підричників, біомедичної справи, — пояснювала вона. — Ми мали опанувати їхні словники, щоб мати змогу вирішувати їхні проблеми. Я могла перемкнутися на інший словник і розмовляти дуже технічною мовою з програмістами, а кілька годин по тому розказувати ті самі речі менеджерам, але послуговуючись зовсім іншим словником». Інновація потребує артикуляції.

Завдяки її здатності точно передавати інформацію Ейкен доручив їй написати те, що стане першим у світі посібником із комп'ютерного програмування. Одного дня, підійшовши до її столу, він сказав: «Ти напишеш книгу».

— Я не можу написати книгу, — відповіла вона. — Я ніколи цього не робила.

— Що ж, зараз ти на флоті, — проголосив він. — І ти її напишеш.¹³⁶

* Військове звання у ВМС США; відповідник у ВМС України — капітан 2-го рангу. — Прим. пер.

Так з'явилася книга на 500 сторінок, яка була одночасно нарисом з історії Mark I та посібником із його програмування.¹³⁷ У першому розділі описувалися ранні обрахункові машини, та ще й наголос робився на побудованих Паскалем, Лейбніцем та Беббіджем. Як фронтиспіс* використовувалася фотографія частини різницевої машини Беббіджа, яку Ейкен встановив у своєму кабінеті, а текст Гоппер починався епіграфом з Беббіджа. Як і Ада Лавлейс, вона розуміла, що аналітичній машині Беббіджа була притаманна особлива риса, яка, на їхнє з Ейкеном глибоке переконання, вирізняє Mark I з-поміж інших тогочасних комп'ютерів. Як і незбудована машина Беббіджа, Ейкенів Mark I, що отримував свої накази через перфострічку, міг бути перепрограмований новими інструкціями.

Щовечора Гоппер читала Ейкену сторінки, написані нею впродовж дня, що допомогло їй навчитися простого трюку гарних письменників: «Він зазначив, що якщо при спробі прочитати речення вголос ти запинаєшся, варто його переробити. Щодня я мусила прочитувати по п'ять сторінок написаного».¹³⁸ Її речення ставали простими, живими та чіткими. Через сто років після Лавлейс та Беббіджа Гоппер та Ейкен з їхнім міцним партнерством стали їхніми сучасними аналогами. Що більше Гоппер дізнавалася про Аду Лавлейс, то упевненіше ототожнювала себе з нею. «Вона написала перший цикл, — казала Гоппер. — Я цього ніколи не забуду. Ніхто з нас ніколи цього не забуде».¹³⁹

Історичні розділи праці Гоппер фокусувалися на особистостях. Отож її книжка підкреслювала роль окремих людей. Натомість у книзі, підготованій до друку IBM невдовзі після виходу роботи Гоппер, головні заслуги віддавалися командам IBM у Ендикотті, штат Нью-Йорк, які збудували машину. «Заміна індивідуальної історії організаційною найкраще відповідала інтересам IBM, — писав у присвяченій Гоппер праці історик Курт Бейер. — Згідно з IBM, локусом технологічної інновації була корпорація. На зміну міфу про самотнього винахідника-предтечу, який працює у власній лабораторії чи підвалі, прийшла реальність команд безликих організаційних інженерів, які здійснюють покрокові вдосконалення».¹⁴⁰ У версії історії від IBM комп'ютер Mark I містив довгий перелік дрібних інновацій на зразок храповикових лічильників та дворівневого механізму подачі перфокарт, за якими стояла група маловідомих інженерів, що спільно працювали над машиною у Ендикотті**.

* Ілюстрація, розташована перед титульним аркушем книги на лівій сторінці чи на верхній частині сторінки перед текстом. — *Прим. ред.*

** Тривалий час присвячені Mark I експозиція та пояснювальні матеріали у Гарвардському науковому центрі не містили жодної згадки про Грейс Гоппер та жодних фотографій жінок. Ситуація змінилася лише 2014 року, коли експозицію переробили для підкреслення ролі Грейс Гоппер та інших програмісток у проекті.

Розбіжності між версіями історії від Гоппер та IBM значно глибші за просту суперечку про те, кому належать основні заслуги. Вони продемонстрували фундаментально протилежні погляди на історію інновацій. Деякі дослідження технологій та науки підкреслюють, подібно до Гоппер, роль творчих винахідників, які здійснюють інноваційні прориви. Інші дослідження підкреслюють роль команд та інституцій на зразок співробітництва у стінах Bell Labs та підприємствах IBM у Ендикотті. Цей другий підхід намагається показати, що те, що може на перший погляд здатися творчим проливом — тим самим вигуком «Еврика!», — насправді є результатом еволюційного процесу, який відбувається у міру спільної розробки ідей, концепцій, технологій та інженерних методів. Взятий окремо, жоден із цих підходів до розгляду технологічного прогресу не є повністю задовільним. Більшість видатних інновацій цифрової епохи виникли в результаті взаємодії творчих особистостей (Моклі, Тюрінга, фон Неймана, Ейкена) з командами, які знали, як втілити їхні ідеї в життя.

Напарником Гоппер у роботі з Mark I був Річард Блох, який здобув у Гарварді математичну освіту, грав на флейті в аматорському університетському гурті та проходив службу у ВМС. Блох почав працювати на Ейкена за три місяці до прибуття Гоппер, тож узяв її під своє крило. «Пам'ятаю наші посиденьки до пізньої ночі за обговоренням принципів роботи цієї машини та її програмування», — розповідав він. Вони з Гоппер працювали почерговими дванадцятигодинними змінами, виконуючи забаганки машини та її не менш норавливого боса, Ейкена. «Інколи він з'являвся о четвертій ранку, — пригадував Блох, — і одразу запитував: „Ми робимо числа?“». Він дуже нервував, коли машина зупинялася.¹⁴¹

Гоппер практикувала систематичний підхід до програмування. Вона розбивала кожне фізичне завдання чи математичне рівняння на маленькі арифметичні кроки. «Ви просто крок за кроком кажете комп'ютеру, що робити, — пояснювала вона. — Візьми це число, додай його до того числа і поклади відповідь осюди. Тепер візьми це число, помнож його на це число і поклади результат туди».¹⁴² Коли програму було вибито на стрічці і наставав момент випробувати її, команда Mark I жартома розстилала молитовний килимок, поверталася обличчям на схід та молилася, щоб їхня робота виявилася прийнятною. Поступово цей жарт став своєрідним ритуалом.

Пізно ввечері Блох іноді грався із апаратними схемами Mark I, що могло зашкодити раніше написаному Гоппер програмному забезпеченню. Жінка мала енергійний характер, приправлений мічманським жаргоном, і прочуханки, які вона влаштовувала довготелесому та стриманому веселому Блоху, були предтечею суміші протистояння та побратимства, яка із часом розвинеться між інженерами з апаратного забезпечення та

інженерами-програмістами. «Щоразу після того, як мені вдалося запустити програму, він приходив уночі, змінював схеми в комп'ютері, і наступного ранку програма вже не запускала, — нарікала вона. — Навіть більше, в цей час він спав удома і не міг сказати мені, що саме зробив». У таких випадках, як згадував Блох, «небо падало на землю». Зі свого боку, «Ейкен сприймав усе це аж ніяк не з добрим настроєм».¹⁴³

Такі епізоди створили Гоппер репутацію нешанобливої особи. Проте саме такою вона й була. Але ця жінка мала особливу рису комп'ютерного хакера — поєднувати нешанобливість із духом колективізму. Це побратимство піратської команди, яке ріднило Гоппер із наступними поколіннями кодерів, не стримувало її, а навпаки робило вільнішою. Як писав Бейер, «саме здатність Гоппер до командної роботи, а не її бунтівна натура, створювали простір для її незалежних думок і дій».¹⁴⁴

Як на те пішлося, командер Ейкен мав напруженіші стосунки саме зі спокійним Блохом, а не з дратівливою Гоппер. «Дік постійно потрапляв у халепу, — стверджувала Гоппер. — Я намагалася йому пояснити, що Ейкен був точнісінько як комп'ютер. Він був змонтований певним чином, і якщо ти збирався працювати з ним, то мав збагнути, як саме він улаштований».¹⁴⁵ Ейкен, який спершу всіляко протривався призначенню жінки до його офіцерського складу, незабаром зробив Гоппер не лише своїм головним програмістом, а й своїм першим заступником. Багато років по тому він із захопленням згадував її внесок у народження комп'ютерного програмування. «Грейс була чудовим хлопцем», — наголошував він.¹⁴⁶

Однією з програмістських практик, яку Гоппер довела у Гарварді до досконалості, були підпрограми — фрагменти коду для виконання конкретних завдань, які зберігаються один раз, але за потреби можуть викликатися на різних етапах виконання основної програми. «Підпрограма — це чітко визначена, легко символізована, часто повторювана програма, — писала вона. — Гарвардський Mark I містив підпрограми для обчислення синуса x , десяткового логарифма x та $\log x$, кожна з яких викликалася одинарним операційним кодом».¹⁴⁷ Уперше цю концепцію описала у своїх «Примітках» до аналітичної машини Ада Лавлейс. Гоппер збирала бібліотеку таких підпрограм і постійно поповнювала її новими зразками. Також у процесі програмування Mark I вона розробила концепцію компілятора, який зрештою полегшить написання однієї програми для різних машин внаслідок створення процесу трансляції початкового коду машинною мовою, використовувану різними комп'ютерними процесорами.

Крім того, її команда допомогла популяризувати терміни «баг» та «дебаггінг». Друга модифікація гарвардського комп'ютера Mark II розміщувалася в приміщенні без віконних решіток. Одного вечора машина раптово вийшла

з ладу, і команда почала шукати проблему. В одному з електромеханічних реле вони виявили роздавленого метелика з розмахом крил 10 сантиметрів. Його дістали та вклеїли скотчем до журналу поряд із записом: «Реле #70. Панель F. (Метелик) у реле. Перший випадок виявлення бага*». ¹⁴⁸ Відтоді вони називали процес виявлення та усунення помилок «дебаггінгом машини».

До 1945 року передусім завдяки зусиллям Гоппер гарвардський Mark I був найлегшим для програмування великим комп'ютером у світі. Він міг перемикатися на інші задачі, просто отримавши нові інструкції з паперової перфострічки і не потребуючи переконфігурування апаратних блоків чи кабелів. Утім ця його особливість так і залишилася майже непоміченою як тоді, так і в історії, оскільки Mark I (і навіть його нащадок 1947 року випуску, Mark II) використовував повільні та клацаючі електромеханічні реле, а не електронні компоненти на зразок радіоламп. «Поки хтось щось дізнався про неї, — казала Гоппер про машину Mark II, — вона встигла стати дохлим номером, і всі пішли шляхом електроніки». ¹⁴⁹

Як і інші піонери, комп'ютерні інноватори, що застигли на місці, можуть одного дня виявити, що лишилися далеко позаду. Ті самі риси, що роблять їх винахідливими, як-от впертість та зосередженість, можуть змусити їх опиратися змінам навіть тоді, коли надходять нові ідеї. Стив Джобс був відомим своєю впертістю та зосередженістю, але щойно він розумів, що потрібно думати інакше, миттєво змінював думку, вражаючи та спантеличуючи колег. Ейкену такої гнучкості бракувало. Він був недостатньо моторним для піруетів. У нього був інстинкт військово-морського командера до централізованої влади, тож його команда не була такою розкутою, як команда Моклі та Екерта з Пенсильванського університету. Також Ейкен надавав перевагу надійності перед швидкістю, тож чіплявся за використання перевірених часом та надійних електромеханічних реле навіть тоді, коли інженерам у Пенсильванському університеті та Блечлі-Парку стало очевидно, що майбутнє — за радіолампами. Його Mark I міг виконувати лише близько трьохсот команд за секунду, тоді як створюваний у Пенсильванському університеті ENIAC міг за той самий час виконати п'ять тисяч команд.

Коли Ейкен відвідав Пенсильванський університет, щоб подивитися на ENIAC та послухати деякі лекції, то, як зазначається у присвяченому цьому з'їзду репортажі, він «був заглиблений у власний підхід до роботи і, склалося враження, не розумів значення нових електронних машин». ¹⁵⁰ Те саме стосувалося Гоппер, яка ознайомила з ENIAC у 1945 році. Mark I їй видався кращим, оскільки його було легко програмувати. У випадку ж із ENIAC, за її словами, «для кожної задачі під'єднувалися свої блоки та, по суті, будувався окремий комп'ютер, тоді як ми використовували концепцію програмування

* Від англійського bug (жук, комаха). — Прим. ред.

та керування комп'ютером за допомогою нашої програми».¹⁵¹ Час, витрачений на перепрограмування ENIAC, яке могло тривати цілий день, зводив нанівець його перевагу у швидкості обчислень, яка проявлялася, тільки якщо він виконував ту саму задачу знову і знову.

Але Гоппер, на відміну від Ейкена, була достатньо неупереджена, щоб незабаром змінити свої переконання. Того року було досягнуто прогресу у способах більш швидкого перепрограмування ENIAC. І, на радість Гоппер, у перших лавах цієї програмувальної революції перебували жінки.

Жінки ENIAC

Усі інженери, які збудували апаратну частину ENIAC, були чоловіками. Значно менше слави дісталася групі жінок — шістьом, якщо бути точним, робота яких мала майже таке ж значення для розвитку сучасної комп'ютерної техніки. Під час створення ENIAC у Пенсильванському університеті 1945 року передбачалося, що він знову і знову виконуватиме конкретний набір обчислень на зразок визначення траєкторії метального снаряду з урахуванням різних змінних. Проте закінчення війни означало, що комп'ютер був потрібен для багатьох інших типів обчислень — звукових хвиль, моделей погоди та вибухової потужності нових типів атомних бомб, — а отже, його треба буде часто перепрограмувати.

Це вимагало ручного перемикання густо переплетених внутрішніх кабелів ENIAC та перевстановлення перемикачів. Спершу програмування здавалося рутинною, можливо, навіть чорною роботою, і, цілком ймовірно, саме тому її віддали жінкам, яким у ті часи шлях в інженери був практично закритим. Але незабаром жінки ENIAC продемонстрували, а чоловіки пізніше осягнули, що програмування комп'ютера може бути настільки ж важливим, як розробка його апаратної частини.

Історія Джин Дженнінгс — показовий приклад біографії перших жінок-програмістів.¹⁵² Вона народилася на фермі на околиці Атлантус-Гроув, штат Міссурі, населення якої становило 104 особи, в родині, яка практично не мала грошей, проте дуже цінувала освіту. Її батько викладав у школі, що розміщувалася в одній кімнаті, де Джин стала зірковим пітчером та єдиною дівчиною у софтбольній команді. Її мати, хоч і кинула школу у восьмому класі, допомагала навчати дітей алгебри та геометрії. Джин була шостою з семи дітей у родині, кожен із яких отримав освіту у коледжі.

У ті часи уряди штатів цінували освіту та усвідомлювали економічну та соціальну користь від її доступності. Дівчина навчалася в педагогічному коледжі при Північно-Західному університеті штату Міссурі у Мерівілі, навчання в якому коштувало 76 доларів на рік (2013 року воно коштувало

приблизно 14 тис. доларів на рік для жителів штату, тобто у 12 разів більше, враховуючи поправки на інфляцію). Спершу Джин навчалася за спеціальністю «Журналістика», але терпіти не могла свого куратора, тож перейшла на математику, яку обожнювала.

Коли в січні 1945 року вона закінчила навчання, викладач математичного аналізу показав їй рекламну листівку, яка агітувала жінок-математиків іти на роботу до Пенсильванського університету, де вони працювали «обчислювачами» — розв'язували рутинні математичні задачі, — переважно обраховуючи артилерійські траекторні таблиці для Сухопутних військ. Одна з листівок оголошувала:

Потрібні: жінки з математичною освітою... Жінкам пропонуються наукові та технічні види робіт, на яких раніше перевага надавалася чоловікам. Настав час замислитися про роботу в сфері науки та техніки... Ви переконаєтесь, що там, як і скрізь, актуальним гаслом є: «ПОТРІБНІ ЖІНКИ!»¹⁵³.

Дженнінгз, яка ніколи до цього не виїжджала за межі штату Міссурі, подала заяву про найм на роботу. Отримавши телеграму про те, що її беруть, вона сіла на нічний потяг компанії «Вобаш», що ішов на схід, і вже через сорок годин прибула до Пенсильванського університету. «Звісно ж, вони були шоковані, що я дісталася туди настільки швидко», — пригадувала вона.¹⁵⁴

У березні 1945 року на момент прибуття до Пенсильванського університету двадцятирічної Дженнінгз там налічувалось приблизно сімдесяти жінок, які працювали на настільних підсумувальних машинах і нашкрябували числа на велетенських аркушах паперу.

Набором та навчанням персоналу керувала Адель, жінка капітана Германа Голдстайна. «Ніколи не забуду, як уперше побачила Адель, — розповідала Дженнінгз. — Вона неквапливо увійшла до класу з цигаркою в роті, підійшла до столу, закинула на нього ногу й почала читати лекцію з дещо притупленим бруклінським акцентом».

Для Дженнінгз, яка виросла запальним дівчам-шибеником і постійно наїжачувалася від численних випадків дискримінації за ознакою статі, з якими вона стикалася, це був переломний момент. «Я зрозуміла, що перебуваю далеко від Мерівіля, де жінкам, щоб перекурити, доводилося крадькома йти до теплиці».¹⁵⁵

Вже за кілька місяців після її прибуття серед жінок поширилася службова записка про шість вакансій для роботи над таємничою машиною, схованою за замкненими дверима на першому поверсі Мурівської електротехнічної школи при Пенсильванському університеті. «Я й гадки не мала, що то була за робота, чи що то таке ENIAC, — пригадувала Дженнінгз. — Я знала лише, що можу потрапити на перший поверх чогось нового, і була переконана, що, як

і будь-хто інший, здатна вивчити та зробити будь-що». Крім того, їй хотілося займатися чимось більш захопливим, ніж просто обчислювати траєкторії.

Коли Дженнінгз прийшла на співбесіду, Герман Голдстайн запитав, що вона знає про електрику. «Я сказала, що слухала курс фізики та знаю, що U дорівнює IR », — пригадувала вона, маючи на увазі закон Ома, який визначає зв'язок сили електричного струму із напругою та опором. «Ні-ні, — відповів Голдстайн. — Мене цікавить не це, а чи боїтеся ви її?».¹⁵⁶ Робота, пояснив він, передбачає підключення кабелів та перемикання великої кількості перемикачів. Вона сказала, що не боїться. Під час співбесіди до кімнати увійшла Адель Голдстайн, подивилася на неї та кивнула. Дженнінгз узяли.

Окрім Джин Дженнінгз (пізніше Бартік) іще відібрали Мерлін Вескофф (пізніше Мельцер), Рут Ліхтерман (пізніше Тейтельбаум), Бетті Снайдер (пізніше Голбертон), Френсіс Білас (пізніше Спенс) та Кей Макналті (згодом вона вийшла заміж за Джона Моклі). Вони були типовою командою, яку об'єднала війна: Вескофф та Ліхтерман були євреями, Снайдер — квакером*, Макналті — католичкою ірландського походження, а Дженнінгз — у минулому протестанткою Церкви Христа. «Ми чудово проводили час переважно тому, що жодна з нас ніколи не мала тісних контактів із представниками релігій, до яких належали інші, — стверджувала Дженнінгз. — У нас траплялися тривалі дискусії про релігійні істини та вірування. Попри наші відмінності, а може й завдяки їм, ми по-справжньому любили одна одну».¹⁵⁷

Улітку 1945 року цих шістьох жінок відправили на Абердинський випробувальний полігон, щоб вони навчилися використовувати IBM-івські перфокarti та проводити монтаж комутаторних панелей. «У нас бували тривалі дискусії про релігію, наші родини, політику та нашу роботу, — згадувала Макналті. — У нас завжди було, що сказати одна одній».¹⁵⁸ Дженнінгз стала ватажком групи: «Ми разом працювали, разом харчувалися та допізна засиджувалися, обговорюючи усе-усе».¹⁵⁹ Оскільки всі вони були незаміжні та оточені великою кількістю неодружених солдатів, у кабінках клубу офіцерів за склянками коктейлю «Том Коллінз» зав'язався не один пам'ятний роман. Вескофф зустріла «високого та дуже ставного» морського піхотинця. Дженнінгз зійшлася з армійським сержантом на ім'я Піт, «привабливим, але не дуже ставним». Він був із Міссісіпі, і Дженнінгз не приховувала свого неприйняття расового розшарування. «Якось Піт сказав мені, що ніколи не візьме мене з собою до Білокі, бо я настільки відверта у своїх поглядах на дискримінацію, що мене там уб'ють».¹⁶⁰

* Квакери — протестантська конфесія у християнстві, відома своїми пацифістськими настановами і гуманістичним спрямуванням. — *Прим. ред.*

По закінченні шеститижневого навчання шість жінок-програмістів відправили своїх приятелів до архівів пам'яті та повернулися до Пенсильванського університету, де їм вручили діаграми та схеми плакатного формату, що описували ENIAC.

«Хтось дав нам цілий стос креслень, які виявилися електромонтажними схемами для всіх панелей, після чого нам сказали: „Ось, розберіться, як ця машина працює, а потім з'ясуйте, як її програмувати“», — пояснювала Макналті.¹⁶¹ Для цього було необхідно проаналізувати диференціальні рівняння та визначити, як підключити кабелі, щоб вони з'єднували потрібні електронні схеми. «Найбільшою перевагою вивчення ENIAC за схемами було те, що ми почали розуміти, що вона могла і чого не могла, — говорила Дженнінгз. — Як наслідок, ми могли локалізувати джерело проблеми аж до окремої радіолампи». Вони зі Снайдер розробили систему для визначення, яка з 18 тис. радіоламп перегоріла. «Оскільки ми знали і застосунок, і машину, то навчилися діагностувати проблеми не гірше, якщо не краще, за інженерів. Кажу вам, ті інженери були в захваті. Вони могли залишити дебаггінг нам».¹⁶²

Снайдер описує створення детальних діаграм та схем для кожної нової конфігурації кабелів та перемикачів. «Те, чим ми тоді займалися, було початком програмування», — казала вона, хоча на той час такого слова ще не було. Кожну нову послідовність вони записували на папері для власного захисту. «Всі ми відчували: якщо зіпсуємо панель, із нас знімуть скальпи», — казала Дженнінгз.¹⁶³

Одного дня Дженнінгз та Снайдер сиділи у наданій до їхніх послуг аудиторії на другому поверсі і розглядали розгорнуті аркуші зі схемами численних блоків ENIAC, коли до них зайшов чоловік, щоб проінспектувати якесь будівництво. «Привіт, я Джон Моклі, — сказав він. — Просто зайшов перевірити, чи не обвалюється стеля». Досі жодна з жінок не зустрічалася з творцем ENIAC, але вони зовсім не знітилися і не злякалися. «Боже, ми раді вас бачити! — заявила Дженнінгз. — Розкажіть, як працює цей клятий акумулятор». Моклі докладно відповів на це запитання, потім на інші. Коли вони закінчили, він сказав: «Що ж, мій кабінет поряд. Тож будь-коли, якщо я є на місці, можете заходити та запитувати».

Вони запитували майже щодня. «Він був чудовим учителем», — стверджувала Дженнінгз. Моклі змушував жінок задуматися над тим, що ще, окрім обрахунку артилерійських траєкторій, зможе колись робити ENIAC. Він розумів, що для перетворення цієї машини на комп'ютер загального призначення, він мав надихати програмістів, здатних вмовити апаратне забезпечення виконати різноманітні завдання. «Він завжди намагався змусити нас думати про інші задачі, — казала Дженнінгз. — Він постійно хотів, щоб ми інвертували матрицю чи щось таке».¹⁶⁴

Приблизно в той же час, що й Гоппер у Гарварді, жінки ENIAC розробляли механізми використання підпрограм. Їх драгувало, що логічним схемам бракувало ємності для обрахунку деяких траєкторій. Рішення знайшла Макналті. «О, я знаю, знаю, знаю! — одного дня радісно оголосила вона. — Можна використати головний програмувальний пристрій для повторення коду». Вони спробували, і це спрацювало. «Ми почали розмірковувати, як можна створити підпрограми і вкладені підпрограми тощо — пригадувала Дженнінгз. — Це було дуже практично в контексті розв'язання цієї задачі на обрахунок траєкторії, оскільки ідея полягала в тому, що не треба повторювати всю програму, можна повторити лише її фрагменти, доручивши робити це головному програмувальному пристрою. Щойно ти цього навчився, починаеш вчитися розробляти свою програму у вигляді модулів. Модуляризація та розробка підпрограм були по-справжньому ключовими для розуміння того, як треба програмувати».¹⁶⁵

Незадовго до смерті в 2011 році Джин Дженнінгз Бартік із гордістю висловила про те, що всі програмісти, які створили перший комп'ютер загального призначення, були жінками. «Попри те, що наше дорослішання випало на еру, коли кар'єрні можливості жінок були загалом вельми обмежені, ми допомогли започаткувати еру комп'ютерів». Так сталося тому, що в ті часи багато жінок вивчали математику, і на їхні навички був попит. Також, наче за іронію долі, хлопці зі своїми іграшками вважали, що найважливішим завданням, а отже, чоловічою справою, було складання апаратної частини. «На той час американська наука і техніка були навіть більш сексистськими, ніж зараз, — говорила Дженнінгз. — Якби адміністратори ENIAC могли передбачити, наскільки ключовим стане програмування для функціонування електронного комп'ютера, і наскільки складним воно виявиться, цілком можливо, що вони з великою неохотою відвели б настільки важливу роль жінкам».¹⁶⁶

Збереження програм

Від самого початку Моклі та Екерт розуміли, що є способи зробити перепрограмування ENIAC простішим. Але вони не намагалися цього робити, оскільки вбудовування цієї властивості вимагало ускладнення апаратного забезпечення і не було необхідним для задач, які вони спочатку передбачали. «Ніхто не намагався забезпечити автоматичне налаштування задачі, — писали вони у проміжному звіті про хід робіт над ENIAC наприкінці 1943 року. — Це робиться з міркувань простоти, а також виходячи з очікувань, що ENIAC використовуватиметься переважно для задач такого типу, що одне налаштування буде використано багато разів перед завантаженням у машину іншої задачі».¹⁶⁷

Проте більш ніж за рік до завершення ENIAC, на початку 1944 року, Моклі та Екерт збагнули, що існує гарний спосіб спростити перепрограмування комп'ютерів: не завантажувати програми щоразу, а зберігати їх у пам'яті комп'ютера. Вони відчували, що це буде наступним великим проривом у розвитку комп'ютерів. Така архітектура зі «збережуваними програмами» означала б, що задачі комп'ютера можна міняти практично миттєво, без ручного переконфігурування кабелів та перемикачів.¹⁶⁸

Для зберігання програми всередині машини треба було створити великий обсяг пам'яті. Екерт розглянув кілька способів, як це зробити. «Це програмування може бути тимчасовим налаштуванням на дисках зі сплаву чи постійним налаштуванням на протравлених дисках», — писав він у доповідній записці у січні 1944 року.¹⁶⁹ Оскільки такі диски тоді були ще занадто дорогими, замість них він запропонував використати у наступній модифікації ENIAC дешевший метод зберігання, який назвали «пам'яттю на лініях затримки». Його у Bell Labs започаткував інженер Вільям Шоклі (про якого ми докладно поговоримо далі), а згодом цей метод було розвинуто в MIT. Акустична лінія затримки працювала шляхом зберігання даних у вигляді імпульсів у довгій трубці, заповненій густою та інертною рідиною на зразок ртуті. На одному кінці трубки електричний сигнал, що переносить потік даних, перетворювався кварцовою пробкою на імпульси, що деякий час поширювалися у вигляді хвиль із боку в бік уздовж трубки. Хвилі можна було поновлювати за допомогою струму як завгодно довго. Коли наставав час зчитування даних, кварцова пробка перетворювала їх знову на електричний сигнал. Кожна трубка могла зберігати близько тисячі бітів даних за соту частку вартості використання схеми із радіоламп. У доповідній записці влітку 1944 року Екерт та Моклі написали, що ENIAC наступного покоління повинен мати стелажі трубок за технологією ртутної лінії затримки для зберігання як даних, так і рудиментарної програмної інформації у цифровій формі.

Джон фон Нейман

На цьому місці в нашу оповідь повертається один із найцікавіших персонажів в історії комп'ютерної техніки: Джон фон Нейман, математик угорського походження, який був куратором Тюрінга у Принстоні та запропонував йому посаду свого асистента. Ерудит-ентузіаст та витончений інтелектуал, він зробив значний внесок у статистику, теорію множин, геометрію, квантову механіку, розробку ядерної зброї, гідродинаміку, теорію ігор та комп'ютерну архітектуру. Зрештою, саме він суттєво покращить архітектуру зі збережуваними програмами, яку почали розглядати Екерт, Моклі та їхні колеги, і одержить лівову частку почесней за неї, а сама вона буде названа на його честь.¹⁷⁰

Фон Нейман народився 1903 року в Будапешті в заможній єврейській родині. Це був період розквіту, який настав після скасування Австро-Угорською імперією обмежувальних антиєврейських законів. 1913 року імператор Франц-Йосиф нагородив банкіра Макса Неймана спадковим титулом «За заслуги у фінансовій сфері», надавши родині право називатися margittai Нейман, або, німецькою, фон Нейман. Янош (якого також називали Янчі, а пізніше, в Америці, Джоном чи Джонні) був найстаршим із трьох братів, які після батькової смерті прийняли католицизм («для зручності», — як визнавав один із них).¹⁷¹

Фон Нейман був ще одним інноватором, який стояв на перетині гуманітарних та природничих наук. «Тато був поетом-любителем і вірив, що поезія здатна виражати не лише емоції, але й філософські ідеї, — згадував Джонів брат, Ніколас. — Він ставився до поезії як до мови всередині мови, і ця ідея простежується в майбутніх роздумах Джона про мови комп'ютера і мозку». А ось що він писав про свою матір: «Вона вірила, що музика, живопис та споріднені естетичні задоволення посідають важливе місце в нашому житті, і що вишуканість — це риса, яку слід шанувати».¹⁷²

Існує безліч історій про виняткову геніальність юного фон Неймана, і деякі з них, імовірно, правдиві. У шестирічному віці, як стверджувалося пізніше, він розповідав батькові жарти давньогрецькою та міг подумки поділити два восьмизначні числа. Як номер на святкування він запам'ятовував сторінку з телефонного довідника та повторював напам'ять імена й номери, міг слово в слово повторити сторінки з прочитаних романів чи статей п'ятьма мовами. «Якщо коли-небудь розвинеться раса надрозумних надлюдей, — сказав колись розробник водневої бомби Едвард Теллер, — її представники будуть схожі на Джонні фон Неймана».¹⁷³

Окрім навчання в школі, він ще займався математикою та мовами з приватними репетиторами, і до 15 років в повному обсязі опанував поглиблений курс математичного аналізу. Коли 1919 року в Угорщині на певний час встановився комуністичний режим Бела Куна, заняття фон Неймана проводили у Відні та на курорті узбережжя Адріатичного моря, а чоловік до кінця життя ставився до комунізму з відразою. Він вивчав хімію у Швейцарському федеральному технологічному інституті в Цюріху (там також навчався Ейнштейн) та математику в Берліні і Будапешті, здобувши 1926 року докторський ступінь. 1930 року він відправився до Принстонського університету викладати квантову фізику, де й залишився, отримавши (разом із Ейнштейном та Геделем) призначення до першого професорсько-викладацького складу Інституту перспективних досліджень.¹⁷⁴

Фон Нейман та Тюрінг, які зустрілися в Принстоні, увійдуть в історію як пара видатних теоретиків комп'ютерної техніки загального призначення, але за характером та темпераментом вони були абсолютними

протилежностями. Тюрінг вів спартанський спосіб життя, жив у пансіонах та хостелах і в цілому тримався осібно; фон Нейман був елегантним бонвіваном*, який раз чи двічі на тиждень разом із дружиною влаштував у їхньому величезному принстонському будинку галасливі вечірки. Тюрінг був бігуном на довгі дистанції; у світі було мало таких речей, які ніколи не спадали на думку фон Нейману, але біг на довгі (ба навіть на короткі) дистанції точно був однією з них. «У одязі та звичках він був схильний до недбальства», — одного разу висловилося про сина Тюрінгова мати. На протигагу йому, фон Нейман майже весь час, навіть у подорожі на віслюках Великим каньйоном, носив костюм-тройку. Навіть будучи студентом, він одягався настільки розкішно, що, подекуди, при першій зустрічі із ним математик Давід Гілберт поставив йому одне-єдине запитання: «Хто ваш кравець?».¹⁷⁵

На своїх вечірках фон Нейман любив розказувати жарти та декламувати пікантні лімерики** різними мовами та їв із таким апетитом, що його дружина казала, що він здатен порахувати все, крім калорій. Він кермував автомобілем відчайдушною та не завжди безаварійною імпульсивністю і захоплювався показними новими «Кадилаками». «Він купував новий принаймні раз на рік незалежно від того, розбив попередній чи ні», — писав історик науки Джордж Дайсон.¹⁷⁶

Під час роботи в Інституті наприкінці 1930-х років фон Нейман зацікавився способами математичного моделювання вибухових ударних хвиль. Це змусило його приєднатися 1943 року до Мангеттенського проекту і часто подорожувати до таємних лабораторій у Лос-Аламосі, штат Нью-Мексико, де розроблялась атомна зброя. Оскільки наявного урану-235 вистачало для побудови лише однієї бомби, вчені у Лос-Аламосі також намагалися створити бомбу, що використовувала б плутоній-239. Фон Нейман зосередився на способах побудови вибухової лінзи, яка стискала б плутонієве ядро бомби для досягнення в ньому критичної маси.^{***}

* Бонвіван — людина, яка живе весело й безтурботно. — *Прим. ред.*

** Жанр гумористичної поезії, що походить із Ірландії та Великої Британії. Це жартівливі епіграми на довільні теми, для яких характерні комічні або гротескні елементи, каламбури, гра слів. — *Прим. ред.*

*** Фон Нейман досяг успіху. Саме конструкцію з імпульсією плутонію було підірвано в ході першого випробування атомного вибухового пристрою — випробування «Трініті» — в липні 1945 року поблизу Аламогордо, штат Нью-Мексико, і саме її було використано в бомбі, скинутій на Нагасакі 9 квітня 1945 року, через три дні після скидання уранової бомби на Хіросиму. Ненавидячи як нацистів, так і підтримуваних Росією комуністів, фон Нейман став активним поборником атомної зброї. Він був присутній на випробуваннях «Трініті» та пізніших випробуваннях на атолі Бікіні у Тихому океані та стверджував, що тисяча смертей від радіації була прийнятною ціною за здобуту Сполученими Штатами ядерну перевагу. Через дванадцять років він помре від раку кісток та підшлункової залози, імовірно спричиненого радіаційним опроміненням під час вищезгаданих випробувань, у віці лише 53 років.

Оцінка імпульсивної концепції вимагала розв'язання купи рівнянь, які могли допомогти визначити інтенсивність потоку стисненого повітря чи інших речовин, утворених у результаті вибуху. Тож фон Нейман зайнявся дослідженням потенціалу високошвидкісних комп'ютерів.

Упродовж літа 1944 року ці пошуки привели його до Bell Labs, де він ознайомився із удосконаленими варіантами комплексного числового калькулятора Джорджа Штібіца. В останній модифікації було реалізовано інновацію, яка справила на нього особливе враження: перфострічка, з якої зчитувалися інструкції для кожної задачі, містила також дані, і все це поєднувалось в єдине ціле. До того ж він провів деякий час у Гарварді, намагаючись визначити, чи зможе Mark I Говарда Ейкена допомогти йому із розрахунками для бомби. Впродовж літа та осені того року він курсував потягом між Гарвардом, Принстоном, Bell Labs та Абердином, відіграючи роль такої собі ідейної бджілки, яка запиляла та перехресно живила різні команди поняттями, що роїлися в його голові, поки він носився туди-сюди. Як і Джон Моклі, який подорожував, збираючи ідеї для створення першого робочого електронного комп'ютера, фон Нейман мандрував, збираючи елементи та концепції, які стануть частинами комп'ютерної архітектури зі збережуваними програмами.

У Гарварді Грейс Гоппер та її товариш із програмування, Річард Блох, облаштували фон Нейману робоче місце у конференц-залі поряд із Mark I. Фон Нейман та Блох писали рівняння на дошці та «згодовували» їх машині, а Гоппер читала вголос видані машиною проміжні результати. Поки машина «обробляла числа», згадувала Гоппер, фон Нейман постійно вибігав із конференц-зали та прогнозував, якими будуть результати. «Я ніколи не зможу забути, як вони [з Блохом] вибігали із задньої кімнати, а потім кидалися назад і виписували все на дошку, а фон Нейман прогнозував, якими будуть результати, і в 99 % випадків його передбачення справджувалися із величезною точністю — неймовірно! — захопливо оповідала Гоппер. — Складалося враження, що він знає перебіг обчислень або відчуває його».¹⁷⁷

Фон Нейман вразив гарвардську команду своєю схильністю до співпраці. Він поглинав їхні ідеї, ставив деякі собі за заслугу, але також чітко дав зрозуміти, що ніхто не повинен претендувати на володіння жодною з концепцій одноосібно. Коли настав час писати доповідь про їхню роботу, фон Нейман наполіг, щоб першим ішло ім'я Блоха. «Я не вважаю, що заслуговав на це, правда; але вийшло саме так, тож я ціную це», — казав Блох.¹⁷⁸ Ейкен мав аналогічні погляди про обмін ідеями. «Не переймайтеся, що люди вкрадуть вашу ідею, — сказав він якось студенту. — Якщо вона оригінальна, вам доведеться запахати її їм у горлянки». Однак навіть його вразило і дещо схвилювало невимушене ставлення фон Неймана до визначення того, кому саме належить авторство ідеї. «Він обговорював концепції, абсолютно не переймаючись, звідки вони взялися», — казав Ейкен.¹⁷⁹

Проблема, з якою стикнувся фон Нейман у Гарварді, полягала в тому, що Mark I зі своїми електромеханічними перемикачами був страшенно повільним. На обрахунки його атомної бомби пішли б місяці. Хоча введення з паперової стрічки було корисним для перепрограмування комп'ютера, при кожному виклику підпрограми необхідно було вручну міняти бобіни. Фон Нейман переконався, що єдиним вирішенням проблеми було створення комп'ютера, який працював би на електронних швидкостях та міг зберігати і модифікувати програми у внутрішній пам'яті.

Отож, він мав усе необхідне, щоб стати частиною наступного великого прориву: розробки комп'ютера із зберезувальною пам'яттю. І зустріч, що відбулася на платформі залізничної станції Абердинського випробувального полігону наприкінці серпня 1944 року, була дійсно щасливим випадком.

Фон Нейман у Пенсильванському університеті

Так вийшло, що в Абердині на одній платформі з фон Нейманом опинився капітан Герман Голдстайн, армійський офіцер зв'язку взаємодії, який працював із Моклі та Екертом над ENIAC і також чекав на потяг на північ. Він ніколи не зустрічався з фон Нейманом, але відразу його впізнав. Голдстайн схилився перед блискучим інтелектом, тож захоплено відреагував на зустріч із справжньою зіркою світу математики. «І тоді я вельми безсоромно підійшов до цієї всесвітньо відомої постаті та завів розмову, — пригадував він. — На моє щастя, фон Нейман був привітною, дружньою людиною, яка робила все можливе, щоб люди з його оточення почувалися невимушено». Коли фон Нейман дізнався, чим саме займається Голдстайн, розмова пожвавішала. «Коли фон Нейман зрозумів, що я причетний до розробки електронного комп'ютера, здатного виконувати 333 множення за секунду, тон нашої розмови змінився із розслабленого і доброго на щось більш схоже до усного іспиту на здобуття докторського ступеня з математики».¹⁸⁰

Кілька днів по тому фон Нейман, скориставшись запрошенням Голдстайна, завітав до Пенсильванського університету, щоб подивитися на процес побудови ENIAC. Пресперу Екерту було цікаво зустрітися зі славним математиком, і він подумки вирішив провести тест, чи є фон Нейман «справжнім генієм»; тож він припустив, що його перше запитання стосуватиметься логічної структури машини. Коли фон Нейман одразу запитав саме про це, Екерт почав його поважати.¹⁸¹

Диференціальне рівняння, на розв'язання якого гарвардський Mark I витрачав близько вісімдесяти годин, ENIAC міг розв'язати менш ніж за годину. Це вразило фон Неймана. Проте перепрограмування ENIAC на виконання інших задач могло займати не одну годину, і коли справа дійшла до розв'язання набору різномірних задач, фон Нейман зрозумів, наскільки серйозним

був цей недолік. Упродовж 1944 року Моклі та Екерт билися над способами збереження програм всередині машини. Поява фон Неймана, переповненого ідеями з Гарварду, Bell Labs та звідусіль, де він бував, вивела розмірковування про комп'ютери зі збережуваними програмами на новий рівень.

Фон Нейман, ставши консультантом команди ENIAC, прощтовхував ідею, що комп'ютерна програма має зберігатися в тій же пам'яті, де і її дані. Це зробить програму легко змінюваною в процесі роботи. Його робота розпочалася першого тижня вересня 1944 року, коли Моклі та Екерт детально роз'яснили будову машини та поділилися думками про створення в її наступній модифікації «одного зберігального пристрою з адресним доступом до елементів», який слугуватиме пам'яттю для зберігання як даних, так і програмних інструкцій. Як висловився в написаному того тижня листі до свого армійського начальника Голдстайн, «ми пропонуємо централізований програмувальний пристрій, в якому стандартна програма зберігається в закодованій формі в тому ж запропонованому вище типі зберігальних пристроїв».¹⁸²

Серія зустрічей фон Неймана з командою ENIAC, зокрема чотири формальні засідання, які вони провели навесні 1945 року, набули такого великого значення, що їхні протоколи було видано під назвою «Зустрічі з фон Нейманом». Сновигаючи з боку в бік перед дошкою та керуючи обговоренням із застосуванням сократичного методу, він вибирав ідеї, уточнював їх та записував на дошку. «Він, наче професор, стояв перед аудиторією, радячись із нами, — згадувала Джин Дженнінгз. — Ми формулювали йому конкретну проблему, з якою зіткнулися, і весь час уважно стежили, щоб наші питання відображали саме фундаментальні, а не просто механічні проблеми, що поклали перед нами».¹⁸³

Фон Нейман був відкритим, проте його рівень інтелекту лякав. Коли він висловлював рішення, рідко хто сперечався. Проте Дженнінгз інколи це робила. Одного дня вона оскаржила одну з його думок, і присутні чоловіки обдарували її скептичними поглядами. Але фон Нейман зробив паузу, схилив голову набік, а тоді погодився з її зауваженням. Фон Нейман умів уважно слухати, а також оволодів чарівним мистецтвом вдавати покірність.¹⁸⁴ «У ньому вражає поєднувалися дуже обдарована людина, яка знає, що вона обдарована, та дуже скромна й така, яка соромиться представити свої ідеї іншим, — стверджувала Дженнінгз. — Він був дуже непосидючим та постійно ходив туди-сюди кімнатою, але коли викладав свої ідеї, складалося враження, що він просить вибачення за те, що не згоден із тобою чи що має кращу ідею».

Фон Нейману особливо успішно вдавалося розробляти фундаментальні принципи комп'ютерного програмування, яке залишалося погано дослідженим напрямом, мало розвиненим відтоді, як Ада Лавлейс за століття до того виписала кроки, за допомогою яких можна було змусити аналітичну

машину згенерувати числа Бернуллі. Він збагнув, що створення елегантного набору інструкцій вимагає як суворої логіки, так і точного вираження. «Він дуже ретельно пояснював, навіщо потрібна та чи інша інструкція або чому без тієї чи іншої інструкції можна обійтися, — розповідала Дженнінгз. — Саме тоді я вперше зрозуміла важливість кодів інструкцій, їх логічного обґрунтування та елементів, які повинен мати повний набір інструкцій». Це було проявом його ширшого таланту, а саме таланту докопуватися до суті нових ідей. «У фон Неймана було те, що я помітила і в інших геніїв, а саме здатність виділити з конкретної проблеми один ключовий момент, який є насправді важливим».¹⁸⁵

Фон Нейман збагнув, що вони не просто удосконалювали ENIAC для того, щоб його можна було швидше перепрограмувати. Значно важливішим було те, що вони реалізовували Адине бачення і створювали машину, здатну виконувати будь-яку логічну задачу над довільним набором символів. «Комп'ютер зі збережуваними програмами, запропонований Аланом Тюрінгом та реалізований Джоном фон Нейманом, зруйнував бар'єр між числами, які означають дії, та числами, які їх виконують, — писав Джордж Дайсон. — Наш всесвіт вже ніколи не буде таким, як раніше».¹⁸⁶

Крім того, фон Нейман швидше за інших своїх колег збагнув, наскільки важливим атрибутом є сумісне зберігання даних та програмних інструкцій у тій самій збережувальній пам'яті. Пам'ять могла зазнати затирання (зараз ми називаємо таку пам'ять пам'яттю типу читання-запис). Це означало, що збережувані програмні інструкції можуть змінюватися не лише в кінці роботи програми, а будь-якої миті в процесі її виконання. Комп'ютер міг змінювати власну програму залежно від одержуваних результатів. Для сприяння цьому фон Нейман придумав змінноадресну програмну мову, яка давала змогу легко змінювати інструкції в процесі роботи програми.¹⁸⁷

Команда Пенсильванського університету запропонувала Сухопутним військам побудувати новий удосконалений ENIAC відповідно до цих принципів. Він мав бути двійковим, а не десятковим, повинен був використовувати як пам'ять ртутні лінії затримки та містити в собі більшість, хоча й не всі, елементи того, що згодом назвуть «фон-нейманівською архітектурою». В оригінальному проекті, представленому Сухопутним військам, ця нова машина називалася *Electronic Discrete Variable Automatic Calculator*» (Електронний дискретнозмінний автоматичний калькулятор). Проте з часом команда стала дедалі частіше називати його *комп'ютером*, оскільки він був здатен на значно більше, ніж прості обрахунки, хоча це було не так і важливо. Усі називали його просто: EDVAC.

Упродовж наступних років на патентних судових процесах та конференціях, на сторінках книжок та у схильних заперечувати одна одну історичних

статтях точилися суперечки про те, кому належать основні заслуги у продукуванні ідей, розвинутих у 1944-му та на початку 1945 року і втілених у комп'ютері зі збережуваними програмами. Скажімо, вищенаведена оповідь приписує Екерту та Моклі основну частку авторства створення концепції збережуваної програми, а фон Нейману — головну роль в усвідомленні важливості здатності комп'ютера змінювати збережену в ньому програму в процесі її виконання та у створенні змінноадресної програмувальної функціональності для полегшення цього. Але значно важливішим за визначення походження ідей є наголошення на тому, що інновація, зроблена у Пенсильванському університеті, є ще одним прикладом спільної творчості. Фон Нейман, Екерт, Моклі, Голдстайн, Дженнінгз та інші науковці спільно билися над ідеями, використовуючи інформацію, отриману від інженерів, експертів із електроніки, матеріалознавців та програмістів.

Більшість із нас брали участь у групових сеансах мозкового штурму, результатом яких ставали творчі ідеї. Навіть лише через кілька днів спогади учасників можуть розходитися про те, хто що запропонував першим, і ми розуміємо, що ідеї формуються радше в ході ітеративної взаємодії в рамках групи, ніж у вигляді вкидання окремим членом групи цілком оригінальної концепції. Іскри виникають від тертя ідей одна об одну, а не як грім серед ясного неба. Саме так все відбувалося в Bell Labs, Лос-Аламосі, Блечлі-Парку та Пенсильванському університеті. Однією із дуже сильних сторін фон Неймана був його талант до ролі імпресарію цього спільного творчого процесу — того, хто запитує, слухає, делікатно висуває гіпотези, артикулює та зіставляє.

Схильність фон Неймана до збирання та зіставлення ідей і його байдужість до точного визначення, звідки саме вони надійшли, була корисною тим, що сіяла та живила концепції, які стали частиною EDVAC. Але інколи це дратувало тих, хто більше переймався отриманням заслуженої шани або навіть прав на інтелектуальну власність. Якось він проголосив, що авторство ідей, обговорених у групі, встановити неможливо. Подейкують, що, почувши це, Екерт сказав: «Серйозно?».¹⁸⁸

Переваги та недоліки підходу фон Неймана яскраво проявилися в червні 1945 року. Після десяти місяців метушні навколо роботи, що виконувалася у Пенсильванському університеті, він запропонував узагальнити їхні дискусії на папері. Саме цим він і зайнявся упродовж довгої подорожі поїздом до Лос-Аламоса.

У рукописному звіті, який він надіслав поштою Голдстайну до Пенсильванського університету, фон Нейман у математично найдрібніших подробицях описав структуру та логічне керування запропонованого комп'ютера зі збережуваними програмами та чому «привабливо сприймати усю пам'ять як єдиний орган». Коли Екерт запитав, чому фон Нейман, судячи з усього, готує статтю на підставі ідей, які допомагали розвивати інші, Голдстайн



Джон фон Нейман (1903–1957),
1954 р.



Джин Дженнінгз та Френсіс Білас
біля ENIAC



Преспер Екерт (у центрі) та Волтер Кронкайт з CBS (праворуч) вивчають зроблений UNIVAC прогноз результатів президентських виборів 1952 р.

заспокоїв його: «Він просто намагається прояснити усе це для себе, і робить це, пишучи мені листи, щоб ми могли відповісти і виправити його, якщо він щось не так розуміє».¹⁸⁹

Фон Нейман лишив порожні місця для вставки посилань на праці інших людей, і в його тексті жодного разу не вживалася аббревіатура EDVAC. Але коли Голдстайн набрав статтю (її обсяг становив 101 сторінку), він зазначив єдиного автора — Джона фон Неймана. На титульному аркуші було написано «Перший чорновий варіант звіту про EDVAC авторства Джона фон Неймана». За допомогою мімеографа Голдстайн виготовив двадцять чотири копії, які розповсюдив наприкінці червня 1945 року.¹⁹⁰

«Чорновий звіт» був неймовірно корисним документом і ще принаймні десятиліття служив настановою з розробки наступних комп'ютерів. У рішенні фон Неймана написати цей звіт та дозволити Голдстайну його поширити проявилася відкритість академічно-орієнтованих вчених, особливо математиків, які прагнули до публікації та поширення своїх здобутків, а не намагалися оформити їх як інтелектуальну власність. «Безумовно, я прагну зробити все від мене залежне, щоб зберегти якомога більшу частину цієї галузі в загальному надбанні (з патентної точки зору)», — пояснював фон Нейман колезі. Пізніше він стверджував, що під час написання звіту мав на меті два завдання: «посприяти проясненню та координації мислення групи, яка працювала над EDVAC» та «розвинути мистецтво побудови високошвидкісних комп'ютерів». Він наполягав на тому, що ніколи не претендував на володіння хоч якоюсь із концепцій і ніколи не подавав заявок на їх патентування.¹⁹¹

Екерт та Моклі дивилися на це інакше. «Знаєте, врешті-решт ми почали ставитися до фон Неймана як до торговця чужими ідеями, чийм основним місіонером-комівояжером був Голдстайн, — говорив пізніше Екерт. — Фон Нейман крав ідеї та намагався подати все так, буцімто роботу, виконану в Мурівській школі [при Пенсильванському університеті], зробив він».¹⁹² Із ним погоджувалася Джин Дженнінгз, яка пізніше нарікала, що Голдстайн «з ентузіазмом підтримував необґрунтовані претензії фон Неймана та зрештою допоміг тому вкрасти працю Екерта, Моклі та інших науковців із групи у Мурівській школі».¹⁹³

Особливо Моклі та Екерта, які намагалися запатентувати багато з концепцій, що лежали в основі ENIAC, а пізніше EDVAC, засмутило те, що поширення звіту фон Неймана з юридичної точки зору помістило ці концепції у загальне надбання. Коли Моклі та Екерт спробували запатентувати архітектуру комп'ютера із збережуваними програмами, то опинилися у глухому куті, оскільки (як зрештою постановили й армійські юристи, й суди) звіт фон Неймана вважався «попередньою публікацією» цих ідей.

Ці патентні суперечки були передвісниками гострого питання цифрової епохи: чи повинна інтелектуальна власність вільно поширюватися та за

можливості поміщатися до загального надбання та ставати загальнодоступними спільними благами?

Такий підхід, якого дотримувалися розробники інтернету та вебу, може стимулювати інновації внаслідок швидкого поширення та масового вдосконалення ідей. Чи треба захищати права на інтелектуальну власність, надаючи винахідникам можливість отримувати прибутки від запатентованих ідей та інновацій?

Цей шлях, яким здебільшого пішли індустрії апаратного забезпечення, електроніки та напівпровідників, може забезпечити фінансові стимули та капітальні інвестиції, що заохочують інновації і винагороджують ризик. Упродовж сімдесяти років, що минули відтоді, як фон Нейман, по суті, помістив свій «Чорновий звіт» про EDVAC до загального надбання, комп'ютерні технології, за деякими яскравими винятками, розвивалися передусім згідно з патентним підходом. 2011 року Apple та Google витратили на позови та патентні відрахування більше грошей, ніж на дослідження та розробку нових продуктів.¹⁹⁴

Публічна демонстрація ENIAC

Навіть під час роботи над EDVAC, команда з Пенсильванського університету продовжувала працювати над підготовкою до запуску його попередника, ENIAC. Він відбувся восени 1945 року.

На той момент війна вже закінчилася. Обраховувати артилерійські траєкторії було вже непотрібно, утім головне завдання ENIAC усе-таки було пов'язане зі зброєю. Таємне завдання надійшло з Лос-Аламоса, з лабораторії атомної зброї у штаті Нью-Мексико, де фізик-теоретик Едвард Теллер, родом із Угорщини, розробив проект водневої бомби, названої «Супер», в якій атомний пристрій на основі реакції розпаду використовувався для запуску реакції синтезу. Щоб визначити, як це працюватиме, вченим необхідно було обрахувати силу реакції в кожній наступній десятимільйонній частці секунди.

Завдання була суворо засекречене, але в жовтні до Пенсильванського університету надійшли велетенські рівняння, які мав розв'язати ENIAC. Щоб ввести дані, потрібно було використати майже мільйон перфокарт, і Дженнінгз із деякими її колегами викликали до кімнати ENIAC, щоб Голдстайн міг керувати процесом організації роботи. ENIAC розв'язав рівняння та показав у процесі роботи, що проект Теллера мав серйозний недолік.

Отримані ENIAC результати згодом використав математик та біженець із Польщі Станіслав Улам, який працював із Теллером (а також Клаусом Фуксом, котрий виявився російським шпигуном) над удосконаленням концепції водневої бомби так, щоб вона могла викликати потужну термоядерну реакцію.¹⁹⁵

До завершення роботи над цими секретними завданнями ENIAC тримали в таємниці. Його показали публіці лише 16 лютого 1946 року, коли Сухопутні війська та Пенсильванський інститут влаштували гала-презентацію, якій передували кілька закритих показів для преси.¹⁹⁶ Капітан Голдстайн вирішив, що центральним елементом презентації буде демонстрація обрахунку траєкторії метального снаряда.

Тож за два тижні до показу він запросив Джин Дженнінгз та Бетті Снайдер до свого помешкання і, поки Адель подавала чай, запитав їх, чи можуть вони за час, що залишився, запрограмувати ENIAC на виконання цієї задачі. «Звісно, можемо!» — пообіцяла Дженнінгз. Вона була в захваті. Це була можливість безпосередньо попрацювати з машиною, що траплялося вкрай рідко.¹⁹⁷ Вони приступили до роботи, підключаючи шини пам'яті до потрібних блоків та готуючи програмні панелі.

Чоловіки розуміли, що успіх демонстрації залежить від цих двох жінок. Яюсь у суботу Моклі зайшов до них із пляшкою абрикосового бренді, щоб підбадьорити. «Було дуже смачно, — пригадувала Дженнінгз. — Відтоді я завжди тримала у буфеті пляшку абрикосового бренді». Кілька днів по тому декан електротехнічної школи приніс їм паперовий пакет із пляшкою віскі. «Так тримати», — побажав він. Снайдер і Дженнінгз пили мало, але подарунки своє завдання виконали. «Ми переконалися, наскільки ця демонстрація була важливою», — казала Дженнінгз.¹⁹⁸

Ніч перед демонстрацією припадала на день Святого Валентина, але Снайдер та Дженнінгз, попри зазвичай активне особисте життя, не святкували. «Натомість ми сиділи з тією чудовою машиною, ENIAC, зайняті останніми корегуваннями та перевітками програми», — згадувала Дженнінгз. Вони зіткнулися з дивним глюком, причину якого ніяк не могли встановити: програма чудово працювала, видаючи дані про траєкторії артилерійських снарядів, але не розуміла, коли зупинятися. Програма продовжувала обчислювати траєкторію снаряда навіть після того, як той упав на землю, «так, наче цей гіпотетичний снаряд закопувався в землю з тією ж швидкістю, з якою летів небом, — описувала цю ситуацію Дженнінгз. — Ми розуміли, що якщо не вирішимо цю проблему, демонстрацію буде зіпсовано, а винахідникам та інженерам ENIAC буде дуже ніяково».¹⁹⁹

У переддень брифінгу для преси Дженнінгз та Снайдер працювали до пізньої ночі. Вони намагалися виправити помилку, але їм не вдалося. Вони здалися опівночі, коли Снайдер мала йти, щоб встигнути на останній потяг до передмістя, де вона мешкала.

Але, вже вмовившись у ліжку, Снайдер все зрозуміла: «Я прокинулася серед ночі, розмірковуючи, де була помилка... Я прийшла на роботу з самого ранку, приїхавши першим потягом, щоб подивитися на один провід». Проблема полягала в тому, що умова завершення циклу з післяумовою була

зсунута на один розряд. Вона перемкнула відповідний перемикач, і глюк було виправлено. «Уві сні Бетті могла логічно мислити краще, ніж більшість людей здатні наяву, — захоплювалася пізніше Дженнінгз. — Поки вона спала, її підсвідомість розплутала вузол, над яким безуспішно бився її свідомий розум».²⁰⁰

У ході демонстрації ENIAC зміг за п'ятнадцять секунд впоратися з набором обчислень траєкторій металевих снарядів, на який у обчислювачів-людей, навіть озброєних диференціальним аналізатором, пішло б кілька тижнів. Все було організовано дуже ефектно. Моклі та Екерт, як і личить гарним інноваторам, уміли влаштувати шоу. Кінчики радіоламп нагромаджуючих регістрів ENIAC, розташовані квадратами 10×10 , стирчали з отворів у передній панелі машини.

Але слабке світло неонових лампочок, що служили індикаторами, було ледь видно. Тож Екерт узяв м'ячики для пінг-понгу, розрізав їх навпіл, написав на них числа та помістив над лампами. Коли комп'ютер почав обробляти дані, освітлення в кімнаті вимкнули, і аудиторія із побожним тремтінням спостерігала за миготінням м'ячків для пінг-понгу — ефектний прийом, який відтоді часто використовуватиметься у кінофільмах та телесеріалах. «У міру обрахування траєкторії числа в накопичувачах збільшувалися, після чого передавалися з місця на місце, і світло спалахувало, наче вогники на вивісках у Лас-Вегасі, — розповідала Дженнінгз. — Ми зробили те, за що взялися. Ми запрограмували ENIAC».²⁰¹ Ця фраза варта того, щоб її повторити: вони запрограмували ENIAC.

Репортаж про демонстрацію ENIAC з'явився на першій шпальті New York Times під заголовком «Електронний комп'ютер видає відповіді та може пришвидшити інженерні розрахунки» (Electronic Computer Flashes Answers, May Speed Engineering). Стаття починалася так: «Сьогодні ввечері Військове міністерство презентувало один із найбільших секретів війни: неймовірну машину, яка вперше застосовує електронні швидкості до математичних задач, розв'язання яких досі було надскладним та занадто громіздким».²⁰² Репортаж продовжувався всередині газети, де займав цілу шпальту; його доповнювали фотографії Моклі, Екерта та ENIAC, який займав усю кімнату. Моклі проголошував, що ця машина дозволить точніше прогнозувати погоду (його давнє захоплення), розробляти кращі літаки та «снаряди, що літають із надзвуковими швидкостями». Репортаж агентства Associated Press презентував ще амбітніше бачення, адже проголошував, що «цей робот відкрив усім математичний шлях до кращого життя».²⁰³ Моклі навіть навів приклад «кращого життя», переконуючи всіх, що одного дня комп'ютери допоможуть знизити вартість буханця хліба. Він не пояснив, як саме це станеться, але зрештою цей та мільйони інших подібних варіантів зрештою втілилися в життя.

Пізніше Дженнінгз нарікала, у душі Ади Лавлейс, що багато газетних репортажів перебільшували можливості ENIAC, коли називали його «гігантським мозком» та натякали, що він міг мислити. «ENIAC у жодному разі не був мозком, — наполягала вона. — Він не міг думати, так само, як сучасні комп'ютери досі не вміють думати, але він міг надати людям більше даних для розмірковування».

Дженнінгз мала ще одну претензію, проте суто особисту: «Після демонстрації нас із Бетті проігнорували та забули. Ми почувалися так, наче виконували ролі у чудовому фільмі, який раптом взяв поганий касовий збір: впродовж двох тижнів ми працювали як собаки, щоб зробити щось по-справжньому захопливе, а потім нас викреслили зі сценарію». Того вечора у помпезному Гьюстон-холі Пенсильванського університету було влаштовано вечерю при свічках. Там було чимало наукових світил, високопоставлених військовиків; також були присутні більшість чоловіків, що працювали над ENIAC. Але Джин Дженнінгз та Бетті Снайдер, як і інших жінок-програмістів, там не було.²⁰⁴ «Нас із Бетті не запросили, — розповідала Дженнінгз, — і ми були приголомшені».²⁰⁵ Поки чоловіки та різні високопоставлені особи святкували, Дженнінгз та Снайдер самі поверталися додому холодної лютневої ночі.

Перші комп'ютери зі збережуваними програмами

Моклі та Екерт хотіли запатентувати те, що вони допомагали винайти, та отримувати з цього зиск, проте вони стикнулися з проблемами на рівні Пенсильванського університету, який тоді ще не мав чіткої політики розподілу прав на інтелектуальну власність. Їм дозволили подати заявки на патентування ENIAC, проте далі університет наполягав на одержанні безоплатних ліцензій, а також права субліцензувати всі аспекти розробки. Навіть більше, сторони не могли дійти згоди про належність прав на інновації, втілені у EDVAC. Суперечки були дуже заплутані, і результатом їх стало те, що наприкінці березня 1946 року Моклі та Екерт залишили Пенсильванський університет.²⁰⁶

У Філадельфії вони заснували компанію, яка згодом отримала назву Eckert-Mauchly Computer Corporation, та стали піонерами у перетворенні комп'ютерів із академічного на комерційний проект (1950 року їхня компанія разом із отриманими ними пізніше патентами стала частиною Remington Rand, яка згодом перетворилася на Sperry Rand, а потім — на Unisys). Серед збудованих ними машин були UNIVAC, які придбали Бюро перепису населення та інші компанії, зокрема General Electric.

UNIVAC з його сяючими вогниками та Голлівудською аурую став відомим, коли телемережа CBS зробила його «учасником» своєї програми у ніч

виборів 1952 року. Волтер Кронкайт, юний ведучий прямого ефіру, організованого CBS*, сумнівався, що велетенська машина зможе скласти хоч яку-небудь конкуренцію експертним висновкам кореспондентів мережі, але погодився, що вона може стати потішним видовищем для глядачів. Моклі та Екерт залучили до справи статистика з Пенсильванського університету, і вони разом розробили програму, яка порівнювала перші результати з окремих виборчих дільниць із результатами попередніх виборів. До 20:30 за східноузбережним часом, задовго до закриття більшості виборчих дільниць країни, UNIVAC із впевненістю 100 до 1 передбачив легку перемогу Дуайта Ейзенгавера над Едлаєм Стівенсоном. Спочатку CBS приховав результат підрахунку UNIVAC; Кронкайт сказав аудиторії, що комп'ютер іще не отримав результат. Утім пізніше тієї ж ночі, коли результати підрахунку голосів підтвердили, що Ейзенгавер перемає із великим відривом, Кронкайт вивів в ефір кореспондента Чарльза Коллінгвуда, який визнав, що UNIVAC передбачив це ще ввечері, але CBS не озвучила результат. UNIVAC став зіркою та постійним учасником наступних ночей виборів.²⁰⁷

Екерт та Моклі не забули про важливу роль жінок-програмістів, які працювали із ними в Пенсильванському університеті, попри те, що тих не запросили на присвячену ENIAC урочисту вечерю. Вони взяли на роботу Бетті Снайдер, яка вже під чоловічим прізвищем Голбертон стала піонеркою програмування та допомагала розробляти мови COBOL та «Фортран», а також Джин Дженнінгз, яка вийшла заміж за інженера і стала Джин Дженнінгз Бартік. Моклі також хотів найняти Кей Макналті, але після того, як його дружина потонула внаслідок нещасного випадку, він запропонував Кей одружитися. У них народилося п'ятеро дітей. Кей Макналті допомагала розробляти програмне забезпечення для UNIVAC.

Моклі також узяв на роботу старійшину всіх жінок-програмістів, Грейс Гоппер. «Він дозволяв людям пробувати, — відповіла Гоппер, коли її запитали, чому вона дозволила йому переконати себе приєднатися до корпорації Eckert-Mauchly. — Він захоплювався інноваціями».²⁰⁸ До 1952 року вона створила перший у світі функціональний компілятор, відомий як «система А-О», який перекладав символічний математичний код машинною мовою і тим самим полегшував написання програм звичайними людьми.

Як і личить члену команди корабля, Гоппер цінувала стиль співпраці під гаслом «гуртом і батька легше бити» і сприяла виникненню методу інновацій на основі відкритого коду, розсилаючи початкові версії компілятора своїм друзям та знайомим із програмістського світу з проханням його удосконалити. Аналогічний відкритий процес розробки вона застосувала, коли

* Американська телерадіомережа, назва якої походить від Columbia Broadcasting System — попередньої юридичної назви компанії, що діяла в США з 1928 року. — Прим. ред.

працювала технічним керівником із координації створення COBOL, першої кросплатформної стандартизованої комп'ютерної мови для розробки бізнес-застосувань.²⁰⁹ Її інстинктивне відчуття, що програмування має бути машинно-незалежним, було відображенням переваги, яку вона надавала колегіальності; вона вважала, що навіть машини повинні вмти гарно співпрацювати. Воно також свідчить про те, що жінка вже тоді розуміла визначальний факт комп'ютерної ери: що апаратне забезпечення стане предметом широкого вжитку і що справжньою цінністю будуть саме *програми*. До виходу на сцену Білла Гейтса це міркування залишалось недосяжним для більшості чоловіків.*

Фон Нейман зневажливо поставився до меркантильного підходу Eckert-Mauchly. «Екерт та Моклі — це комерційна група з комерційною патентною політикою, — жалівся він друзіві. — З ними не можна прямо чи опосередковано працювати в такій же відкритій манері, як із академічною групою».²¹⁰ Утім, попри всю свою праведність, фон Нейман не цурався заробляти гроші своїми ідеями. 1945 року він уклав персональний контракт із ІВМ на надання консультаційних послуг, за яким усі права на його майбутні винаходи відходили цій компанії. Це була абсолютно правочинна угода. Проте вона розлютила Екерта та Моклі. «Він продав наші ідеї ІВМ через чорний хід, — обурювався Екерт. — Він виявився лицеміром, говорив одне, а зробив інше. Не можна було йому довіряти».²¹¹

Після того, як Моклі з Екертом залишили Пенсильванський університет, той швидко перестав бути центром інновацій. Фон Нейман також пішов звідти, повернувшись до Інституту прогресивних досліджень у Принстоні. Він забрав із собою Германа та Адель Голдстайнів, а також ключових інженерів, таких як Артур Бьоркс. «Можливо, інститути, як і люди, можуть втомлюватися», — пізніше прокоментував занепад Пенсильванського університету як епіцентру комп'ютерних розробок Герман Голдстайн.²¹² Комп'ютери вважалися інструментом, а не об'єктом наукового вивчення. Мало хто з професорсько-викладацького складу університету усвідомлював, що комп'ютерні науки переростуть у академічну дисципліну, важливішу навіть за електротехніку.

Попри ці події, Пенсильванський університет відіграв ще одну ключову роль у розвитку комп'ютерів. У липні 1946 року більшість експертів у цій

* 1967 року 60-річну Гоппер призвали з запасу на службу до ВМС. Їй доручили стандартизувати використання там мови COBOL та здійснити валідацію COBOL-компіляторів. Окремим рішенням Конгресу жінці дозволили продовжити службу і після досягнення пенсійного віку. Гоппер дослужилася до звання контр-адмірала та зрештою пішла у відставку у серпні 1986 року, коли їй виповнилося 79 років. На той час вона була найстарішим діючим офіцером ВМС.

галузі, в тому числі фон Нейман, Голдстайн, Екерт, Моклі та інші учасники суперечок, повернулися сюди для участі в семінарах за назвою «Лекції у Мурівській школі», які дадуть поштовх всебічному поширенню їхніх знань про комп'ютерну техніку. Цю восьмитижневу конференцію відвідали Говард Ейкен, Джордж Штібіц, Дуглас Хартрі з Манчестерського університету та Моріс Вілкс із Кембриджу. Головною темою була важливість використання архітектури зі збережуваними програмами для втілення в життя Тюрінгового бачення комп'ютерів як універсальних машин. Як наслідок, конструкторські ідеї, спільно розроблені Моклі, Екертом, фон Нейманом та іншими науковцями у Пенсильванському університеті, стали основою для створення більшості майбутніх комп'ютерів.

Почесне звання перших комп'ютерів зі збережуваними програмами розділили два комп'ютери, майже одночасно завершені влітку 1948 року. Один був удосконаленою моделлю оригінального ENIAC. Фон Нейман та Голдстайн разом із інженерами Ніком Метрополісом та Річардом Кліппінгером придумали спосіб використання трьох функціональних таблиць ENIAC для зберігання рудиментарного набору інструкцій.²¹³ Ці функціональні таблиці використовувалися для зберігання даних про лобовий опір артилерійського снаряда, але оскільки машина більше не застосовувалася для обчислення траєкторних таблиць, цей обсяг пам'яті можна було використати для інших потреб. Знов безпосередньо програмуванням займалися переважно жінки: Адель Голдстайн, Клара фон Нейман та Джин Дженнінгз Бартік. «Ще одного разу я працювала із Адель, коли ми разом з іншими розробляли початкову версію коду, необхідного для перетворення ENIAC на комп'ютер зі збережуваними програмами, використовуючи функціональні таблиці для зберігання закодованих інструкцій», — пригадувала Бартік.²¹⁴

Цей переналаштований ENIAC, зданий в експлуатацію у квітні 1948 року, мав пам'ять типу «лише для читання», що означало, що змінювати програми в процесі роботи було надзвичайно складно. Крім того, його пам'ять на основі ртутних ліній затримки була занадто повільна та вимагала дуже точного монтажу. Невелика машина, створена в Манчестерському університеті в Англії, яку спершу конструювали як комп'ютер зі збережуваними програмами, не мала обох цих недоліків. Її назвали «Манчестерське дитя» та здали в експлуатацію в червні 1948 року.

Манчестерською обчислювальною лабораторією завідував Макс Ньюман, наставник Тюрінга, а основну частину роботи зі створення нового комп'ютера виконали Фредерік Колленд Вільямс та Томас Кілбьорн. Вільямс винайшов механізм зберігання даних на основі електронно-променевих трубок, що робило цю машину швидшою та простішою за ті, в яких використовувалися ртутні лінії затримки. Вона працювала настільки якісно, що

дала поштовх до створення ще потужнішого манчестерського Mark I, зданого в експлуатацію у квітні 1949 року, а також ESDAC, завершеного Морісом Вілксом і його командою у Кембриджі у травні того ж року.²¹⁵

Поки ці машини лише розроблялися, свій комп'ютер зі збережуваними програмами намагався створити і Тюрінг. Після того, як він залишив Блечлі-Парк, він приєднався до Національної фізичної лабораторії, престижного лондонського інституту, де розробив комп'ютер, названий на честь двох машин Беббіджа автоматичною обчислювальною машиною (AOM). Але роботи над AOM просувалися уривчасто. Станом на 1948 рік Тюрінг був ситий по саме горло таким графіком та роздратований незацікавленістю колег у розширенні меж машинного навчання та штучного інтелекту, тож перебрався до Макса Ньюмана у Манчестер.²¹⁶

Так само 1946 року за розробку комп'ютера зі збережуваними програмами, не встигнувши до пуття влаштуватися у принстонському Інституті прогресивних досліджень, узявся фон Нейман; хроніка цього проекту викладена у книзі Джорджа Дайсона «Собор Тюрінга». Директор Інституту, Френк Ейделот, та його найвпливовіша довірена особа з професорсько-викладацького складу, Освальд Веблен, були непохитними прибічниками проекту, відомого як ПД-машини. Вони відкидали критику з боку інших членів професорсько-викладацького складу, що побудова цієї машини зведе нанівець місію закладу, який мав бути осередком теоретичного мислення. «Він відверто вразив, навіть нажахав, деяких своїх колег-математиків, людей великої абстрактної ерудиції, коли відкрито заявив про свою зацікавленість іншими математичними інструментами, ніж дошка з крейдою чи олівець із аркушем паперу, — згадувала дружина фон Неймана, Клара. — Його пропозицію збудувати під священним куполом Інституту електронну обчислювальну машину зустріли, м'яко кажучи, без овацій».²¹⁷

Членам команди фон Неймана відвели приміщення, яким мав користуватися секретар логіка Курта Геделя, але яке було йому непотрібне. У 1946 році вони опублікували докладні статті про свою розробку, які відправили до Бібліотеки Конгресу та Патентного відомства США, але додали до них не заявки на патенти, а письмові згоди під присягою, в яких стверджували, що хочуть, щоб їхня робота стала загальним надбанням.

Їхню машину було введено в експлуатацію 1952 року, але після того, як фон Нейман поїхав до Вашингтона, щоб приєднатися до Комісії з атомної енергії, її поступово законсервували. «Розпад нашої комп'ютерної групи був катастрофою не лише для Принстона, але й для науки загалом, — говорив фізик Фрімен Дайсон, член Інституту і батько Джорджа Дайсона. — Він призвів до того, що в той критичний період у 1950-х роках не існувало академічного центру, де комп'ютерники всіх мастей могли б зустрічатися на найвищому інтелектуальному рівні».²¹⁸ Натомість, починаючи з 1950-х років,

інновації в комп'ютерній техніці змістилися у корпоративний сектор, очолюваний такими компаніями, як Ferranti, IBM, Remington Rand та Honeywell.

Це зміщення повертає нас до питання патентного захисту. Якби фон Нейман та його команда продовжили продукувати інновації та передавали їх у загальне надбання, чи призвела б така відкрито кодова модель розвитку до пришвидшення розвитку комп'ютерів? Чи все-таки ринкова конкуренція та фінансові винагороди за створення інтелектуальної власності краще стимулюють інновації? Якщо говорити про інтернет, веб та деякі форми програмного забезпечення, то відкрита модель працює краще. А якщо йдеться про апаратне забезпечення на зразок комп'ютерів та мікročіпів, то саме система патентування стимулювала інноваційний ривок 1950-х. Причиною настільки вражаючого ефекту від застосування системи патентування, передусім у випадку комп'ютерів, є те, що великі індустріальні організації, яким було необхідно збільшити обіговий капітал, найкраще справлялися з дослідженнями, розробкою, виготовленням та маркетингом таких машин. Крім того, до середини 1990-х років апаратне забезпечення було простіше захистити патентом, ніж програмне забезпечення.* Проте у патентного захисту інновацій у апаратному забезпеченні був свій недолік: система патентування породила компанії, які займали настільки міцні та оборонні позиції, що проспала революцію, викликану на початку 1970-х років персональними комп'ютерами.

Чи можуть машини мислити?

Розмірковуючи про розвиток комп'ютерів зі збережуваними програмами, Алан Тюрінг звернув увагу на твердження, яке ще сто років тому сформулювала Ада Лавлейс у останній частині «Приміток» до аналітичної машини Беббіджа: машини не здатні по-справжньому *мислити*. Тюрінг замислився над питанням: якщо машина зможе змінювати свою програму, відштовхуючись від обробленої нею інформації, чи можна це вважати формою навчання? Чи може це призвести до появи штучного інтелекту?

* Конституція США надає Конгресу право «сприяти розвитку науки і корисних мистецтв, забезпечуючи на певний час авторам і винахідникам виняткове право на їхні твори і винаходи». Упродовж 1970-х років Відомство США з патентів та торгових знаків зазвичай не видавало патентів на інновації, чияю єдиною відмінністю від наявної технології було використання нового програмного алгоритму. У 1980-х роках ситуація заплуталася через суперечливі рішення Апеляційного суду та Верховного суду. Політика змінилася в середині 1990-х років, коли Окружний суд округу Колумбія ухвалив низку рішень, що допускали патентування програмного забезпечення, яке дає «корисний, конкретний та осяжний результат», а президент Білл Клінтон призначив головою Патентного відомства людину, яка була головним лобістом індустрії видання програмного забезпечення.

Питання, пов'язані зі штучним інтелектом, сягають корінням у глибоку давнину.

Те саме стосується питань, пов'язаних із людською свідомістю. Як і у випадку більшості подібних питань, їхнім сучасним формулюванням ми зобов'язані Декарту. У своїй роботі 1637 року «Розмірковування про метод» (Discourse on the Method), яка містить його відомий вислів «Я думаю, отже, я існую», Декарт писав:

Якби існували машини, що були б зовні схожими на наші тіла та імітували б наші дії настільки точно, наскільки це взагалі можливо, ми все одно мали б до своїх послуг два дуже достовірні способи розпізнати, що вони не є справжніми людьми. Перший полягає в тому, що ...немислимо, щоб така машина розставила слова так, щоб дати змістовну відповідь на що завгодно сказане за її присутності, на що здатні навіть найбільш нетямущі з людей. По-друге, навіть якщо якісь машини зможуть робити щось так само вправно, як це робимо ми, або навіть краще за нас, вони неминуче зазнають невдачі у чомусь іншому, тим самим виказавши, що діють без розуміння.

Тюрінга давно цікавили способи, за допомогою яких комп'ютери могли б відтворити механізм роботи людського мозку, і його робота над машинами, що розшифровували закодовану мову, цю цікавість лише посилила. На початку 1943 року, саме тоді, коли розроблявся «Колос», Тюрінга відправили на інший бік Атлантичного океану, до Bell Laboratories у Нижньому Мангеттені, де він консультувався з групою, що працювала над електронним шифруванням голосу — технологією, за допомогою якої можна було в електронному вигляді зашифрувати та розшифрувати телефонні розмови.

Там він зустрівся із яскравим генієм Клодом Шенноном, колишнім студентом МІТ, який 1937 року написав основоположну магістерську дисертацію, в якій було показано, як електронні схеми могли виконувати операції булевої алгебри, що представляла логічні вислови у вигляді рівнянь. Шеннон та Тюрінг почали зустрічатися за чаюванням та тривалими пообідніми бесідами. Обоє цікавила наука про мозок, і вони збагнули, що їхні надруковані 1937 року статті мали певну спільну фундаментальну рису: вони показували, як машина, що працює із простими двійковими інструкціями, може розв'язувати не лише математичні, а й логічні задачі. А оскільки логіка лежить в основі міркувань, які здійснює людський мозок, то машина, теоретично, могла б імітувати людський розум.

«Шеннон хоче вводити [у машину] не просто дані, а культурні явища! — одного дня за обідом сказав Тюрінг колегам із Bell Labs. — Він хоче грати музику до неї!» На іншому обіді в ідальні Bell Labs Тюрінг своїм високим голосом, який чули усі керівники у приміщенні, розмірковував: «Ні, мене не цікавить розробка потужного мозку. Моя мета — лишень посередній мозок,

щось на зразок мозку президента Американської телефонної та телеграфної компанії [AT&T]». ²¹⁹

Коли у квітні 1943 року Тюрінг повернувся до Блечлі-Парку, він потоваришував із колегою на ім'я Дональд Мічі, і вони провели багато вечорів, граючи в шахи у пабі неподалік. У ході обговорення можливості створення комп'ютера, який умів би грати в шахи, Тюрінг підійшов до цієї проблеми, розмірковуючи не про способи використання грубої обчислювальної потужності для обрахунку всіх можливих ходів, а натомість зосередився на можливості того, що машина може *навчитися* грати в шахи шляхом багаторазової практики. Іншими словами, вона була б здатна пробувати нові гамбіти та відшліфовувати свою стратегію із кожним виграшем чи програшем. Якби цей підхід виявився успішним, це був би фундаментальний стрибок, що вразив би Аду Лавлейс: було б доведено, що машини здатні на більше, ніж просто виконувати надані людьми конкретні інструкції; вони здатні навчатися на досвіді та відшліфовувати свої інструкції.

«Кажуть, що обчислювальні машини здатні лишень виконувати те, що їх проінструктували робити, — пояснював Тюрінг у промові до Лондонського математичного товариства в лютому 1947 року. — Але чи означає це, що їх неодмінно треба використовувати лише у такий спосіб?» Далі він обговорив значення нових комп'ютерів зі збережуваними програмами, здатних змінювати власні таблиці інструкцій. «Це було б подібно до учня, який багато чого навчився у вчителя, але додав до цього значно більше за рахунок власної праці. Коли таке станеться, то, на мою думку, ми будемо змушені визнати, що така машина демонструє інтелект». ²²⁰

Коли він завершив промову, слухачі ще певний час сиділи мовчки, приголомшені Тюрінговими твердженнями. Так само його колег із Національної фізичної лабораторії бентежила його одержимість побудовою мислячих машин. Директор Національної фізичної лабораторії, сер Чарльз Дарвін (онук того самого видатного біолога-еволюціоніста), 1947 року писав своїм керівникам, що Тюрінг «хоче розширити свою роботу над машиною ще далі у бік біології» та відповісти на запитання: «Чи можна побудувати машину, здатну навчатися на власному досвіді?». ²²¹

На той час нечувана досі фантазія Тюрінга про те, що одного дня машини зможуть навчитися мислити, як люди, викликала шалені заперечення і викликає їх і досі. Серед них були очікувані релігійні заперечення, а також заперечення, емоційні як за формою, так і за змістом. «Лише тоді, коли машина зможе написати сонет чи створити концерт завдяки пережитим думкам та емоціям, а не випадковому випадінню символів, ми зможемо погодитися, що вона рівня мозку» — проголосив видатний нейрохірург сер Джеффрі Джефферсон у своїй промові з нагоди вручення йому Лістерівської медалі 1949 року. ²²² Відповідь Тюрінга кореспонденту лондонської газети Times

звучала дещо зухвало, але була вельми вишуканою: «Гадаю, таке порівняння трохи нечесне, оскільки сонет, написаний машиною, доречніше буде попросити оцінити іншу машину».²²³

Так були закладені підвалини другої основоположної праці Тюрінга «Обчислювальні машини та інтелект» (Computing Machinery and Intelligence), опублікованої в журналі *Mind* у жовтні 1950 року.²²⁴ У ній він розробив те, що стало відомим під назвою «тест Тюрінга». Науковець почав із чіткого проголошення: «Пропоную розглянути питання: „Чи здатні машини мислити?“». Далі як дитячу розвагу він винайшов гру — в яку, до речі, досі грають і яку досі обговорюють, — котра мала надати цьому питанню емпіричного значення. Він запропонував суто операційне визначення штучного інтелекту: якщо відповідь машини неможливо відрізнити від відповіді людського мозку, в нас немає вагомих причин продовжувати наполягати, що така машина не «мислить».

Тест Тюрінга, який він називав «імітаційною грою», дуже простий: допитувач надсилає у письмовому вигляді питання людині та машині, які перебувають у іншій кімнаті, та намагається за їхніми відповідями встановити, хто з його співбесідників є людиною. Як приклад такого розпитування він навів такий діалог:

Питання. Будь ласка, напишіть мені сонет, присвячений мосту через Форт.

Відповідь. Здаюся. Ніколи не вмів писати вірші.

Питання. Додайте 34 957 та 70 764.

Відповідь (після приблизно 30-секундної паузи). 105 621.

Питання. Ви граєте в шахи?

Відповідь. Так.

Питання. У мене є король, що стоїть на e1. Більше фігур у мене немає. У вас лише король на e3 та тура на h8. Ваш хід. Як ви походите?

Відповідь (після 15-секундної паузи). Тура на h1, мат.

У цьому прикладі діалогу Тюрінг зробив відразу кілька речей. Ретельна перевірка показує, що респондент після 30-секундного обмірковування дещо помилився у додаванні (правильною була б відповідь 105 721). Чи доводить це, що респондент — людина? Можливо. Але, знов-таки, це могла бути машина, що хитро видає себе за людину. Тюрінг також нівелював заперечення Джефферсона про неспроможність машини написати сонет; вищенаведену відповідь могла дати людина, яка визнала свою неспроможність це зробити.

Далі в тій же статті Тюрінг навів ще одне уявне допитування, щоб продемонструвати проблематичність використання написання сонетів як критерію того, що перед вами людина:

Питання. Перший рядок вашого сонета звучить так: «Мов літня днина, молодість твоя».* Може, «весняна днина» також підійшло б? А може, так було б краще?

Відповідь. Це порушило б розмір.

Питання. А якщо «зимова днина»? Це не порушило б розмір.

Відповідь. Так, але ніхто не хоче, щоб його порівнювали із зимовим днем.

Питання. Чи могли б ви сказати, що містер Піквік нагадує вам про Різдво?

Відповідь. У певному сенсі.

Питання. Але Різдво — це якраз зимовий день, а я сумніваюсь, що містеру Піквіку не сподобалось би таке порівняння.

Відповідь. Не думаю, що ви це серйозно. Під словосполученням «зимова днина» мається на увазі типовий день узимку, а не особливий, на зразок Різдва.

Ідея Тюрінга полягала в тому, що однозначної відповіді, ким був цей респондент — людиною чи машиною, що вдає із себе людину, бути не може.

Тюрінг висловив власне припущення про спроможність комп'ютера виграти у цій імітаційній грі: «Я переконаний, що приблизно за п'ятдесят років можна буде запрограмувати комп'ютери... грати у цю імітаційну гру настільки добре, що середній доповідач матиме не більше 70-відсоткового шансу після п'ятихвилинного допитування правильно визначити, хто перед ним».

У своїй статті Тюрінг намагався спростувати відразу всі можливі заперечення проти його визначення мислення. Він у пух і прах розніс теологічне заперечення, що Господь Бог наділив душею та здатністю мислити винятково людей, стверджуючи, що «з цього випливає серйозне обмеження Господньої всемогутності». Він задумався над питанням, чи Бог «може наділити душею слона, якщо Він вважатиме це за потрібне?». Мабуть, що так. За тією ж логікою, яка в устах атеїстичного Тюрінга виглядала дещо сардонічно, Господь Бог напевне міг би наділити душею машину, якби Він цього захотів.

* Тюрінг наводить перший рядок із 18-го сонета Вільяма Шекспіра. Тут подається у перекладі Дмитра Павличка. — *Прим. ред.*

Найцікавішим запереченням, особливо для нашої оповіді, є те, яке Тюрінг приписував Аді Лавлейс. «Аналітична машина аж ніяк не претендує на *створення* чогось, — писала вона 1843 року. — Вона може робити все, що ми зможемо наказати їй зробити. Вона може діяти згідно з аналізом, але не здатна передбачити ніяких аналітичних відношень чи істин». Іншими словами, на відміну від людського розуму, механічний пристрій не може мати свободи волі чи проявляти власну ініціативу. Він може працювати лише згідно з закладеною програмою. У своїй статті, написаній 1950 року, Тюрінг присвятив тому, що він охрестив «запереченням леді Лавлейс», цілий розділ.

Його найдотепнішим контраргументом проти цього заперечення було твердження про те, що насправді машина може бути здатною *навчатися* і внаслідок цього перетворюватися на самостійного агента та отримувати здатність продукувати нові думки. «Чому б замість намагатися створити програму для симуляції розуму дорослого, не спробувати написати таку, що симулювала б розум дитини? — запитував він. — Якщо після цього провести для неї відповідний курс навчання, одержимо дорослий мозок». Він визнавав, що процес навчання машини відрізнятиметься від навчання дитини. «Скажімо, їй не зроблять ніг, тож її не можна буде попросити піти наповнити ящик для вугілля. Імовірно, вона не матиме очей... Якщо відправити це створіння до школи, інші діти його страшенно дражнитимуть». Отже, машини-дитя треба буде навчати в якийсь інший спосіб. Тюрінг запропонував систему батогів та пряників, яка навчить машину певні дії повторювати, а інших — уникати. Зрештою така машина зможе розвинути власні концепції прояснення ситуації для себе.

Але критики заперечували Тюрінгові: навіть якщо машина зможе імітувати мислення, вона не буде *по-справжньому* свідомою. Коли людина, яка грає у тест Тюрінга, вживає слова, вона пов'язує їх із реальними значеннями, емоціями, переживаннями, почуттями та чуттями. А машини — ні. Без таких зв'язків мова перетворюється на гру, відірвану від значення.

Це заперечення призвело до найвитривалішого виклику для тесту Тюрінга, описаного 1980 року філософом Джоном Серлем у своєму есеї. Він запропонував уявний експеримент за назвою «Китайська кімната», в якому носію англійської, який зовсім не знає китайської, дають вичерпний набір правил, які показують, як він має відповідати на довільну комбінацію китайських ієрогліфів за допомогою певної іншої комбінації китайських ієрогліфів. Якщо інструкції будуть достатньо вичерпними, людина матиме шанс переконати допитувача, що вона є носієм китайської. Проте вона не розумітиме жодної власної відповіді та не виявить жодної ініціативи. Говорячи словами Ади Лавлейс, вона абсолютно не претендуватиме на щось оригінальне, натомість виконуватиме лише ті дії, які їй наказали. Так само машина у Тюрінговій імітаційній грі може імітувати людську істоту як завгодно гарно, але вона ані

розумітиме, ані усвідомлюватиме те, що вона говорить. Отже, у твердженні, що ця машина «мислить», буде стільки ж сенсу, скільки у твердженні, що людина, яка діє згідно з товстелезною інструкцією, розуміє китайську.²²⁵

Одним із варіантів відповіді на заперечення Серля є твердження, що, навіть якщо сама людина насправді не розуміє китайської, уся вбудована у кімнату система загалом — людина (оброблювальний блок), інструкція (програма) та файли, наповнені китайськими ієрогліфами (дані) — насправді може розуміти китайську. Вичерпної відповіді немає. Та й справді, тест Тюрінга та його заперечення до сьогодні лишаються найдискусійнішою темою у когнітивістиці.

Складається враження, що упродовж декількох років після написання «Обчислювальних машин та інтелекту» Тюрінг насолоджувався спровокованою ним баталією. Він іронічно кепкував із претензій тих, хто продовжував баікати про сонети та величну свідомість. «Коли-небудь леді братимуть свої комп'ютери на прогулянки до парку та розповідатимуть одна одній: „Сьогодні зранку мій комп'ютерчик сказав таку смішну річ!“» — жартував він 1951 року. Як пізніше зазначав його вчитель Макс Ньюман, «його комічні, але неабияк доречні аналогії, за допомогою яких він пояснював свої ідеї, робили його чарівним співбесідником».²²⁶

Однією з тем, що раз по раз порушувалася в дискусіях за участю Тюрінга і яка незабаром отримує сумний резонанс, була роль відсутніх у машин сексуальних апетитів та емоційних бажань у людському мисленні. Публічний приклад стався у січні 1952 року в ході показаних ВВС по телебаченню дебатів між Тюрінгом та нейрохірургом сером Джеффері Джефферсоном, модераторами яких були Макс Ньюман та філософ Річард Брейтвейт. «Інтереси людини загалом визначаються її апетитами, бажаннями, поривами, інстинктами», — сказав Брейтвейт, який стверджував, що для створення по-справжньому мислячої машини «необхідно обладнати машину чимось схожим на набір апетитів». Ньюман втрутився в розмову, зазначивши, що машини «мають вельми обмежені апетити і не вміють червоніти, коли знічені». Джефферсон пішов іще глибше і неодноразово наводив як приклад «сексуальні потяги» та посилався на людські «емоції та інстинкти на зразок тих, що стосуються сексу». Людина — це жертва «сексуальних потягів», говорив він, і «тому може виставити себе дурнем». Він так багато говорив про вплив сексуальних апетитів на людське мислення, що редактори ВВС вирішили частину його висловів із телефіру, зокрема і його твердження, що він не повірить у здатність машини мислити, доки не побачить, як та торкається ніжки машини-жінки.²²⁷

Тюрінг, який досі приховував свою гомосексуальність, упродовж цієї частини дебатів мовчав. Впродовж декількох тижнів, що передували запису

програми 10 січня 1952 року, він здійснив низку дій, які були настільки людськими, що машина ніколи їх не зрозуміла б. Він саме закінчив писати наукову статтю, після чого написав оповідання про те, як збирався це відсвяткувати: «Він уже досить давно нікого не „мав“; якщо вже на те пішлося, то відтоді, як минулого літа зустрів того солдата в Парижі. Тепер, коли статтю було завершено, він міг із повним правом вважати, що заслужив на ще одного гея, і знав, де зможе знайти підхожого».²²⁸

На Оксфорд-стріт у Манчестері він відшукав 19-річного мандрівного робітника на ім'я Арнольд Мюррей та завів із ним стосунки. Повернувшись зі зйомок шоу на BBC, він запропонував Мюррею переселитися до нього. Одного вечора Тюрінг розповів юному Мюррею про свої фантазії, в яких він грав у шахи із мерзеним комп'ютером, якого переміг, змусивши того виявити злість, потім задоволення, а потім самовдоволення. Протягом наступних днів їхні стосунки продовжували розвиватися, аж доки одного вечора Тюрінг, повернувшись додому, не виявив, що його будинок пограбували. Злочинцем виявився товариш Мюррея. Коли Тюрінг повідомив про інцидент до поліції, йому, зрештою, довелося розповісти їм про свої сексуальні стосунки з Мюрреєм, і його заарештували за «грубу непристойність».²²⁹

На суді у березні 1952 року Тюрінг визнав провину, проте дав чітко зрозуміти, що ні в чому не розкаюється. Макса Ньюмана викликали до суду для надання свідчень стосовно моральності підсудного. Визнаному винним та позбавленому допуску до державної таємниці³⁰, Тюрінгу запропонували вибір між ув'язненням та випробним терміном, упродовж якого він мав проходити курс гормональної терапії шляхом ін'єкцій синтетичного естрогену, який мав вгамовувати його сексуальні потяги, так наче він був хімічно керованою машиною. Він обрав другий варіант, який зносив упродовж року.

На перший погляд Тюрінг сприймав усе це як належне, але 7 червня 1954 року він вчинив самогубство, вкусивши яблуко, яке змочив ціанідом. Його друзі зазначали, що його завжди зачаровувала сцена з мультфільму «Білосніжка та семеро гномів», в якій Зла Королева опускає яблуко у отруйне вариво. Його знайшли в ліжку із піною на губах та ціанідом у крові, а поруч із ним лежало напівз'їдене яблуко.

Хіба машина зробила б щось подібне?

* На Різдво 2013 року королева Єлизавета II офіційно посмертно помилувала Тюрінга.

ТРАНЗИСТОР

Винайдення комп'ютера запустило революцію не відразу. Перші комп'ютери, створені на основі великих, дорогих, недовговічних та дуже енергозатратних радіоламп, були надзвичайно дорогими велетнями, придбати які могли лише корпорації, дослідні інститути та військові організації. Натомість справжня цифрова епоха, тобто епоха, коли електронні пристрої стали невід'ємною частиною усіх аспектів нашого життя, народилася у Мюррей-Гіллі, штат Нью-Джерсі, по обіді у вівторок 16 грудня 1947 року. Того дня двом вченим із Bell Labs вдалося зібрати до купи крихітний пристрій, зроблений із кількох стрічок позолоченої фольги, шматочка напівпровідникової речовини та зігнутої канцелярської скріпки. Складена до купи потрібним чином, ця штука могла підсилювати електричний струм та вмикати й вимикати його. Транзистор, як незабаром охрестили цей пристрій, став для цифрової революції тим, чим для промислової революції став паровий двигун.

Пришестя транзисторів та подальші інновації, що дозволили викарбувати їх на крихітних мікросіпах мільйонами, означали, що в носових конусах ракетних кораблів, ноутбуках, калькуляторах та музичних плеєрах, що поміщаються в кишені, та ручних пристроях, здатних обмінюватися інформацією чи розвагами з будь-яким кутком чи точкою оплутаної Мережею планети, може приховуватися обчислювальна потужність багатьох тисяч ENIAC.

Як винахідники транзистора в історію увійдуть троє запальних та несамовитих колег, які одночасно доповнювали та конфліктували один із одним: спритний експериментатор Волтер Бреттейн, квантовий фізик-теоретик Джон Бардін та найзапальніший і найнесамовитіший із них, який трагічно закінчив свою діяльність, — експерт із фізики твердого тіла Вільям Шоклі.

Але в цій історії був ще один учасник, не менш, як на те пішлося, важливий, ніж будь-яка людина: компанія Bell Labs, де ці чоловіки працювали. Їхній транзистор з'явився завдяки суміші різноманітних талантів, а не творчим стрибкам окремих геніїв. Для створення транзистора необхідна була команда, в якій були б теоретики з інтуїтивним відчуттям квантових феноменів, матеріалознавці, котрі знали на випалюванні кремнію зі спеціальними домішками, та кмітливі експериментатори, хіміки-технологи, спеціалісти з виробництва та винахідливі майстри.

Bell Labs

1907 року Американська телефонна та телеграфна компанія (AT&T) переживала кризу. Термін дії патентів її засновника, Александра Грема Белла, закінчився, і їй, судячи з усього, загрожувала втрата майже цілковитої монополії на ринку телефонних послуг. Рада директорів компанії запросила назад колишнього президента Теодора Вайля, який вирішив вдихнути в компанію нове життя шляхом реалізації дуже амбітного завдання: побудувати систему, яка дозволила б телефонувати з Нью-Йорка до Сан-Франциско і навпаки. Цей виклик потребував поєднання інженерного мистецтва із суто науковими проривами. Використовуючи радіолампи та інші нові технології, AT&T побудувала ретранслятори та підсилювачі сигналу, і в січні 1915 року досягла поставленої мети. Історичний перший трансконтинентальний дзвінок, поряд із Вайлем та президентом Вудро Вільсоном, здійснив сам Белл, який повторив свої відомі слова тридцятидев'ятирічної давнини: «Містере Вотсоне, ходіть-но сюди, ви мені потрібні». Цього разу його колишній асистент Томас Вотсон, який перебував у Сан-Франциско, відповів: «У мене піде на це тиждень».²³⁰

Так було закладено основи нового промислового підприємства, згодом відомого як Bell Labs. Спершу воно розмішувалося на заході мангеттенського району Грінвіч-Віллідж, на березі річки Гудзон, і об'єднувало теоретиків, матеріалознавців, металургів, інженерів та навіть монтажників-висотників AT&T. Саме тут Джордж Штібіц розробив комп'ютер, що використовував електромагнітні реле, а Клод Шеннон працював над теорією інформації. Подібно до пізніших корпоративних дослідницьких філій на зразок Xerox PARC, Bell Labs продемонструвала, що якщо зібрати людей із різноманітними талантами до купи, найкраще в умовах тісної фізичної близькості, де вони можуть часто збиратися та випадково вдало натрапляти один на одного, можна запустити механізм стійкої інновації. Це було безумовною перевагою. Недоліком було те, що такі підприємства були великими бюрократіями під корпоративними каблуками; як і Xerox PARC, Bell Labs продемонструвала обмеження промислових підприємств за відсутності енергійних лідерів та бунтарів, здатних перетворити інновації на видатні продукти.

Відділ радіоламп компанії Bell Labs очолював енергійний міссурієць Мервін Келлі, який вивчився на металурга у Міссурійському училищі гірничої справи, а згодом у Чиказькому університеті під керівництвом Роберта Міллікена здобув ступінь доктора з фізики. Він зумів зробити радіолампи надійнішими, оскільки розробив систему водяного охолодження, але збагнув, що радіолампам ніколи не стати ефективним способом підсилення чи перемикання. 1936 року його підвищили до керівника науково-дослідними

роботами Bell Labs, і його першим пріоритетом було винайдення альтернативи радіолампам.

Визначною ідеєю Келлі було те, що Bell Labs, на той час бастион практичної інженерії, також має зосередитися на базових наукових та теоретичних дослідженнях, які досі були прерогативою університетів. Він почав розшукувати найрозумніших молодих докторів з фізики по всій країні. Він поставив собі за мету перетворити інновацію зі штучного виробу ексцентричних геніїв, які усамітнилися у гаражах та на горищах, на масовий продукт, що виготовлявся б у промислових масштабах. «У Labs замислилися над тим, що є ключовим для винаходу: індивідуальна геніальність чи співпраця», — писав у присвяченій Bell Labs книзі «Фабрика ідей» (The Idea Factory) Джон Гертнер.²³¹ Правильною відповіддю було: і те, і інше. «Для концентрації всіх досліджень, потрібних для розробки якогось нового пристрою, необхідно об'єднати таланти великої кількості людей з багатьох галузей науки», — пояснював пізніше Шоклі.²³² І він мав рацію. Утім з його боку це також був рідкісний прояв удаваної скромності. Він був більше за інших переконаний у важливості індивідуальної геніальності на зразок його власної. Навіть такий проповідник співпраці, як Келлі, розумів, що індивідуальну геніальність також необхідно плекати. «Хай би як акцентувалося на лідерстві, організації та командній роботі, вищою, найважливішою цінністю залишалася особистість, — якимось сказав він. — Саме у розумі окремої людини зароджуються творчі ідеї та концепції».²³³

Ключем до інновацій — у стінах Bell Labs та в рамках цифрової епохи загалом — було усвідомлення того, що плекання геніальних особистостей та заохочення командної співпраці не суперечать одне одному. Це не була ситуація «або-або». І справді, упродовж усієї цифрової епохи ці два підходи йшли пліч-о-пліч. Творчі генії (Джон Моклі, Вільям Шоклі, Стів Джобс) генерували інноваційні ідеї. Інженери-практики (Преспер Екерт, Волтер Бреттейн, Стів Возняк) тісно співпрацювали із ними, перетворюючи концепції на конструкції. А згуртовані команди техніків та підприємців, своєю чергою, працювали над перетворенням винаходу на продукт для практичного застосування. За відсутності одного з елементів такої екосистеми, як у випадку Джона Атанасова в Університеті штату Айова та Чарльза Беббіджа в сараї за його лондонським будинком, видатні концепції зрештою відправилися до підвалу історії. А коли видатним командам бракує енергійних проповідників, як, наприклад, у Пенсильванському університеті, що його покинули Моклі та Екерт, чи Принстоні, що залишився без фон Неймана, чи Bell Labs, з якої пішов Шоклі, інновації помалу відмирають.

Потреба поєднання теоретиків із інженерами була особливо актуальною для галузі, яка набувала дедалі більшого значення для Bell Labs, а саме для фізики

твердого тіла, що вивчала принципи протікання електронів твердими речовинами. У 1930-х роках інженери Bell Labs чаклували над речовинами на зразок кремнію — найпоширеніший після кисню елемент у земній корі та ключова складова піску. Вони хотіли змусити їх показувати електронні фокуси. У той самий час у тій самій будівлі теоретики компанії Bell боролися із заморочливими відкриттями квантової механіки.

Квантова механіка ґрунтується на теоріях, розроблених данським фізиком Нільсом Бором та іншими, того, що відбувається всередині атома. 1913 року Бор винайшов модель структури атома, в якій електрони оберталися навколо ядра на певних рівнях. Вони могли здійснювати квантові стрибки з одного рівня на наступний, але ніколи не могли перебувати десь між ними. Кількість електронів на зовнішньому орбітальному рівні допомагала визначити хімічні та електронні властивості елемента, зокрема те, наскільки добре він проводить електричний струм.

Деякі елементи, такі як мідь, добре проводять струм. Інші, такі як сірка, погано його проводять, а отже, є добрими ізоляторами. А є такі, що займають проміжну позицію, як-от кремній та германій, які називаються напівпровідниками. Вони корисні тим, що їх легко змусити стати кращими провідниками. Наприклад, якщо додати до кремнію крихітну дозу миш'яку чи бору, його електрони почнуть рухатися вільніше.

Прогресу в квантовій теорії досягли саме тоді, коли металурги в Bell Labs шукали способи створення нових матеріалів за допомогою новітніх технологій очищення, хімічних фокусів та рецептів комбінування рідкісних та звичайних мінералів. У пошуках шляхів вирішення таких повсякденних проблем, як зашвидке вигорання ниток розжарення радіоламп чи занадто металічне звучання діафрагм телефонних динаміків, вони змішували нові сплави та розробляли методи розігрівання та охолодження сумішей, доки не добивалися від них кращої роботи. Методом спроб та помилок, наче кухарі на кухні, вони створювали революцію в матеріалознавстві, що йтиме пліч-о-пліч із теоретичною революцією, яка відбувалася в квантовій механіці.

У ході експериментів зі зразками кремнію та германію інженери-хіміки з Bell Labs наткнулися на докази, які підтверджували достовірність значної частини припущень теоретиків.* Стало очевидно, що теоретики, інженери та металурги можуть багато чого навчитися один в одного. Тож 1936 року в Bell Labs було сформовано групу з вивчення твердих тіл, яка складалася

* Наприклад, інженери та теоретики виявили, що кремній (який має чотири електрони на зовнішній орбіті), змішаний із фосфором чи миш'яком (які мають п'ять електронів на зовнішній орбіті), має зайві електрони, а отже, є носієм негативного заряду. Одержаний результат отримав назву напівпровідника типу *n*. Кремній, змішаний із бором (у нього три електрони на зовнішній орбіті), має брак електронів — на місці деяких електронів наявні «дірки» — а отже, є позитивно зарядженим, внаслідок чого він став відомий як напівпровідник типу *p*.

з вибухової суміші світил-практиків та теоретиків. Вони збиралися раз на тиждень у другій половині дня, щоб поділитися висновками, трохи полатися на наукоподібні теми, а потім переходили до неформальних обговорень, що тривали до глибокої ночі. Такі зібрання були ціннішими за просте читання статей один одного: інтенсивна взаємодія сприяла виходу ідей на нові, вищі орбіти та, подібно до електронів, їхньому відриву і запуску ланцюгових реакцій.

З-поміж членів групи одна людина виділялася особливо різко. Це був Вільям Шоклі, теоретик, який прийшов до Bell Labs саме під час формування цієї дослідницької групи і вражав, а подеколи й лякав усіх як своїм інтелектом, так і своєю неврівноваженістю.

Вільям Шоклі

Вільям Шоклі з дитинства любив і мистецтво, і машини. Його батько вивчав гірничу справу у MIT і брав уроки музики у Нью-Йорку. Подорожуючи Європою та Азією в пошуках пригод на свою голову та спекуючи мінералами, він вивчив сім мов. Мати закінчила Стенфорд за спеціальностями з математики та мистецтва і була однією з перших альпіністок, яким вдалося підкорити гору Вітні. Вони зустрілися в крихітному шахтарському селищі Топопа, штат Невада, де він застовплював ділянки під розробку корисних копалин, а вона проводила геодезичні роботи. Одружившись, молодята переїхали до Лондона, де 1910 року народився їхній син.

Вільям так і залишиться їхньою єдиною дитиною, за що вони були дуже вдячні долі. Ще немовлям він мав люту вдачу, і його напади шаленства були такими гучними і тривали так довго, що батькам довелося змінити чимало нянь та помешкань. Його батько описував у щоденнику, як хлопчик «пронизливо кричить, вигинається та б'ється в конвульсіях», та зазначав, що він «багато разів сильно кусав матір».²³⁴ Він був жахливо впертим. Хоч про що йшлося, все мало бути так, як хоче він. Зрештою батьки вдалися до політики потурання. Вони полишили будь-які спроби виховувати його та навчали його вдома аж до восьмирічного віку. На той час вони переїхали до Пало-Альто, де мешкали матеріні батьки.

Переконані, що їхній син геній, батьки Вільяма попросили Льюїса Термана*, який розробив IQ-тест за шкалою Стенфорд-Біне та планував вивчати обдарованих дітей, оцінити його. Юний Шоклі набрав понад 125 балів, що було дуже непоганим результатом, але недостатнім для того, щоб Терман кваліфікував його як генія. Згодом Шоклі став одержимим IQ-тестами й

* Його син Фред Терман пізніше став відомим деканом та проректором Стенфордського університету.

використовував їх для оцінювання претендентів на роботу та навіть колег, а також розробив у край заразні теорії расового та успадкованого інтелекту, що отруїли останні роки його життя.²³⁵ Йому слід було б на власному прикладі зрозуміти, що IQ-тести мають свої недоліки. Попри те, що його не визнали генієм, Шоклі був достатньо кмітливим, щоб пропустити середню школу та здобути вищу освіту в Каліфорнійському технологічному інституті, а згодом і докторський ступінь із фізики твердого тіла у МІТ. Це був настирливий, творчий та амбітний юнак. Попри те, що любляв показувати фокуси та всіх розігрувати, він так ніколи і не навчився бути добродушним чи дружнім. Йому була притаманна інтелектуальна та особиста впертість, яка була відголоском дитинства і через яку з ним було важко мати справу. Це ставало дедалі важче, що більших успіхів він досягав.

Коли Шоклі 1936 року закінчив МІТ, до нього завітав Мервін Келлі з Bell Labs, влаштував йому співбесіду та відразу ж запропонував роботу. Він також доручив Шоклі важливе завдання: знайти спосіб замінити радіолампи стабільнішим, міцнішим та дешевшим пристроєм. Три роки по тому Шоклі твердо вирішив, що зможе знайти рішення, використовуючи замість ниток розжарювання у лампі твердий матеріал на зразок кремнію. «Цього дня я збагнув, що загалом можна створити підсилювач за допомогою не вакууму, а напівпровідників», — записав він до лабораторного нотатника 29 грудня 1939 року.²³⁶

Шоклі був здатен подумки уявити квантову теорію та її пояснення руху електронів так само, як хореограф здатен уявити собі танок. Його колеги говорили, що він міг подивитися на напівпровідниковий матеріал і побачити електрони. Однак для перетворення інтуїції митця на реальний винахід Шоклі потребував напарника — спритного експериментатора, так само як Моклі потребував Екерта. Оскільки події відбувалися в Bell Labs, таких тут було чимало. Серед них вирізнявся смішний та сварливий західняк Волтер Бреттейн, який захоплювався виготовленням хитромудрих пристроїв із напівпровідникових сумішей на зразок окису міді. Приміром, він виготовляв випрямлячі струму, що перетворювали змінний струм на постійний, принцип дії яких ґрунтувався на тому, що через стик, в якому шматок міді контактує із шаром окису міді, струм може протікати лише в одному напрямку.

Бреттейн виріс на віддаленому ранчо у східній частині штату Вашингтон та в дитинстві пас худобу. Зі скрипучим голосом та селяцькими манерами він вдало втілював самокритичний образ упевненого в собі ковбоя. Бреттейн був природженим умільцем із моторними пальцями і любляв вигадувати досліди. «Він умів робити цікаві дрібнички з сургучу та канцелярських скріпок», — пригадував інженер, який працював разом із ним у Bell Labs.²³⁷ Але йому була притаманна також природна кмітливість, яка підштовхувала його до пошуку коротких шляхів в обхід нудних та монотонних спроб.

У Шоклі виникла ідея зробити твердотільний замінник радіолампи шляхом поміщення сітки у шар окису міді. Бреттейн поставився до цього скептично. Він розсміявся та сказав Шоклі, що він уже пробував цей підхід, але так і не зміг зробити підсилувач. Та Шоклі продовжував тиснути. «Це настільки важливо, чорт забирай, — врешті-решт сказав Бреттейн, — що якщо ти скажеш, як ти хочеш це зробити, ми це спробуємо».²³⁸ Утім, як і передбачав Бреттейн, у них нічого не вийшло.

Розібратися у причинах їхньої невдачі Шоклі та Бреттейну завадила Друга світова війна. Шоклі пішов із компанії, щоб очолити дослідження у противознової дослідницькій групі ВМС, де аналізував глибину підриву бомб для збільшення ефективності атак на німецькі субмарини. Пізніше він їздив до Європи та Азії, щоб навчити пілотів-бомбардувальників Б-29 скидати бомби, орієнтуючись за радаром. Бреттейн так само поїхав до Вашингтона працювати над технологіями виявлення підводних човнів для ВМС, зосередившись на авіаційних магнітних пристроях.

Твердотільна команда

Поки Шоклі та Бреттейна не було, війна змінила Bell Labs. Компанія стала частиною трикутника відносин між урядом, дослідницькими університетами та приватним сектором. Як зазначав історик Джон Гертнер, «упродовж перших кількох років після Перл-Гарбора Bell Labs займалася майже тисячею різноманітних проектів для потреб військових — від танкових рацій до систем зв'язку для пілотів у кисневих масках та шифрувальних машин для кодування таємних повідомлень».²³⁹ Кількість працівників зросла удвічі, сягнувши дев'яти тисяч.

Коли компанія явно переросла мангеттенську штаб-квартиру, більшість працівників переїхали на близько 0,5 га пересіченої місцевості у Мюррей-Гілл, штат Нью-Джерсі. Мервін Келлі та його колеги хотіли, щоб їхня нова домівка була схожа на академічний кампус, але без розподілу дисциплін за окремими будівлями. Вони знали, що творчість виникає внаслідок випадкових зустрічей. «Усі будівлі були з'єднані так, щоб уникнути чіткого географічного розмежування підрозділів та заохотити вільний обмін думками та близькі контакти між ними», — писав один із адміністраторів компанії.²⁴⁰ Коридори були дуже довгі, довші за два футбольні поля, та спроектовані для заохочення випадкових зустрічей між людьми з різними талантами та спеціалізаціями — стратегія, яку сімдесят років по тому відтворив Стів Джобс при проектуванні нової штаб-квартири Apple. Кожен, хто прогулювався коридорами Bell Labs, опинявся під обстрілом випадкових ідей, вбираючи їх, наче сонячна батарея. Клод Шеннон, ексцентричний інформаційний теоретик, час від часу катався довгими, вкритими червоним террасою коридорами, на одноколісному

велосипеді, жонглюючи трьома кульками та підморгуючи колегам.* То була така собі дивакувата метафора вислову «кулі в повітрі», що означає атмосферу невідворотності, що нею були просякнуті усі приміщення.

У листопаді 1941 року в приміщенні Bell Labs на Мангеттені Бреттейн зробив останній перед відправкою на військову службу запис до нотатника #18194. Майже чотири роки по тому він узяв той самий нотатник вже в своїй новій лабораторії у Мюррей-Гіллі та продовжив вести його із запису «Війна скінчилася». Келлі призначив їх із Шоклі до дослідницької групи, створеної задля «досягнення уніфікованого підходу до теоретичної та експериментальної роботи у сфері фізики твердого тіла». Її завдання було таким самим, яке вони мали до війни: створити заміну радіолампам за допомогою напівпровідників.²⁴¹

Коли Келлі розіслав список майбутніх членів дослідницької групи твердих тіл, Бреттейн був у захваті від того, що серед них не було лузерів. «Боже мій! У групі немає жодного сучого сина! — пригадував він пізніше власні слова. Він також згадав, як зробив у цьому місці паузу, щоб продовжити вже схвильовано: — А що як сучий син у групі — я?» Пізніше він проголосив: «Вважаю, це була одна з найвидатніших з-поміж усіх коли-небудь зібраних дослідницьких груп».²⁴²

Головним теоретиком був Шоклі, але, беручи до уваги його обов'язки керівника команди — його кабінет розташовувався на іншому поверсі, — вони вирішили залучити додаткового теоретика і обрали експерта з квантової фізики Джона Бардіна, який мав дуже тихий голос. Дитина-геній, яка пропустила в школі одразу три класи, Бардін написав докторську дисертацію у Принстоні під керівництвом Юджина Вігнера, а під час військової служби в Лабораторії озброєння ВМС США обговорював проект торпеди з Ейнштейном. Він був одним із найвидатніших світових експертів із використання квантової теорії для розуміння того, як речовини проводять електричний струм, і, за словами колег, мав «вроджену здатність легко співпрацювати як з експериментаторами, так і з теоретиками».²⁴³ Спершу Бардін не мав окремого кабінету, тож влаштувався у лабораторії Бреттейна. Це був розумний хід, в якому, знов-таки, проявилася творча енергія, генерована фізичною близькістю. Сидячи поруч, теоретик та експериментатор могли влаштовувати віч-на-віч багатогодинні мозкові штурми з приводу ідей.

На відміну від гучного та балакучого Бреттейна, Бардін говорив настільки тихо, що його прозвали Джоном-Шепотуном. Щоб зрозуміти, що він там бубонить, доводилося нахилитися вперед, але колеги швидко зрозуміли, що воно того варте. Також він був вдумливий та обережний, на відміну від

* Коротке відео із жонглюванням у виконанні Шеннона та його машин можна знайти за посиланням: <https://www2.bc.edu/~lewbels/shortsha.mov>.

блискавичного Шоклі, який імпульсивно фонтанував теоріями та твердженнями.

Їхні здогади виникали завдяки взаємодії один із одним. «Тісна співпраця експериментаторів із теоретиками поширювалася на всі етапи дослідження, від концепції експерименту до аналізу результатів», — говорив Бардін.²⁴⁴ Їхні імпровізовані зустрічі, на яких зазвичай лідирував Шоклі, відбувалися майже щодня і були квінтесенційним проявом творчості за принципом «закінчи-речення-почате-іншим». «Ми збиралися для обговорення важливих кроків практично експромтом, без підготовки, — розповідав Бреттейн. — У більшості з нас виникали ідеї саме в ході цих групових обговорень, коли репліка одного підказувала іншому гарну ідею».²⁴⁵

Ці зустрічі увійшли в історію як «сеанси біля дошки» чи «крейдові обговорення», оскільки Шоклі під час них стояв із крейдою в руці, моторно вишкрябуючи ідеї на дошці. Непосида Бреттейн ходив туди-сюди в задній частині кімнати, заперечуючи деякі пропозиції Шоклі, інколи навіть закладаючись на долар, що вони не працюватимуть. «Коли якимось він розплатився зі мною десятьма десятицентовими монетами, я нарешті зрозумів, що його це дратує», — пригадував Бреттейн.²⁴⁶ Ця співпраця переросла в спільне проведення часу поза межами роботи: вони часто грали в гольф, ходили пити пиво до закускової Snuffy's та разом із друзинами влаштовували матчі з бриджу.

Транзистор

Щойно Шоклі отримав у Bell Labs до своїх послуг нову команду, він відродив теорію твердотільної заміни радіоламп, із якою грався п'ять років тому. Він виходив із того, що якщо поруч зі шматком напівпровідникового матеріалу створити сильне електричне поле, воно притягне деякі електрони до поверхні, зробивши можливим протікання струму шматком. Потенційно це дозволяло напівпровіднику використовувати слабкий сигнал для керування значно сильнішим сигналом. Малопотужний струм міг служити входом і контролювати (вмикати та вимикати) проходження значно потужнішого вихідного струму. Отож напівпровідник можна було використовувати як підсилювач або вмикач/вимикач, так само, як і радіолампку.

Проте з цим «польовим ефектом» виникла одна маленька проблема: коли Шоклі випробував теорію — його команда зарядила пластину тисячею вольтів і піднесла її на відстань міліметра від поверхні напівпровідника, — вона не спрацювала. «Ніяких помітних змін струму», — записав він у своєму лабораторному щоденнику. Це, згадував він пізніше, було «надто незрозуміло».

З'ясування причини провалу однієї теорії може вказати шлях до іншої, кращої, тож Шоклі попросив Бардіна знайти пояснення. Удвох вони змарнували безліч часу, обговорюючи те, що нині відомо як «поверхневі

стани» — електронні властивості та квантово-механічний опис найближчих до поверхонь матеріалів шарів атомів. Через п'ять місяців Бардіна пройняла думка. Він підійшов до дошки у кімнаті, яку ділив із Бреттейном, і почав писати.

Бардін збагнув, що коли напівпровідник заряджений, електрони на його поверхні блокуються. Вони не можуть вільно рухатися. Вони формують щит. Тож електричне поле, навіть сильне, і на відстані міліметра не може подолати цей бар'єр. «Ці додаткові електрони були заблоковані наглухо, нерухомі у поверхневих станах, — зазначав Шоклі. — По суті, поверхневі стани відгороджували внутрішню частину напівпровідника від впливу позитивно зарядженої контрольної пластини».²⁴⁷

Тепер команда мала нове завдання: знайти спосіб пробити щит, що формувався на поверхні напівпровідників. «Ми зосередилися на нових експериментах, пов'язаних із Бардіновими поверхневими станами», — пояснював Шоклі. Необхідно було пробити цей бар'єр, щоб змусити напівпровідник регулювати, вмикати та підсилювати струм.²⁴⁸

Упродовж наступного року робота просувалася повільно, але в листопаді 1947 року низка досягнень призвела до того, що ввійшло в історію як «місяць чудес». Бардін вирішив опертися на теорію «фотоелектричного ефекту», згідно з якою підсвічення двох різнорідних матеріалів, що контактують один із одним, приведе до виникнення електричної напруги. Він припустив, що цей процес може звільнити деякі з електронів, що утворюють щит. Бреттейн, який працював пліч-о-пліч із Бардіном, розробив хитромудрі експерименти для того, щоб перевірити, як цього досягти.

Зрештою інтуїція їх не підвела. Бреттейн проводив деякі експерименти у термосі, щоб мати змогу варіювати температуру. Але конденсація на кремнії спотворювала вимірювання. Найкращим способом вирішити цю проблему було б помістити усю конструкцію у вакуум, але це вимагало великої роботи. «По суті, я лінивий фізик, — зізнавався Бреттейн. — Тож у мене виникла ідея занурити систему в діелектричну рідину».²⁴⁹ Він заповнив термос водою, що виявилось простим способом вирішення проблеми конденсації. 17 листопада вони з Бардіним випробували систему, і вона спрацювала.

То був понеділок. Упродовж того тижня вони перебрали низку теоретичних та експериментальних ідей. До п'ятниці Бардін винайшов спосіб позбутися необхідності занурювати апарат у воду. Натомість він запропонував нанести лишень краплю води чи гелю точно туди, де гостре металеве вістря впивалося у шматок кремнію. «Давай, Джоне, — з ентузіазмом відповів Бреттейн. — Зробімо це!» Проблема полягала в тому, що металеве вістря не повинно було контактувати з краплею води, але Бреттейн, як і личить чарівнику-імпровізатору, розв'язав її за допомогою сургучу. Він узяв чималий шматок кремнію, крапнув на нього водою, покрити шматок дроту сургучем для

ізоляції і проштрикнув дріт крізь краплю води у кремній. Спрацювало. Пристрій був здатен підсилювати струм, принаймні трохи. З цієї «точково-контактною» конструкції і народився транзистор.

Наступного ранку Бардін пішов на роботу, щоб занотувати результати у свій блокнот: «Ці тести чітко вказують на можливість вбудувати у напівпровідник електрод чи сітку для керування потоком струму».²⁵⁰ Бардін навіть прийшов на роботу в неділю, хоча зазвичай цього дня грав у гольф. Також вони вирішили, що настав час кликати Шоклі, який упродовж місяців поглиблено працював над іншими справами. Упродовж наступних двох тижнів він спускався до них та допомагав порадами, але в цілому він довірив справу солодкій парочці, яка просувалася досить-таки стрімко.

Вони сідали поруч на лаві в лабораторії Бреттейна, і Бардін тихим голосом пропонував ідеї, а Бреттейн захопливо їх випробовував. Подеколи Бардін вів Бреттейнів нотатник, поки той проводив експерименти. День подяки минув непомітно за розглядом різних варіантів: германій замість кремнію, лак замість сургучу, золото для покриття контактних поверхонь.

Зазвичай теорії Бардіна надихали на експерименти Бреттейна, але інколи все відбувалося навпаки: несподівані результати породжували нові теорії. У ході одного з таких експериментів із германієм виявилось, що струм тече в протилежному напрямку від очікуваного. Але при цьому він посилювався більш ніж у три сотні разів, що було значно більше за їхні попередні досягнення. Тож зрештою вони втілили в життя старий жарт фізиків: ми знаємо, що підхід працює на практиці, але як тепер змусити працювати його в теорії?

Незабаром Бардін віднайшов спосіб це зробити. Він збагнув, що від'ємна напруга відштовхувала електрони, спричиняючи збільшення кількості «електронних дірок», які виникають за відсутності електрона в одній із можливих позицій. Наявність таких дірок притягує потік електронів.

Утім була одна проблема: цей новий метод не підсилював високі частоти, в тому числі чутні звуки. Це робило його непридатним для використання у телефонах. Бардін висунув версію, що частоти гасилися водою чи краплею електроліту. Тож він нашвидкуруч змайстрував ще кілька конструкцій. В одній із них кінчик дроту встромлявся у германій на крихітній відстані від золотої пластини, що створювала поле. Така конструкція насправді посилювала напругу, принаймні трохи, та працювала на високих частотах. Знов-таки Бардін підвів під ці випадково отримані результати теорію: «Експеримент дає підстави стверджувати, що електронні дірки перетікають із золотої пластини на поверхню германію».²⁵¹

Бардін та Бреттейн продовжували працювати в режимі ітеративної творчості, наче антифонний дует за одним роялем. Вони збагнули, що найкращий спосіб збільшити рівень посилення — це мати два точкові контакти,

вставлені в германій дуже близько один від одного. Бардін підрахував, що відстань між ними має бути меншою за 0,05 мм. Це був справжній виклик навіть для Бреттейна. Але він вигадав дуже хитрий метод: наклеїв шматочок золотої фольги на маленький пластиковий клин, візуально схожий на наконечник стріли, після чого за допомогою леза зробив на кінчику клина тоненький розріз, сформувавши в такий спосіб дві дуже близькі золоті контактні точки. «Ось і все, що я зробив, — розповідав Бреттейн. — Я обережно різав лезом, доки електричне коло не розімкнулося, після чого закріпив його на пружині та опустив на все той же шмат германію».²⁵²

Коли у другій половині дня вівторка, 16 грудня 1947 року, Бреттейн та Бардін випробували свій винахід, сталася незвичайна подія: він спрацював. «Я виявив, — пригадував Бреттейн, — що якщо налаштувати все, як слід, виходив підсилювач із коефіцієнтом підсилення у сто разів, саме до звукового діапазону».²⁵³ Того вечора дорогою додому гучний та балакучий Бреттейн повідомив усіх, хто їхав із ним в одній розвозці, що він щойно провів «найважливіший експеримент за все своє життя», після чого узяв із них клятву тримати язик за зубами.²⁵⁴ Бардін, як водилося, був менш балакучий. Утім, діставшись додому, він зробив дещо дуже незвичне: розповів дружині про те, що відбулося на роботі. То було лише одне речення. Поки вона чистила над кухонною раковиною моркву, він тихо пробубонів: «Сьогодні ми відкрили дещо важливе».²⁵⁵

І справді, транзистор був одним із найважливіших відкриттів ХХ століття. Він став результатом співпраці теоретика та експериментатора, що працювали пліч-о-пліч, обмінюючись теоріями та результатами в реальному часі. Також він став наслідком того, що ці теоретик та експериментатор працювали в середовищі, де вони могли гуляти довгими коридорами, натрапляти на експертів, здатних додати домішки у германій; чи могли бути членами дослідницької групи, що об'єднувала людей, які розуміли квантово-механічні пояснення поверхневих станів; чи сидіти в кафетерії поруч із інженерами, які знали всі премудрості передачі телефонних сигналів на великі відстані.

Наступного вівторка, 23 грудня, Шоклі влаштував демонстрацію для решти напівпровідникової групи та кількох представників керівного складу Bell Labs. Керівники надівали навушники та по черзі говорили в мікрофон і мали змогу на власні вуха почути посилення людського голосу за допомогою простого твердотільного пристрою. Цей момент повинен був би мати такий самий резонанс, як і перші слова, що їх Александер Грем Белл прокричав у телефон, але згодом ніхто не міг пригадати, які саме слова говорилися у пристрій того пам'ятного дня. Натомість ця подія була збереженою для історії у вигляді стриманих записів у лабораторних нотатниках. «Вмикаючи та вимикаючи пристрій, можна відчувати, як збільшується гучність звучання», — написав Бреттейн.²⁵⁶ Запис Бардіна був ще більш прозаїчним: «За

допомогою двох золотих електродів, поміщених на спеціально підготовану германієву поверхню, було отримано посилення напруги».²⁵⁷

Шоклі бере гору

Шоклі розписався під історичним записом у нотатнику Бардіна як свідок, але сам того дня не зробив жодного запису. Він був неприховано приголомшений. Гордість успіхом його команди, яку він мав відчувати, затьмарювала його палка та навіть ганебна жага до змагань. «Мої почуття були дещо суперечливими, — визнавав він пізніше. — Мое піднесення, пов'язане з успіхом групи, затьмарював той факт, що я не був одним із винахідників. Я відчував розчарування, адже моя робота, розпочата більше восьми років тому, не завершилася моїм власним значним винахідницьким внеском».²⁵⁸ У глибині його душі несамовито шкребли демони. Бардін та Бреттейн більше не були його друзями. Натомість він почав гарячково працювати заради того, щоб здобути таку ж шану за цей винахід та запропонувати свій власний, навіть кращий варіант.

Відразу після Різдва Шоклі поїхав до Чикаго для участі у двох конференціях, але більшість часу провів у своєму номері в готелі «Бісмарк», розробляючи вдосконалений метод побудови такого пристрою. У новорічну ніч, поки в бальній залі поверхом нижче ішла святкова танцювальна вечірка, він написав сім сторінок на лінійованому міліметровому папері. Прокинувшись 1 січня 1948 року, він написав ще тринадцять. Зібравши їх до купи, Шоклі надіслав їх авіапоштою колезі у Bell Labs, який вклеїв їх до лабораторного нотатника та попросив Бардіна підписати їх як свідка.

На той час Мервін Келлі вже доручив одному з юристів Bell Labs якомога швидше підготувати пакет патентних заявок на новий пристрій. Це не був Університет штату Айова, де не було, кому цим займався. Коли Шоклі повернувся з Чикаго, він дізнався, що з Бардіном та Бреттейном вже консультувалися, і засмутився. Він поодиноці викликав їх до свого кабінету та пояснив, чому основне — а може й усе — авторство має належати йому. «Він вважав, — пригадував Бреттейн, — що зможе написати патент на всю цю кляту штуку, починаючи від польового ефекту». Бардін, як завжди, мовчав, лише насамкінець щось сердито пробубонів. Бреттейн, не зрадивши себе, був відвертий. «Чорт забирай, Шоклі! — закричав він. — Тут слави на всіх вистачить!»²⁵⁹

Шоклі натиснув на юристів Bell, щоб вони подали заявку на дуже широкий патент на основі його власних здогадок про те, як польовий ефект може впливати на струм у провіднику. Але, дослідивши питання, юристи виявили, що 1930 року маловідомий фізик Джуліус Лілієнфілд отримав патент на запропонований ним (але так і не збудований та не оцінений повною

мірою) пристрій, що використовував польовий ефект. Тож вони вирішили добиватися патенту на більш вузький винахід точково-контактного методу виготовлення напівпровідникового пристрою, і на цій конкретній заявці мали стояти лише імена Бардіна та Бреттейна. Юристи поговорили з кожним із них окремо, і обидва сказали, що це була спільна робота, в рамках якої внесок кожного з них був рівний. Шоклі розлютився, адже його ім'я не потрапило до найважливішої з патентних заявок. Керівництво Bell спробувало затерти цей конфлікт, поставивши вимогу, щоб на всіх рекламних фото та у всіх прес-релізах фігурували всі троє.

Упродовж наступних кількох тижнів Шоклі дедалі більше втрачав самоконтроль; дійшло до того, що його почало мучити безсоння.²⁶⁰ Рушійною силою його «прагнення мислити», як він це називав, була «моя власна мотивація грати більш значну особисту, а не управлінську, роль у розробці, яка, безперечно, мала величезне потенційне значення».²⁶¹ Глупої ночі він ходив кімнатою, шукаючи кращі способи вдосконалити прилад. Вранці 23 січня 1948 року, через місяць після демонстрації винаходу Бардіна-Бреттейна, Шоклі прокинувся, осяяний здогадом, який зв'язував докупи всі думки, які роїлися в його голові упродовж подорожі до Чикаго. Він сів за кухонний стіл та почав несамовито писати.

Ідея Шоклі стосувалася способу виготовлення напівпровідникового підсилювача, що був би менш хитким за зроблену Бардіном та Бреттейном конструкцію. Замість встромлення золотих контактів у шматок германію, Шоклі уявив собі простішу «біполярну» конструкцію, яка нагадувала сандвіч. Вона складалася з верхнього та нижнього шарів германію із домішками, які надавали їм надлишкові електрони, між якими була затиснена тонка скибочка германію із дірками (або нестачею електронів). Шари з надлишковими електронами називалися германієм «типу n », тобто *негативним*, а шар із нестачею чи дірками на місці електронів називався «типом p », тобто *позитивним*. До кожного шару було під'єднано дріт, який дозволяв регулювати подану на нього напругу. Проміжний шар був регульованим бар'єром, який, залежно від поданої на нього напруги, регулював потік електронів між верхнім та нижнім шаром. Застосування до цього бар'єра невеликої позитивної напруги, як писав Шоклі, «експоненційно збільшить перетік електронів крізь бар'єр». Що більшим був заряд на цьому внутрішньому шарі типу p , то більше електронів він пересмоктував з одного зовнішнього шару типу n на інший. Іншими словами, він міг посилювати чи відключати струм, що проходив через напівпровідник — і робити це за мільярдні долі секунди.

Шоклі зробив деякі записи в лабораторному журналі, але майже місяць тримав ідею в таємниці. «Я відчував змагальну жагу зробити якісь важливі винаходи на тему транзисторів самотужки», — пізніше визнавав він.²⁶² Він нічого не казав своїм колегам до середини лютого, коли вони відвідали

презентацію якоїсь спорідненої роботи іншого вченого з Bell Labs. Шоклі пригадував, що «остовпів», коли цей вчений презентував деякі результати, що надавали теоретичну основу біполярного пристрою, і збагнув, що хтось із слухачів, найімовірніше Бардін, може здійснити подальші логічні кроки. «І з того моменту, — стверджував він, — до концепції використання *p-n*-переходів замість металевих точкових контактів залишалося зробити лише крихітний крок, і біполярний транзистор було б винайдено». Тож перш ніж Бардін чи хтось інший запропонує подібний пристрій, Шоклі підскочив, піднявся на сцену та представив конструкцію, над якою працював. «Я не хотів, щоб мене випередили і цього разу», — писав він пізніше.²⁶³

Бардін та Бреттейн були приголомшені. Той факт, що Шоклі так старанно приховував свою нову ідею — порушивши тим самим кодекс спільної участі, який був частиною культури компанії Bell, — засмутив їх. Утім вони не могли не оцінити простоту підходу Шоклі.

Після подачі патентних заявок на обидва методи вище керівництво Bell Labs вирішило, що настав час представити новий пристрій широкому загалу. Але спершу треба було його якось назвати. Всередині компанії його називали «напівпровідниковим тріодом» та « посилювачем поверхневого стану », але ці назви не були достатньо лаконічними для винаходу, який, як вони правильно вважали, революціонізує світ. Одного дня до кабінету Бреттейна забрів його колега на ім'я Джон Пірс. Окрім того, що він був добрим інженером, він був кмітливим словотворцем і писав науково-фантастичні твори під псевдонімом Дж. Дж. Каплінг. Одними з найвдаліших його каламбурів були «природа не терпить вакуумних ламп» та «після бурхливого зростання впродовж багатьох років, галузь обчислювальної техніки, судячи з усього, досягла віку немовляти». «Ти — той, хто мені потрібен», — проголосив Бреттейн. Він запитав Пірса про назву, і вже за мить той запропонував свій варіант. Оскільки пристрій мав властивість транспорту та повинен був мати назву, схожу на прилади на зразок термістора та варистора*, Пірс запропонував назвати його *транзистор*. «Це воно!» — вигукнув Бреттейн. І хоча затвердженню назви передувало формальне голосування всіх інших інженерів, варіант «*транзистор*» легко переміг інші п'ять варіантів.²⁶⁴

Тридцятого червня 1948 року в актовому залі старої будівлі Bell Labs на Вест-стріт у Мангеттені зібралася преса. Шоклі, Бардін та Бреттейн виступали як одна група, а модератором був директор із досліджень Ральф Браун,

* Термістор — напівпровідниковий резистор, активний електричний опір якого залежить від температури. Варистор — напівпровідниковий резистор, електричний опір (провідність) якого нелінійно залежить від прикладеної електричної напруги; іншими словами, який має нелінійну симетричну вольт-амперну характеристику та два виводи. — *Прим. ред.*

одягнутий у темний костюм із барвистою краваткою-метеликом. Він наголосив, що цей винахід був результатом поєднання спільної командної роботи та особистої геніальності: «Наукові дослідження дедалі більше визнаються груповою чи командною роботою... Сьогодні ми покажемо вам те, що є яскравим прикладом командної роботи, геніальних особистих внесків та цінності базових досліджень у рамках індустріальної моделі».²⁶⁵ Це був дуже точний опис суміші, яка стала формулою інновації у цифрову епоху.

Газета New York Times поховала цей репортаж на сторінці 46, розмістивши його останнім пунктом у колонці «Новини радіо» відразу після повідомлення про майбутню трансляцію органного концерту. Але часопис Time зробив це головним матеріалом свого наукового розділу, назвавши його «Маленька мозкова звивина». Bell Labs вимагала, щоб на всіх публічних фотографіях разом із Бардіном та Бреттейном був і Шоклі. Найвідоміша з них зображує їх трьох у лабораторії Бреттейна. Саме перед тим, як її мали зробити, Шоклі сів на Бреттейнів стілець, наче це були його стіл і його мікроскоп, і став фокальною точкою знімка. Багато років по тому Бардін описував тривалу розгубленість Бреттейна та його відразу до Шоклі: «Чорт, Волтер ненавидить той знімок... То Волтерове обладнання, і то наш експеримент, і Білл не мав із ним нічого спільного».²⁶⁶

Транзисторні радіоприймачі

Bell Labs була розсадником інновацій. На додачу до транзистора, вона була піонером інтегральних схем, лазерних технологій та стільникової телефонії. А от наживати капітал на своїх винаходах в неї виходило значно гірше. Як частина компанії, діяльність якої регулювалася державою і яка мала монополію на більшість телефонних послуг, вона не прагнула до нових продуктів і була законодавчо позбавлена права використовувати свою монополію як засіб виходу на інші ринки. Щоб запобігти суспільній критиці та анти-трестівським позовам, Bell Labs охоче надавала ліцензії на свої патенти іншим компаніям. Наприклад, на транзистор було встановлено неймовірно низький збір — лише 25 тис. доларів — для будь-якої компанії, що хотіла виготовляти цей прилад. Навіть пропонували семінари, на яких пояснювали б технології їхнього виробництва.

Попри цю невибагливу політику, в однієї новоспеченої фірми виникли проблеми із отриманням ліцензії: це була нафторозвідувальна компанія зі штаб-квартирою у Далласі, яка переорієнтувалася та змінила назву на Texas Instruments. Її виконавчий віце-президент, Пет Хегґерті, який згодом очолить цю фірму, служив в Управлінні авіації ВМС США та був переконаний, що електроніка невдовзі змінить майже всі сторони життя. Коли він почув про транзистори, то вирішив, що Texas Instruments винайде спосіб їх



Джон Бардін (1908–1991), Вільям Шоклі (1910–1989) та Волтер Бреттейн (1902–1987) у Bell Labs, 1948 р.



Перший транзистор, Bell Labs



Вільям Шоклі (на чільному місці) святкує звістку про присудження йому Нобелівської премії з колегами, серед яких Гордон Мур (сидить ліворуч) та Роберт Нойс (стоїть у центрі з келихом вина), 1956 р.

застосувати. На відміну від багатьох визнаних компаній, ця була достатньо зухвалою, щоб перебудуватися. Але хлопці в Bell Labs, пригадував Хеггерті, були «помітно розважені нашою зухвалістю та впевненістю у своїй здатності розвинути компетентність для конкурування в цій сфері». У Bell, принаймні спочатку, відмовлялися продавати Texas Instruments ліцензію. «Цей бізнес не для вас, — сказали їм. — Навряд чи вам це під силу».²⁶⁷

Навесні 1952 року Хеггерті нарешті вдалося переконати Bell Labs дозволити Texas Instruments придбати ліцензію на виготовлення транзисторів. Він також переманив до себе Гордона Тіла, дослідника-хіміка, який працював в одному з довгих коридорів Bell Labs поруч із командою, що займалася напівпровідниками. Тіл був експертом із обробки германію, але на момент переходу до Texas Instruments він уже зацікавився кремнієм — значно поширенішим елементом, який показував кращу ефективність за високих температур. До травня 1954 року йому вдалося виготовити кремнієвий транзистор, в якому використовувалася розроблена Шоклі біполярна *n-p-n*-архітектура.

Гордон Тіл того місяця виступав на конференції і вже майже дочитував статтю на 31 сторінку, під яку ледь не заснули всі слухачі, аж раптом він приголомшив аудиторію, проголосивши: «На спростування слів моїх колег про туманні перспективи кремнієвих транзисторів, маю в кишені кілька таких». Після цього він опустив під'єднаний до магнітофона германієвий транзистор у мензурку із гарячим маслом, внаслідок чого магнітофон замовк, а потім зробив те саме з одним із власних кремнієвих транзисторів, і цього разу композиція Арті Шоу Summit Ridge Drive лунала безперервно. «Сесія ще не скінчилася, — розповідав пізніше Тіл, — а вражена аудиторія вже билася за екземпляри доповіді, які ми зовсім випадково прихопили з собою».²⁶⁸

Інновація відбувається поетапно. У випадку транзистора спершу був винахід на чолі з Шоклі, Бардіном та Бреттейном. Далі було виробництво, очолюване такими інженерами, як Тіл. Останніми, але не менш важливими, були підприємці, які зметикували, як створити нові ринки. Рішучий бос Тіла, Пет Хеггерті, був колоритним представником саме третього етапу інноваційного процесу.

Подібно до Стіва Джобса, Хеггерті був здатен випромінювати поле викривлення реальності, за допомогою якого він примушував людей досягати того, що вони вважали неможливим. 1954 року транзистори продавалися військовим приблизно по 16 доларів за штуку. Але заради прориву на споживчий ринок Хеггерті вимагав від своїх інженерів винайти такий спосіб їх виготовлення, щоб прилади можна було продавати менш ніж за три. Вони це зробили. Також у нього розвинулося джобсоподібне уміння вигадувати пристрої, які споживачі спершу вважали зовсім не потрібними, а вже незабаром — незамінними, і яке прислужилося йому тоді та згодом.

У випадку транзистора у Хеггерті виникла ідея маленького кишенькового радіоприймача. Коли він спробував переконати RCA та інші великі фірми, які виробляли настільні приймачі, стати партнерами в цьому проекті, вони відповіли (до того ж слушно), що споживачі не потребували кишенькових приймачів. Але Хеггерті розумів важливість створення нових ринків замість гонити за старими. Він переконав невеличку компанію з Індіанополіса, яка виробляла підсилювачі для телевізійних антен, об'єднати зусилля заради випуску радіоприймача, що дістав назву Regency TR-1. Хеггерті уклав угоду в червні 1954 року та, як завжди, наполіг, щоб пристрій з'явився на ринку до листопада. І він з'явився.

Радіоприймач Regency, розміром із пачку картотечних карток, використовував чотири транзистори та продавався за 49,95 долара. Спершу його рекламували як частково предмет особистої безпеки з огляду на наявність у росіян атомної бомби. «У випадку ворожого нападу ваш Regency TR-1 стане однією із найцінніших речей», — проголошувала перша інструкція з експлуатації. Але швидко він став об'єктом споживчих бажань та підліткової одержимості. Подібно до iPod, його пластиковий корпус мав чотири варіанти кольору: чорний, слонової кістки, червоно-жовтий та темно-сірий. Упродовж року було продано 100 000 екземплярів, що зробило цей приймач однією з найпопулярніших новинок за всю історію.²⁶⁹

Зненацька всі в Америці дізналися, що таке транзистор. Голова IBM Томас Вотсон-молодший придбав сотню приймачів Regency та роздав їх вищим керівникам компанії, наказавши починати працювати над використанням транзисторів у комп'ютерах.²⁷⁰

Із більш фундаментальної точки зору транзисторний приймач став першим яскравим прикладом визначальної риси цифрової епохи: технологія робила пристрої особистими.

Радіо більше не було приладом, який стояв у вітальні і яким треба було ділитися; воно стало особистим пристроєм, який давав можливість слухати свою улюблену музику там і тоді, коли вам цього хотілося — навіть якщо ваші батьки хотіли цю музику заборонити.

І справді, спостерігався симбіотичний зв'язок між появою транзисторних приймачів і розквітом рок-н-ролу. Перший комерційний запис Елвіса Преслі, *That's All Right*, з'явився одночасно із приймачем Regency. Нова бунтарська музика змусила кожного підлітка хотіти приймач. А той факт, що приймачі можна було взяти на пляж чи до підвалу, подалі від невдоволених вух та контролюючих перемикач батьківських пальців, дав можливість цій музиці процвітати. «Єдине, про що я шкодую у зв'язку з транзистором, це про його використання для рок-н-ролу», — часто скаржився співвинахідник транзистора Волтер Бреттейн, цілком ймовірно, напівжартома. Роджер Макгуїн, вокаліст групи *Burds*, одержав транзисторний приймач у 1955 році на свій

тринадцятий день народження. «Я почув Елвіса, — пригадував він. — Відтоді для мене все змінилося».²⁷¹

Так було засіяно зерна зміни сприйняття електронної технології, передусім серед молоді. Технологія більше не була цариною лише великих корпорацій та військових. Натомість вона була здатна розширити можливості індивідуальності, особистої свободи, творчості, а також додати трохи бунтарського духу.

Хапаючи зірки з неба

Однією з проблем успішних команд, особливо тих, що інтенсивно працюють, є те, що іноді вони розпадаються. Щоб тримати такі команди вкупі, потрібен лідер особливого типу — не лише натхненник, але й наставник; суперник і товариш водночас.

Шоклі таким лідером не був. Якраз навпаки. Коли він самотужки розробив біполярний транзистор, він продемонстрував, що може змагатися зі своїми ж колегами та працювати у них за спиною. Іншою навичкою видатних командних лідерів є здатність прищеплювати неієрархічний корпоративний дух. Шоклі не був здатним і до цього. Це була автократична людина, яка часто рубала з-за плеча будь-які ініціативи. Видатний тріумф Бреттейна та Бардіна відбувся, коли Шоклі допомагав порадами, але не займався їх мікроменеджментом чи безпосереднім керівництвом. Після того випадку він став контролювати їх значно сильніше.

На вікендах під час гри в гольф Бардін та Бреттейн обговорювали своє невдоволення Шоклі. Одного разу Бреттейн вирішив, що треба поінформувати Мервіна Келлі, президента Bell Labs. «Ти сам зателефонуєш йому, чи хочеш, щоб це зробив я?» — запитав він у Бардіна. Зрештою це завдання передбачувало дісталосся говіркішому Бреттейну.

Якось вони з Келлі зустрілися в оббитій дерев'яними панелями студії його будинку в передмісті Шорт-Гіллз. Бреттейн виклав їхні претензії, описавши, наскільки недолугим керівником та колегою був Шоклі. Келлі відмахнувся від цих скарг. «Тож зрештою, не подумавши про наслідки, я мимоволі сказав йому, що ми з Джоном Бардіном знаємо, коли саме Шоклі винайшов PNP-[біполярний]-транзистор», — пригадував Бреттейн. Іншими словами, у нього вирвалася завуальована погроза, що деякі концепції в патентній заявці на біполярний транзистор, в якій як винахідник значився Шоклі, насправді були взяті з роботи, виконаної Бреттейном та Бардіном. «Келлі збагнув, що ані Бардін, ані я, якщо ми коли-небудь свідчитимемо в патентній суперечці, не брехатимемо про те, що знаємо. Його ставлення відразу ж змінилося. Відтоді моє положення в Labs стало дещо кращим».²⁷² Бардін та Бреттейн більше не повинні були звітувати перед Шоклі.

Утім, як виявилось, нова конфігурація не зовсім задовольняла Бардіна, який переключився з напівпровідників на теорію надпровідності. Він одержав роботу в Іллінойському університеті. «Мої труднощі виникли після винайдення транзистора, — писав він у заяві про звільнення на ім'я Келлі. — До цього тут була чудова дослідницька атмосфера... Шоклі майже відразу після винаходу заборонив решті групи працювати над цією проблемою. Коротше кажучи, він використовував групу передусім для розвитку власних ідей».²⁷³

Звільнення Бардіна та скарги Бреттейна аж ніяк не покращували становище Шоклі у Bell Labs. Через його дратівливість підвищення його оминали. Він апелював до Келлі та навіть до президента AT&T, але марно. «Ну і біс із ним, — сказав він колезі. — Я організую власний бізнес, я зароблю мільйон доларів. І, до речі, я зроблю це у Каліфорнії». Довідавшись про плани Шоклі, Келлі навіть не намагався відмовити його. Зовсім навпаки: «Я сказав йому, що якщо він думає, що зможе заробити мільйон доларів, то вперед!». Келлі навіть зателефонував Лоуренсу Рокфеллеру та порекомендував йому допомогти з фінансуванням запропонованого Шоклі проекту.²⁷⁴

В процесі боротьби з усім, що навалилося на нього, 1954 року Шоклі пережив кризу середнього віку. Він допоміг дружині боротися з раком яєчника, а потім дочекався ремісії і пішов від неї. Незабаром самотній Шоклі знайшов собі нову подругу, з якою пізніше одружився. Він узяв відпустку у Bell Labs та, оскільки це була класична криза середнього віку, навіть придбав спортивний автомобіль — зелений двомісний кабриолет Jaguar XK120.

Шоклі попрацював один семестр як запрошений професор у Каліфорнійському технологічному інституті, а потім консультантом у складі групи з оцінки якості озброєнь армії США у Вашингтоні, але більшу частину часу він подорожував країною, намагаючись зрозуміти, як влаштувати своє підприємство, навідувався до технологічних компаній та зустрічався з успішними підприємцями на зразок Вільяма Г'юлетта та Едвіна Ленда. «Гадаю, слід спробувати роздобути який-небудь капітал та почати власну справу, — писав він подружці. — Зрештою, очевидно, що я розумніший, енергійніший та краще за більшість усіх цих хлопців розумію людей». Його щоденники за 1954 рік свідчать про спроби осмислити свої пошуки. «Недооцінка з боку босів, що вона означає?», — написав він якось. Як і в багатьох біографіях, у життєписі Шоклі був присутній мотив виправдати сподівання померлого батька. Розмірковуючи про свій план створити компанію, яка зробить транзистори всюдисущими, він писав: «Ідея схопити зірку з неба, тато пишався б».²⁷⁵

Схопити зірку з неба. Попри те, що Шоклі так і не стане успішним бізнесменом, цього він досягне. Компанія, яку він збирався заснувати, перетворить долину, відому абрикосовими садками, на долину, відому перетворенням кремнію на золото.

Shockley Semiconductor

На щорічному святкуванні в Торговій палаті Лос-Анджелеса в лютому 1955 року вшановували двох піонерів електроніки: Лі де Фореста, який винайшов радіолампу, та Шоклі, винахідника її заміни. Шоклі сидів поряд зі славним промисловцем Арнольдом Бекманом, віце-головою Палати. Як і Шоклі, Бекман раніше працював на Bell Labs, де розробляв методи виготовлення радіоламп. Працюючи професором Каліфорнійського технологічного інституту, він винайшов низку вимірювальних приладів, зокрема для вимірювання кислотності лимонів, і використав свій винахід як фундамент для побудови великої виробничої компанії.

У серпні того ж року Шоклі запросив Бекмана до ради директорів пропонуваної ним транзисторної компанії. «Я трохи розпитав його про те, хто ще буде в раді, — пригадував Бекман, — і виявилось, що він збирався мати раду директорів, складену майже з усіх представників приладобудівного бізнесу, які будуть його конкурентами». Бекман збагнув, наскільки «неймовірно наївним» був Шоклі, тож аби допомогти йому розробити більш розумний підхід, запросив його провести тиждень у Ньюпорт-Біч, де він тримав свій вітрильник.²⁷⁶

План Шоклі полягав у виготовленні транзисторів внаслідок використання газової дифузії для додавання домішок у кремній. Регулюючи час, тиск та температуру, він міг точно керувати процесом, що давало змогу масово виробляти транзистори різних видів. Вражений ідеєю, Бекман переконав Шоклі не створювати власну компанію, а натомість очолити новий підрозділ компанії Beckman Instruments, який він і фінансував би.

Бекман хотів, щоб підприємство розташовувалося в районі Лос-Анджелеса, як і більшість інших підрозділів його компанії. Але Шоклі наполягав, щоб воно розміщувалося в Пало-Альто, де він виріс і де мешкала його мати. Вони з нею були надзвичайно близькі, хоча дехто вважав такі стосунки доволі дивними, і саме ця обставина мала історичне значення, оскільки допомогла створити Кремнієву долину.

Пало-Альто, як і за дитинства Шоклі, було маленьким університетським містечком, оточеним садками. Але в 1950-х роках його населення зросте удвічі, до 55 тис., а ще тут буде збудовано дванадцять нових початкових шкіл. Цей вплив частково пояснювався бумом у оборонній промисловості, спричиненим «холодною війною». Касети з плівкою, скинуті шпигунськими літаками U-2 ВПС США, надсилалися до Науково-дослідного центру NASA імені Еймса у сусідньому Санта-Барбарі. У навколишніх районах осідали підрядники Міністерства оборони, такі як Lockheed Missiles and Space Division, де будувалися балістичні ракети, що запускалися з підводних човнів, та Westinghouse, де вироблялися радіолампи і трансформатори для ракетних

систем. Наче гриби після дощу розросталися райони типової забудови для облаштування молодих інженерів та молодших професорів Стенфордського університету. «Усі ці військові компанії перебували на самісінькому вістрі прогресу, — пригадував Стів Джобс, який народився 1955 року та виріс у цьому районі. — Все було загалом високотехнологічним, тож життя там було дуже захопливим».²⁷⁷

Поруч із підрядниками Міністерства оборони виникали компанії, які виготовляли електричні вимірювальні прилади та інші технологічні пристрої. Ця галузь сягала своїм корінням 1938 року, коли підприємець-електронник Дейв Пакард і його нова дружина переїхали до будинку в Пало-Альто. У їхньому сараї згодом облаштувався Дейвів приятель Білл Г'юлетт. Будинок також мав гараж — прибудову, яка виявиться як корисною, так і культовою для всієї долини. Саме тут вони щось майстрували, аж доки не отримали перший власний продукт — звуковий генератор. До початку 1950-х років компанія Hewlett-Packard стала прикладом для технологічних стартапів цього регіону.²⁷⁸

На щастя, там знайшлося місце і для підприємців, які переросли власні гаражі. 1953 року Фред Терман, докторант Веннівера Буша у МІТ, який став деканом факультету інженерної справи Стенфордського університету, створив на трьох гектарах необроблених університетських угідь технопарк, в якому технологічні компанії могли задешево орендувати землю та будувати нові офіси. Це сприяло трансформації району. Г'юлетт та Пакард були студентами Термана, і він переконав їх залишитися у Пало-Альто, де вони й заснували свою компанію, замість того щоб, як більшість найкращих випускників Стенфорду, переїхати на схід. Вони стали одними з перших орендарів у Стенфордському науково-дослідному парку. Впродовж 1950-х років Терман, який став проректором Стенфордського університету, розширював технопарк, заохочуючи його жителів встановлювати символічні відносини зі Стенфордом; робітники та керівники компаній могли навчатися або викладати на півставки в університеті, а університетським професорам надавався час для консультування нових компаній. Зрештою зі Стенфордського офісного парку виростуть сотні компаній, від Varian до Facebook.

Коли Терман дізнався, що Шоклі розмірковує над розміщенням свого нового підприємства у Пало-Альто, він написав ввічливого листа, в якому описав усі принади від близькості до Стенфорду. «Переконаний, розташування [вашого підприємства] тут буде взаємовигідним», — написав він наостанок. Шоклі погодився. Поки в Пало-Альто будували нове приміщення штаб-квартири компанії Shockley Semiconductor Laboratories, підрозділу Beckman Instruments, співробітники компанії тимчасово розмістилися у збірному бараці з гофрованого заліза, який раніше використовували для зберігання абрикосів. Кремній прийшов у долину.

Роберт Нойс та Гордон Мур

Шоклі спробував найняти деяких дослідників, з якими працював у Bell Labs, але ті надто добре його знали. Тож він заходився складати список найкращих інженерів країни в галузі напівпровідників та відразу ж телефонував їм. Найвидатнішим із тих, кому судилося стати найславетнішим із обраних, був Роберт Нойс, харизматичний 28-річний золотий хлопчик із Айови з докторським ступенем МІТ. На той час він очолював науково-дослідний відділ компанії Philco у Філадельфії. У січні 1956 року Нойс узяв слухавку та почув слова: «Це Шоклі». Він відразу ж зрозумів, хто це. «Це було наче взяти слухавку і поговорити з Богом», — згадував Нойс.²⁷⁹ Пізніше він жартував: «Коли він приїхав сюди облаштовувати Shockley Labs, він свиснув, і я прибіг».²⁸⁰

Дитинство Нойса, третього із чотирьох синів конгрегаціоналістського священика, пройшло в крихітних фермерських містечках Айови — Берлінгтоні, Атлантику, Декорі, Вебстер-Сіті, куди направляли його батька. Обидва його діди також були священиками конгрегаціоналістської церкви — нон-конформістського протестантського руху, продукту пуританської реформації. Хоча Нойс не успадкував їхньої релігійної віри, він усе ж таки перейняв відразу до ієрархії, централізованої влади та автократичного керівництва.²⁸¹

Коли Нойсу виповнилося дванадцять років, його сім'я нарешті осіла у Грінеллі (населення якого на той час налічувало 5200 осіб), приблизно за вісімдесят кілометрів на схід від Де-Мойна; там його батько отримав адміністративну посаду в церкві. Центральним елементом містечка був Грінелл-коледж, заснований 1846 року групою конгрегаціоналістів із Нової Англії. Нойс зі своєю дивовижною усмішкою та струнким граційним тілом був зіркою місцевої школи як учень, атлет та предмет обожнювання. «Швидка скривлена усмішка, гарні манери та порядна родина, хвилясте волосся, що підіймалося вгору на чолі, рішучість пройдисвіта — все це разом створювало привабливу комбінацію», — писала його біограф Лезлі Берлін. «Гадаю, він був найкрасивішим чоловіком, якого я коли-небудь зустрічала», — згадувала його шкільна подруга.²⁸²

Багато років по тому літературний журналіст Том Вулф написав приголомшливий біографічний нарис про Нойса для Esquire, в якому мало не канонізував свого героя:

У Боба була особлива манера слухати і дивитися. Він трохи схиляв голову та дивився знизу вгору поглядом, в якому, здавалося, була сотня ампер. Поки він дивився на вас, то жодного разу не кліпав очима і не ковтав слину. Він убирав усе, що ви сказали, а потім дуже розважливо відповідав м'яким баритонем, нерідко з усмішкою, демонструючи свої ідеальні зуби. Погляд, голос, усмішка; все було трохи схоже на кіношній образ найвідомішого випускника Грінелл-коледжу, Гері Купера. Своім рішучим обличчям, атлетичною статурою та манерами

Гері Купера Боб Нойс випромінював те, що психологи називають гало-ефектом. Люди з гало-ефектом видаються такими, які точно знають, що роблять, і навіть більше — змушують вас хотіти шанувати їх за це. Вони змушують вас бачити німби над їхніми головами.²⁸³

У дитинстві Нойсу пішла на користь звичайна на ті часи ситуація: «Тату завжди вдавалося влаштувати у підвалі щось на зразок майстерні». Юний Нойс обожнював робити різні штуки, в тому числі радіоламповий приймач, санчата з пропелером та налобний ліхтар, яким користувався, коли рано-вранці розносив газети. Але найвідомішим його витвором був дельтаплан, на якому він літав, причепившись до бампера автомобіля, що швидко рухався, чи стрибаючи з даху сарая. «Я зростав у американській глушині, тож ми мали бути самодостатніми. Якщо щось ламалося, ти лагодив його сам».²⁸⁴

Як і його брати, Нойс навчався найкраще в класі. Він косив газон Гранта Гейла, шанованого професора, який викладав фізику у Грінелл-коледжі. Мати, яка познайомилася з Гейлами в церкві, допомогла Нойсу отримати дозвіл на відвідування курсу Гейла у коледжі упродовж останнього року навчання в школі. Гейл став інтелектуальним наставником Нойса, і їхня співпраця продовжилася наступного року, коли хлопець вступив до Грінелл-коледжу.

Там він навчався відразу на двох спеціальностях — математиці та фізиці. До того ж юнак брав активну участь у всіх заходах — академічних та позакласних. Він виробив у собі звичку виводити на уроках фізики кожну формулу з нуля, у складі команди з плавання став чемпіоном Середньозахідної конференції зі стрибків у воду, грав на гобої в оркестрі, співав у хорі, розробляв схеми для авіамоделного клубу, грав головну роль у мильній опері на радіо та допомагав своєму професору математики вести заняття з матаналізу, присвячені комплексним числам. Хоч як дивно, попри все це, всі його любили.

Його шахраювата чемність інколи підводила його під монастир. Коли на третьому році навчання однокласники вирішили влаштувати весняну гавайську вечірку, Нойс із товаришем зголосилися дістати порося для того, щоб засмажити. Хильнувши кілька чарок, вони прокралися на сусідню ферму та, поєднавши силу із вправністю, викрали десятикілограмове молочне порося. Заколовши верескливе створіння ножами у душовій на верхньому поверсі гуртожитку, вони його засмажили. Після цього було багато радості, аплодисментів, їжі та питва. Наступний ранок приніс моральне похмілля. Нойс із приятелем пішли до того фермера, зізналися у скоєному й запропонували заплатити за вчинене неподобство. У казці його нагородили б медаллю імені Джорджа Вашингтона і його вишневого дерева. Але в бідній фермерській провінції штату Айова крадіжка, яку він вчинив, не здавалася ані смішною, ані простимою. Ферма належала суворому меру містечка, і він пригрозив

подати до суду. Зрештою професор Гейл допоміг укласти компромісну угоду: Нойс мав заплатити за порося та на один семестр його відсторонили від навчання, проте не відрахували. Нойс прийняв покарання як належне.²⁸⁵

Коли в лютому 1949 року Нойс повернувся до коледжу, Гейл зробив йому ще більшу послугу. У коледжі професор товаришував із Джоном Бардіном, тож коли він прочитав про транзистор, який Бардін співвинайшов у Bell Labs, він написав йому та попросив зразок. Він також зв'язався з президентом Bell Labs, який колись теж навчався у Грінелл-коледжі, а зараз тут здобували освіту двоє його дітей. До Грінелл-коледжу надійшов стос технічних монографій, а за ними й транзистор. «Грант Гейл роздобув один із перших взагалі вироблених точково-контактних транзисторів, — пригадував Нойс. — Це було на моєму третьому році навчання. Вважаю, це була одна з тих речей, під впливом яких я зайнявся транзисторами». У пізнішому інтерв'ю Нойс описував своє захоплення більш яскраво: «Концепція вразила мене, наче атомна бомба. Це було просто приголомшливо. Сама ідея, що можна отримати підсилення без радіолампи. Це була одна з тих ідей, що просто вибивають тебе з колії, змушують мислити інакше».²⁸⁶

Закінчивши коледж, Нойс одержав те, що, для людини з його вдачею і шармом, було найвищою відзнакою коледжу, присудженою за результатами голосування серед його однокласників: приз «Коричневий дербі», що вручався «випускнику, який отримав найвищі оцінки, хоча й працював найменше». Але прибувши до МІТ для здобуття докторського ступеня, він збагнув, що йому треба буде працювати старанніше. Його знання з теоретичної фізики визнали недостатніми, тож йому довелося слухати вступний курс із цієї теми. До другого року він цілком упорався з навчанням і здобув академічну стипендію. Його дисертація була присвячена дослідженню проявів фотоелектричного ефекту у поверхневому стані ізоляторів. Хоча вона не була тріумфом лабораторної роботи чи аналізу, проте він ознайомився із дослідженнями Шоклі в цій сфері.

Тож отримавши запрошення від Шоклі, він залюбки погодився. Але перед тим хлопець мав виконати доволі дивну забаганку свого нового шефа. Шоклі, якому в дитинстві не вдалося тріумфувати на IQ-тесті, і який вже починав виявляти моторошну параною, яка затьмарить його подальшу кар'єру, наполягав, щоб його нові працівники склали низку психологічних та інтелектуальних іспитів. Тож Нойс цілий день провів на Мангеттені в організації, яка займалася психологічним тестуванням, реагуючи на чорнильні плями, висловлюючи думку про химерні малюнки та проходячи тести на профпридатність. Його кваліфікували як інтроверта і не дуже гарного потенційного менеджера, що свідчило радше про слабкі місця тестів, аніж про Нойса.²⁸⁷



Роберт Нойс (1927–1990)
у Fairchild, 1960 р.



Гордон Мур (нар. 1929) у Intel,
1970 р.



Гордон Мур (на задньому плані ліворуч), Роберт Нойс (на передньому плані у центрі) та інші члени «зрадницької вісімки», які 1957 року покинули компанію Шоклі та заснували Fairchild Semiconductor

Іншим вдалим придбанням Шоклі, якого психологічна фірма також визнала поганим потенційним менеджером, був солодкоголосий хімік Гордон Мур, якого дзвінок Шоклі також застав зненацька. Шоклі ретельно збирав команду людей із різними науковими талантами, які можна було змішати для каталізації інновації. «Він знав, що хіміки стали йому у пригоді у Bell Labs, тому вважав, що вони потрібні йому і в новій компанії, тож натрапив на моє ім'я та зателефонував, — розповідав Мур. — На щастя, я його впізнав. Я підняв слухавку, і він мовив: „Привіт, це Шоклі“». ²⁸⁸

Завдяки своєму скромному та м'якому характеру, за яким приховувався високоточний розум, Гордон Мур став однією з найшановніших та найулюбленіших постатей Кремнієвої долини. Він виріс неподалік Пало-Альто, у Редвуд-Сіті, де його батько був заступником шерифа. Коли йому було одинадцять, у сусідського хлопчика з'явився набір юного хіміка. «У ті часи набори юних хіміків містили дійсно круті штуkenції», — пригадував Мур і нарікав, що відтоді урядові правила та батьківські страхи кастрували ці набори і, цілком ймовірно, позбавили країну певної кількості потрібних їй учених. Йому вдалося виготовити трохи нітрогліцерину, який він перетворив на динаміт. «Із двох унцій динаміту виходить абсолютно неймовірна петарда», — радісно згадував він в інтерв'ю, перебираючи всіма десятима пальцями, щоб продемонструвати, що всі вони пережили його дитячі витівки. ²⁸⁹ Забавки із хімічним набором, розповідав він, допомогли йому стати на шлях до ступеня з хімії у Берклі та докторського ступеня у Калтеху.

Від народження та до завершення докторської дисертації Мур ніколи не подорожував далі, ніж на схід від Пасадени. Він був чистокровним каліфорнійцем, безтурботним та привітним. Упродовж короткого періоду після одержання докторського ступеня він працював у фізичній лабораторії ВМС у Меріленді. Але він та його кохана дружина, Бетті, також уродженка північної Каліфорнії, прагнули повернутися додому, тож на дзвінок Шоклі він відреагував позитивно.

Коли Мур прийшов на співбесіду, йому було 27, тобто він був на один рік молодший від Нойса, але уже почав лисіти. Шоклі засипав його питаннями та головоломками, відміряючи відведений на відповіді час секундоміром. Мур проявив себе настільки блискуче, що Шоклі узяв його з собою на обід до Rikeys Huatt House, місцевої забігайлівки, та показав йому фокус зі згинанням ложки без застосування до неї, здавалося б, ніякої фізичної сили. ²⁹⁰

Десяток найнятих Шоклі інженерів (майже всім було менше тридцяти) вважали його трохи дивакуватим, але абсолютно геніальним. «Одного дня він просто зайшов до моєї лабораторії у МІТ, і я подумав: „Господи, я ще ніколи не зустрічав когось настільки геніального“, — відзначав фізик Джей Ласт. — Я докорінно змінив свої кар'єрні плани та сказав: „Я хочу до Каліфорнії, щоб працювати із цією людиною“». Серед інших найнятих були Джин

Гоєрні, фізик швейцарського походження, та Юджин Кляйнер, який пізніше стане великим венчурним капіталістом. Станом на квітень 1956 року нових співробітників набралось достатньо для того, щоб влаштувати вітальну вечірку. Нойс їхав автомобілем через усю країну аж із Філадельфії; він дуже поспішав, щоб устигнути. Нойс приїхав о десятій вечора, саме коли Шоклі соло танцював танго із трояндою у зубах. Один із інженерів так описав прибуття Нойса його біографу Берліну: «Він був неголений, мав такий вигляд, наче жив у своєму костюмі тиждень — і він дуже хотів пити. На столі стояла величезна чортова посудина з мартіні. Нойс бере цю чортову посудину і починає пити [з неї]. Потім вирубається. І я сказав собі: „Це буде дуже весело“». ²⁹¹

Крах Шоклі

Деякі лідери здатні бути вольовими та вимогливими і разом з тим добиватися вірності від підлеглих. Вони звеличують зухвалість так, що це підкреслює їхню харизматичність. Взяти, приміром, Стіва Джобса; його особистий маніфест, замаскований під телевізійну рекламу, починався так: «Вип'ємо ж за божевільних. За невдах. За бунтівників. За баламутів. За круглі затички в квадратних дірках». Засновник Amazon Джефф Безос мав аналогічну здібність надихати. Майстерність полягає у тому, щоб змусити людей слідувати за тобою навіть туди, куди, на їхню думку, йти не можна, заохотити їх розділити твоє розуміння місії. Шоклі такого таланту не мав. Завдяки своїй харизмі він міг найняти геніальних працівників, але вже незабаром після початку спільної роботи вони, як раніше Бреттейн та Бардін, починали відчувати себе пригніченими під його недолугим керівництвом.

Одним із важливих талантів для лідера є відчуття того, коли слід ламати опір тих, хто сумнівається, а коли слід зважати на їхню думку. Шоклі не вмів дотримуватися цього балансу. Одна з таких ситуацій виникла, коли він придумав чотиришаровий діод, який, на його переконання, був би швидшим та універсальнішим за тришаровий транзистор. В певному розумінні це був перший крок до інтегральних схем, оскільки новий пристрій виконував би задачі, вирішення яких вимагало чотирьох чи п'яти транзисторів на платі. Але його було складно виготовляти (різні боки тонкого, як папір, шару кремнію повинні були містити різні домішки), і більшість готових зразків, що сходили з конвеєра, виявлялися бракованими. Нойс намагався переконати Шоклі облишити той діод, але марно.

Багато інноваторів-перетворювачів також були вперті у просуванні своїх нових ідей, але Шоклі перетнув межу, яка відокремлює провидців від галюцинаторів, і перетворився на хрестоматійний приклад поганого керівника. У своїй гонитві за чотиришаровим діодом він став потайним, непохитним, авторитарним та маячним. Він сформував закриті команди та відмовлявся

ділитися інформацією з Нойсом, Муром та іншими колегами. «Він не міг змиритися з тим, що ухвалив невдале рішення, тож почав звинувачувати усіх навколо, — пригадував Джей Ласт, єдиний інженер, який йому опирався. — Він був дуже жорстоким. Спершу я був для нього світловолоосим хлопчиком, але зрештою став однією з причин усіх його негараздів».²⁹²

Параноя Шоклі, що вже почала проникати в особистісні шари, виявлялася у вигляді руйнівних інцидентів. Приміром, коли одна з секретарок порізала палець, відчиняючи двері, Шоклі вирішив, що це був спланований саботаж. Він наказав усім працівникам пройти тест на детекторі брехні. Більшість відмовилася, тож Шоклі був змушений відступити. Пізніше виявилось, що секретарка порізала об залишки канцелярської кнопки, якою кріпили оголошення на дверях. «Не думаю, що Шоклі личить слово „деспот“, — казав Мур. — Він був складною людиною. Він був дуже змагальним і змагався навіть із людьми, що працювали на нього. Як дилетант, я б ще поставив йому діагноз „параноїк“».²⁹³

Найгіршим було те, що захоплення Шоклі чотиришаровим діодом виявилось необґрунтованим. Подеколи різниця між геніями та мудаками полягає лише в тому, чи виявляються їхні ідеї правильними. Якби Шоклів діод виявився корисним, чи якби він розвинув його в інтегральну схему, його, можливо, знову вшанували б як провидця. Але цього не сталося.

Ситуація погіршилася після того, як Шоклі разом зі своїми колишніми партнерами Бардіном та Бреттейном отримав Нобелівську премію. Коли вранці 1 листопада 1956 року Шоклі зателефонували та повідомили про це, він спершу вирішив, що то розіграш на Гелловін. Пізніше його охопила загадкова підозра, що є люди, які намагаються позбавити його премії, тож він написав Нобелівському комітету лист, в якому просив надати інформацію про тих, хто письмово висловлювався проти нього, але його прохання було відхилене. Та принаймні того дня напруга дещо спала і з'явилася нагода святкувати. У Riskey's було влаштовано званий сніданок із шампанським.

Шоклі досі цурався Бардіна та Бреттейна, але коли їхні родини зустрілися у Стокгольмі для участі в церемонії нагородження, атмосфера була доволі широю. Голова Нобелівського комітету скористався своєю промовою, щоб підкреслити поєднання особистої геніальності із командною роботою, що призвело до винайдення транзистора. Він назвав це «вищим досягненням передбачливості, винахідливості та наполегливості, виявлених індивідуально та в команді». Тієї ночі Бардін та Бреттейн випивали у барі Гранд-готелю, коли, невдовзі після півночі, туди зайшов Шоклі. Шість років вони з ним майже не розмовляли, але тимчасово забули про давні суперечки та запросили його до свого столика.

Після повернення зі Стокгольма Шоклі почувався великим цабе, але його комплекси нікуди не ділися. У розмові зі співробітниками він зазначив, що його внески давно варто було відзначити. Атмосфера на фірмі, за спостереженнями Ласти, «дуже швидко погіршувалася», доки вона не почала нагадувати «велику психіатричну лікарню». Нойс попередив Шоклі про те, що накопичилося «загальне відчуття обурення», але його пересторога не подіяла.²⁹⁴

Оскільки Шоклі не хотів ділитися авторством, йому було вкрай складно створити дух співпраці. Коли у грудні 1956 року, через місяць після одержання Шоклі «нобелівки», деякі його працівники написали статті для розгляду Американським фізичним товариством, він зажадав, щоб на всіх них стояло його ім'я як співавтора. Те саме стосувалося більшості поданих його фірмою патентних заявок. При цьому він, заперечуючи самого себе, наполягав, що у будь-якого пристрою є лише один справжній винахідник, оскільки «лампочка спалахує тільки в голові у когось одного». Всі інші, додавав він, були «лише помічниками».²⁹⁵ І це при тому, що його власний досвід роботи у складі команди, яка винайшла транзистор, мав би переконати його в хибності такого твердження.

Самозакоханість Шоклі призводила до його сутичок не лише з підлеглими, а й із його номінальним босом та власником, Арнольдом Бекманом. Коли Бекман прилетів на нараду, яка стосувалася необхідності контролювати витрати, Шоклі здивував усіх, проголосивши за присутності усіх керівників підрозділів: «Арнольде, якщо тобі не подобається, що ми тут робимо, я можу забрати цю групу і пошукати підтримки деінде». Принизивши в такий спосіб власника компанії перед співробітниками, він просто вибіг із кімнати.

Тож коли у травні 1957 року Бекману зателефонував Гордон Мур, якого роздратовані колеги відрядили викласти їхні спільні претензії, той поставився до цього дуже уважно. «Справи у вас там ідуть не дуже добре, еге ж?» — запитав він.

«Так, насправді не дуже, навіть дуже не добре», — відповів Мур, який запевнив Бекмана, що якщо Шоклі піде, провідні працівники залишаться.²⁹⁶ Але він попередив також і про те, що якщо місце Шоклі не посяде компетентний менеджер, працівники, найімовірніше, підуть.

Мур та його колеги нещодавно подивилися фільм «Бунт на „Кейні“», тож заходилися плести змову проти свого капітана Квіга.²⁹⁷ Упродовж кількох наступних тижнів в ході низки таємних зустрічей та обідів Бекмана із сімома невдоволеними провідними працівниками під проводом Мура було направлено угоду про переведення Шоклі на позицію старшого консультанта без керівних обов'язків. Бекман запросив Шоклі на обід та повідомив про зміни.

Спершу Шоклі підкорився. Він мав віддати керівництво лабораторією Нойсу та обмежити свої обов'язки пропонуванням ідей та стратегічними

порадами. Але потім він передумав. Випускати з рук кермо було не в стилі Шоклі. Він сказав Бекману, що Нойс не буде «агресивним лідером» і не виявлятиме достатньої рішучості, і ця критика була по-своєму обґрунтованою. Так, Шоклі був занадто одержимим та рішучим, але Нойсу, при всій його вродженій приємності та послужливості, не завадило б трохи твердості. Ключовим викликом для менеджерів є знаходження балансу між рішучістю та колегіальністю, і ані Шоклі, ані Нойс не були цілковито готові до цього.

Змушений обирати між Шоклі та трудовим колективом, Бекман виявив легкодухість. «Через одне своє помилкове почуття відданості я відчував, що в боргу перед Шоклі та маю дати йому достатньо вагомих шанс проявити себе, — пізніше пояснював Бекман. — Якби тоді я знав те, що знаю зараз, я розпрощався б із Шоклі».²⁹⁸ Рішення Бекмана приголомшило Мура і його прибічників. «По суті, Бекман сказав: „Шоклі — бос, подобається вам це чи ні”, — пригадував Мур. — Ми зрозуміли, що групі молодих докторів філософії не так вже й легко посунути вбік новоспеченого лауреата Нобелівської премії». Заколот був неминучий. «Нас просто облягли з усіх боків, і ми зрозуміли, що маємо піти», — сказав Ласт.²⁹⁹

У ті часи покинути визнану компанію і заснувати власну фірму-конкурента було вельми незвичним вчинком, тож була потрібна певна мужність. «Бізнес-культура, що існувала в цій країні, проголошувала, що ти йдеш працювати на компанію, ти лишаєшся у тій компанії і йдеш на пенсію з тієї компанії, — зазначав Реджіс Маккенна, який став маркетинговим світилом для технологічних фірм. — Саме такими були традиційні цінності Східноузбережної — та навіть Середньозахідної — Америки». Тепер це вже, звісно, не так, і повстанці проти Шоклі безпосередньо причетні до цього культурного зсуву. «Нині це виглядає легко, бо є традиція — значною мірою започаткована тими хлопцями, — що в цьому місті це допустимо, — казав Майкл Мелоун, історик Кремнієвої долини. — Вигідніше піти, започаткувати власну компанію та зазнати невдачі, аніж працювати в тій самій компанії тридцять років. Але в 1950-х все було інакше. Це було так лячно, що аж дрижаки беруть».³⁰⁰

Мур провів збори бунтівників. Спершу їх було семеро — Нойс ще не погоджувався, — і вони вирішили створити власну компанію. Але на це потрібно було фінансування. Тож один із них, Юджин Кляйнер, написав листа брокеру свого батька з поважної брокерської фірми Hayden, Stone & Co. з Волл-стріт. Описавши їхні посади та досягнення, він проголосив: «Ми переконані, що наша компанія зможе увійти у напівпровідниковий бізнес упродовж трьох місяців». Лист зрештою опинився на столі у Артура Рока, 30-річного аналітика, чий ризикові інвестиції були успішні ще відтоді, як він навчався у Гарвардській школі бізнесу. Рок переконав свого боса, Бада Койла, що варто з'їздити на захід і все вивчити.³⁰¹

Коли Рок та Койл зустрілися із сімкою у готелі Clift у Сан-Франциско, вони зрозуміли, що дечого бракує: лідера. Тож вони підбили бунтарів залучити Нойса, але той опирався, оскільки відчував себе зобов'язаним Шоклі. Та зрештою Мур переконав його прийти на наступну зустріч. Рок був вражений: «Щойно я побачив Нойса, мене вразила його харизма, і стало очевидно, що він був їхнім природним лідером. Вони корилися йому».³⁰² На тій зустрічі члени групи, включаючи Нойса, уклали пакт, що разом підуть із компанії і створять нову фірму. Койл витяг кілька новеньких хрустких доларових купюр, які вони підписали як символічний контракт один з одним.

Дістати гроші на відкриття цілком незалежної компанії, особливо від зна-них корпорацій, було важко.

Ідея стартового фінансування стартапів ще не була достатньо розвинута; цій важливій інновації, як ми побачимо далі, доведеться почекати наступного разу, коли Нойс та Мур візьмуться за новий проект. Отож вони шукали корпоративного спонсора, який міг би задовольнити їх як напівавтономний підрозділ, так само, як Бекман зробив із Шоклі. Упродовж кількох наступних днів змовники вивчали Wall Street Journal та склали список із тридцяти п'яти фірм, які могли б їх прийняти. Повернувшись до Нью-Йорка, Рок почав їх обдзвонювати, але марно. «Ніхто не бажав влаштувати в себе окрему компанію-підрозділ, — пригадував він. — Вони вважали, що їхні власні працівники будуть невдоволені. Ми витратили на це кілька місяців і вже хотіли здаватись, аж раптом хтось запропонував мені зустрітись із Шерманом Фейрчайльдом».³⁰³

Це була гарна партія. Фейрчайльд, власник Fairchild Camera and Instrument, був винахідником, плейбоем, підприємцем та найбільшим окремим акціонером ІВМ, співзасновником якої був його батько. Ще на першому курсі Гарварду він винайшов першу камеру із синхронізованим спалахом. Згодом він розробляв аерозйомку, радарні камери, спеціалізовані літаки, методи освітлення тенісних кортів, високошвидкісні касетні магнітофони, літографії для друку газет, машини для кольорового гравірування та вітросійкі сірники. З розвитком справи він додав до свого спадку ще один статок і витрачав його так само радісно, як заробляв. Він був частим гостем ресторану «21» та нічного клубу El Morocco, маючи при собі (за словами часопису Fortune) «кожні кілька днів нову красиву дівчину, наче свіжу бутоньєрку», та спроектував собі футуристичний будинок у Верхньому Іст-Сайді Мангеттена зі скляними стінами та пандусами, що здіймалися над атріумом, облицьованим зеленою керамічною плиткою, в якому було розбито садок із каміння.³⁰⁴

Фейрчайльд охоче виклав півтора мільйона доларів на відкриття нової компанії — майже удвічі більше, ніж попервах хотіли восьмеро засновників — в обмін на угоду з опціоном. Якщо компанія виявиться успішною, він мав можливість відразу ж придбати її за три мільйони.

Прозвані «зрадницькою вісімкою», Нойс і його ватага влаштувалися неподалік Шоклі на околиці Пало-Альто. Shockley Semiconductor так і не оговталася від цього удару. Шість років по тому Шоклі здався та влаштувався викладачем у Стенфорд. Його параноя дедалі прогресувала, і він став одержимий думкою, що чорношкірі мають генетично зумовлений менший IQ, і їм треба заборонити мати дітей. Геній, що створив концепцію транзистора та привів народ до обітваної землі Кремнієвої долини, перетворився на парію; він не міг спокійно прочитати жодної лекції, адже тепер його переривали агресивні нападки з аудиторії.

Натомість «зрадницька вісімка», яка сформувала компанію Fairchild Semiconductor, опинилася в потрібному місці в потрібний час. Попит на транзистори дедалі зростав через збільшення кількості кишенькових приймачів, випуск яких налагодив Пет Хегґерті з Texas Instruments, і він от-от мав злетіти просто-таки до небес; 4 жовтня 1957 року, лише через три дні після створення Fairchild Semiconductor, росіяни запустили «Супутник» і розпочали космічні перегони зі Сполученими Штатами. Цивільна космічна програма та військова програма з побудови балістичних ракет спричинили величезний попит як на комп'ютери, так і на транзистори. Це також сприяло тому, що ці технології розвивалися в тісному взаємозв'язку. Оскільки комп'ютери мали бути достатньо маленькими, щоб поміститися в носовий конус ракети, було конче необхідно знайти способи запхати у крихітні пристрої сотні, а потім і тисячі транзисторів.

МІКРОЧІП

У статті на відзначення десятої річниці транзистора, опублікованій 1957 року саме тоді, коли створювалася Fairchild Semiconductor та запускався «Супутник», один із шефів Bell Labs вказав на проблему, яку назвали «тиранією чисел». У міру зростання кількості компонентів схеми, кількість зв'язків зростає значно швидше. Приміром, для побудови системи з десяти тисяч складових може знадобитися прокласти на схемі 100 000 (або навіть більше) маленьких дровових зв'язків, найчастіше спаяних вручну. За таких умов ні про яку надійність не могло бути й мови.

Натомість це стало інгредієнтом рецепта чергової інновації. Необхідність вирішення цієї наростаючої проблеми збіглася у часі з сотнями маленьких досягнень у способах виготовлення напівпровідників. Ця комбінація породила винахід, зроблений незалежно одразу у двох різних місцях: Texas Instruments та Fairchild Semiconductor. У результаті на світ з'явилася інтегральна схема, відома під назвою «мікрочіп».

Джек Кілбі

Джек Кілбі був іще одним із тих хлопчаків із сільського Середнього Заходу, які працювали у домашній майстерні разом із батьком та складали аматорські радіоприймачі.³⁰⁵ «Я виріс серед працелюбних нащадків переселенців з американських Великих рівнин», — проголосив він, отримавши Нобелівську премію.³⁰⁶

Він виріс у Грейт-Бенді, посередині Канзасу, де його батько керував місцевим комунальним підприємством. Улітку вони їздили на родинному «б'юїку» до далеких генераторних станцій та, якщо щось було не так, разом нишпорили ними, вишукуючи проблему. В одну страшну хуртовину вони за допомогою аматорського радіо тримали зв'язок із районами, де в клієнтів пропав телефонний зв'язок, і важливість таких технологій просто-таки заворожила юного Кілбі. «Уперше важливість радіо і, відповідно, електроніки я оцінив під час бурану, коли був підлітком, — розповідав він кореспонденту Washington Post Ріду. — Я побачив, що вони дійсно впливають на життя людей, тримають їх у курсі та на зв'язку, дарують їм надію».³⁰⁷ Він вивчився,

здобув ліцензію радіолюбителя та повсякчас вдосконалював свій приймач за допомогою добутих деталей.

Після невдалої спроби вступити до МІТ Джек Кілбі подався до Іллінойського університету, проте після Перл-Гарбора мусив перервати навчання для служби у ВМС. Його направили на радіоремонтний завод у Індії, де він ганяв до Калькутти, щоб придбати на чорному ринку радіодеталі, з яких у влаштованій у похідному наметі лабораторії складав непогані приймачі та передавачі. Він був тихим хлопцем із широкою усмішкою та безтурботною мовчазною вдачею. Особливим його робила невгамовна цікавість до винаходів. Він почав досліджувати кожен новий виданий патент. «Ти читаєш усе — це частина роботи, — казав він. — Ти накопичуєш усі ці дрібниці і сподіваєшся, що одного дня хоча б мільйонна їх частинка стане тобі у пригоді».³⁰⁸

Його першим місцем роботи стала Centralab — фірма з Мілуокі, яка виготовляла електронні деталі. Вона експериментувала зі способами поміщення складових, що використовувалися для виготовлення слухових апаратів, на єдину керамічну основу — віддалений провісник ідеї мікročіпа. 1952 року Centralab стала однією з компаній, які заплатили 25 тис. доларів за ліцензію на виготовлення транзисторів та скористалися готовністю Bell поділитися своїми знаннями. Кілбі прослухав організований Bell Labs двотижневий семінар — проживаючи з десятками інших слухачів у мангеттенському готелі і щоранку сідаючи у спецавтобус до Мюррей-Гіллу, — який включав детальні лекції про конструкції транзистора, практичні вправи у лабораторії та відвідини заводу з виготовлення транзисторів. Також Bell розіслала усім учасникам три томи технічних статей. Завдяки своїй надзвичайній готовності надавати дешеві ліцензії на свої патенти та ділитися знаннями, Bell Labs заклала фундамент цифрової революції, хоч сама повною мірою й не отримала зиску від неї.

Кілбі збагнув: для того, щоб бути в авангарді розробки транзисторів, треба працювати на більшу компанію. Влітку 1958 року, порівнявши щедрий вибір пропозицій, він вирішив приєднатися до Texas Instruments, де отримав можливість працювати із Петом Хегґерті та його видатною командою із досліджень транзисторів під проводом Вілліса Еджока.

Політикою Texas Instruments було передбачено, щоб усі брали відпустки лише впродовж певних двох тижнів у липні. Тож коли Кілбі прибув до Далласа, він ще не мав заробленої відпустки, а тому виявився ледь не єдиним працівником у лабораторії напівпровідників. Так він отримав час поміркувати над тим, що ще можна зробити із кремнієм, окрім виготовлення з нього транзисторів.

Джек знав, що якщо виготовити шматочок кремнію без жодної домішки, він працюватиме як простий резистор. Також він збагнув, що існує спосіб змусити *p-n*-перехід у шматку кремнію виконувати роль конденсатора, тобто

зберігати невеличкий електричний заряд. Як на те пішлося, з кремнію із різними домішками можна було виготовити будь-які електронні компоненти. Відштовхуючись від цього, він придумав те, що стало відоме під назвою «монолітна ідея»: всі ці компоненти можна було зробити в одному монолітному шматку кремнію, позбувшись у такий спосіб необхідності спаювати компоненти до купи на друкованій платі. У липні 1958 року, за шість років до того, як Нойс занотував аналогічну ідею, Кілбі описав її у своєму лабораторному записнику одним реченням, яке пізніше процитують під час вручення йому Нобелівської премії: «На одній скибці можна зробити такі елементи схеми: резистори, конденсатор, розподілений конденсатор, транзистор». Далі він накидав кілька грубих ескізів того, як саме будувати ці компоненти, певним чином розташовуючи на одній пластині ділянки кремнію із домішками, що надавали їм різних властивостей.

Коли бос Кілбі, Вілліс Едкок, повернувся з відпустки, він не був до кінця впевнений, що з того буде якась користь. На його думку, перед лабораторією стояли більш нагальні проблеми. Але він уклав із Кілбі угоду: якщо тому вдасться виготовити робочі конденсатор та резистор, Едкок дасть зелене світло роботі зі створення повної схеми на одному чіпі.

Усе сталося, як гадалося, і в вересні 1958 року Кілбі підготував демонстрацію, що не поступалася драматичності тій, яку одинадцять років тому влаштували у Bell Labs своєму начальству Бардін та Бреттейн. На кремнієвому чіпі, розміром із коротку зубочистку, Кілбі зібрав компоненти, які, в теорії, складали осцилятор. Під пильними поглядами групи виконавчих осіб, серед яких був голова компанії, знервований Кілбі під'єднав крихітний чіп до осцилоскопа. Він подивився на Едкока, який знизав плечима, немов промовляючи: «Нічого немає». Коли Кілбі натиснув на кнопку, лінія на екрані осцилоскопа пішла хвилями, як і мала б. «Усі розпливлися у широких усмішках, — писав Рід. — Почалася нова ера в електроніці».³⁰⁹

Це був не найелегантніший пристрій. У моделях, побудованих Кілбі восени 1958 року, використовувалася купа крихітних золотих дротиків, які з'єднували деякі компоненти всередині чіпа. На вигляд це було схоже на дорогі павутинки, що стирчали з кремнієвої гілочки. Пристрій був не лише потворний, а й непрактичний. Його не можна було виготовляти у великих кількостях. Утім це був перший мікрочіп.

У березні 1959 року, через кілька тижнів після подачі заявки на патент, Texas Instruments оприлюднила свій новий винахід, який назвала «твердотільною схемою». Вона також із великим пафосом продемонструвала кілька зразків під час щорічної конференції в Інституті радіоінженерів у Нью-Йорку. Президент компанії проголосив, що цей винахід стане найважливішим із часів транзистора. Це здавалося перебільшенням, та насправді було великим применшенням.

Оголошення Texas Instruments стало для Fairchild наче грім серед ясного неба. Нойс, який два місяці тому занотував власну версію цієї концепції, був розчарований тим, що його обійшли, та наляканий конкурентною перевагою, яку внаслідок цього могла отримати Texas Instruments.

Версія Нойса

Часто до однієї інновації ведуть кілька шляхів. Нойс із колегами з Fairchild ішли до створення мікročіпа з іншого боку. Все почалося з того, що вони зіткнулися із заплутаною проблемою: їхні транзистори працювали не дуже добре. Велика кількість виходила з ладу. Крихітна порошок або навіть потрапляння деяких газів могли їх зіпсувати. Як і різкий удар чи струс.

Джин Гоерні, фізик із Fairchild і один зі «зрадницької вісімки», знайшов дотепний вихід. Він, наче глазур на листковий пиріг, наносив на поверхню кремнієвого транзистора тонкий шар окису кремнію, який захищав кремній під ним. «Нарощення шару окису... на поверхні транзистора, — писав він у нотатнику, — захистить вразливі з'єднання від забруднення».³¹⁰

На честь пласкої площини окису, що вкривала кремній, метод назвали «планарним процесом». У січні 1959 року (вже після того, як Кілбі додумався до своїх ідей, але ще до моменту їх патентування чи оприлюднення), коли Гоерні одного ранку приймав душ, його ще раз пройняла думка: у захисному шарі можна викарбувати крихітні віконця, які дозволять домішкам дифундувати у точно визначених місцях, надавши їм бажаних напівпровідникових властивостей.

Нойсу ідея «побудови транзистора в кокони» припала до душі, і він порівняв це із «облаштуванням операційної у джунглях — запихаєш пацієнта у пластиковий мішок і оперуєш всередині нього, і всі мухи джунглів не злітаються на рану».³¹¹

Зазвичай роль патентних юристів полягає у захисті гарних ідей, але коли вони також їх стимулюють. Прикладом цього став планарний процес. Нойс звернувся до Джона Реллза, патентного юриста Fairchild, щоб той підготував заявку. Тож Реллз почав допикати Гоерні, Нойса та їхніх колег: «Що корисного можна робити з цим планарним процесом?». Реллз намагався отримати якнайширший діапазон можливих застосувань для внесення в патентну заявку. Нойс пригадував: «Реллз поставив нам запитання: „Що ще можна зробити з цими ідеями з точки зору патентного захисту?“».³¹²

На той час ідея Гоерні обмежувалася побудовою надійного транзистора. Вони ще не здогадалися, що планарний процес з його крихітними віконцями можна використати для викарбовування на одному шматку кремнію багатьох типів транзисторів та інших компонентів. Але настійливі допитання Реллза змусили Нойса міркувати, і того січня він багато часу присвятив

обговоренню ідей із Муром, вишкрябуючи їх на дошці та конспектуючи у записнику.

Першою здогадкою Нойса було те, що планарний процес може прибрати крихітні дротики, які стирчали з кожного шару транзистора. Їх можна було замінити надрукованими на шарі окису маленькими мідними лініями. Це пришвидшило б виготовлення транзисторів та зробило б їх надійнішими. Таке припущення наштовхнуло Нойса на наступну здогадку: якщо ці надруковані мідні лінії можна використати для з'єднання ділянок транзистора, вони згодяться і для з'єднання двох або більше транзисторів, розміщених на одному шматку кремнію. Планарний процес із його віконною технологією давав можливість дифундувати домішки так, щоб розмістити на одному кремнієвому чіпі багато транзисторів, а надруковані мідні лінії могли з'єднати їх у схему. Він зайшов до кабінету Мура та намалював йому цю ідею на дошці.

Нойс був балакучим згустком енергії, а Мур був мовчазним, проте проникливим слухачем, і вони дуже гарно один із одним взаємодіяли. Наступний стрибок був простий: один чіп міг також містити різноманітні компоненти на зразок резисторів та конденсаторів. Нойс накидав на Муровій дошці ілюстрацію того, як маленька ділянка чистого кремнію могла слугувати резистором, а кількома днями пізніше він накидав ескіз кремнієвого конденсатора. Надруковані на поверхні окису маленькі металеві лінії могли поєднати всі ці компоненти в єдину схему. «Я не пригадую такого, щоб загорілася лампочка, і я побачив повну картину, — визнавав Нойс. — Радше це було ніби казати щодня: „Ну, якщо я можу зробити таке, то, мабуть, я можу зробити і отак, що дозволить мені зробити ось це“, і врешті-решт отримати повну концепцію».³¹³ Після періоду цієї шаленої активності у січні 1959 року він записав у своєму нотатнику: «Хотілося б робити багато пристроїв на одному шматку кремнію».³¹⁴

Нойс прийшов до концепції мікročіпа незалежно від (і на кілька місяців пізніше за) Кілбі, і вони прийшли до неї по-різному. Кілбі намагався вирішити проблему подолання тиранії чисел шляхом створення схем із багатьма компонентами, які не треба було б спаювати до купи. Нойса спонукала передусім потреба зрозуміти, які ще спритні трюки можна утнути із планарним процесом. Утім, була іще одна, більш практична різниця: з Нойсової версії не стирчала в усі боки заплутана павутина дротів.

Захищаючи відкриття

Невідворотним джерелом напруги в історії винахідництва, особливо в цифрову епоху, є патенти. Інновації часто створюються у процесі співпраці та опори на роботу інших, тож дуже важко точно визначити володаря ідеї чи

інтелектуальної власності. Іноді, коли група інноваторів погоджується на роботу в рамках відкритого процесу, який передбачає віддачу плодів їхньої творчості у загальне надбання, це не має абсолютно жодного значення. Утім значно частіше інноватор бажає слави. Інколи причиною є його самолюбство, як у випадку з Шоклі, який вдався до хитрих маневрів заради наявності його імені на патентах на транзистор. У інших випадках причини мають фінансовий характер, особливо коли йдеться про компанії на зразок Fairchild та Texas Instruments, яким треба винагороджувати інвесторів, щоб мати обіговий капітал, необхідний для продовження роботи над винаходами.

У січні 1959 року юристи та керівництво Texas Instruments почали боротися за подання патентної заявки на ідею інтегральної схеми Кілбі — не тому, що вони знали, що саме пише у своєму нотатнику Нойс, а через чутки, що RCA додумалася до аналогічної ідеї. Вони вирішили зробити заявку всеосяжною та узагальненою. Дещо ризикова стратегія, оскільки окремі положення такої заявки легше опротестувувати, як це сталося з узагальненою патентною заявкою на комп'ютер Моклі та Екерта. Але якби вона спрацювала, то стала б наступальною зброєю проти будь-кого, хто спробував би виготовляти подібний продукт. Винахід Кілбі, як проголошувала патентна заявка, був «новою та абсолютно відмінною концепцією мініатюризації». Хоча в заявці описувалися тільки дві розроблені Кілбі схеми, вона стверджувала, що «обмежень для складності чи конфігурації схем, які можна виготовити в такий спосіб, не існує».

Однак, зважаючи на поспіх, не було часу на опис різноманітних методів, які можна було б застосувати для з'єднання до купи компонентів запропонованого мікročіпа. Єдиним наявним прикладом була павукоподібна демонстраційна модель Кілбі з хитросплетінням золотих дротиків, які пронизували її. Тож команда Texas Instruments вирішила використати як приклад це «зображення несучої розчалки», як його потім глузливо називали. На той час Кілбі вже збагнув, що можна зробити простіший варіант із надрукованими металевими з'єднаннями, тож в останній момент він сказав своїм юристам додати до заявки пасаж, що зафіксував би право ще й на цю концепцію. Він звучав так: «Замість використання золотих дротів для створення електричних зв'язків, ці зв'язки можна забезпечити іншими способами. Приміром... на напівпровідникову пластинку зі схемою можна напилити окис кремнію... Після цього на ізоляційний матеріал можна нанести матеріал на зразок золота для створення потрібних електричних зв'язків». Заявку було подано у лютому 1959 року.³¹⁵

Коли наступного місяця Texas Instruments виступила із публічною заявою, Нойс та його команда з Fairchild поквапилися подати конкурентну патентну заявку. Оскільки юристам Fairchild потрібно було якось обійти всеосяжну заявку Texas Instruments, вони зосередилися безпосередньо на особливостях

Нойсівського варіанта. Вони підкреслили, що планарний процес, заявку на патентування якого вже подала Fairchild, робив можливим використання методу друкування схем «для створення електричних зв'язків між різними ділянками напівпровідника» та «для підвищення компактності та полегшення виготовлення унітарних структур схем». Заявка Fairchild проголошувала, що, на відміну від схем, у яких «електричні зв'язки необхідно було створювати шляхом прокладання дротів», метод Нойса означав, що «дроти можна прокладати у той самий час та у такий самий спосіб, як і самі контакти». Тож навіть якщо Texas Instruments отримала б патент на розміщення багатьох компонентів на одному чіпі, Fairchild сподівалася отримати патент на створення зв'язків за допомогою друкованих металевих ліній замість дротів. Оскільки це буде необхідно для масового виробництва мікročіпів, у Fairchild розуміли, що вони отримають певний паритет у патентному захисті, а потім змусять Texas Instruments укласти угоду про перехресне ліцензування. Fairchild подала заявку в липні 1959 року.³¹⁶

Як і у випадку патентної суперечки про комп'ютер, судовій системі знадобилися роки, щоб з'ясувати, кому мали дістатися які патенти на інтегральну схему, і вона так ніколи й не відповіла на це питання остаточно. Конкуренційні заявки від Texas Instruments та Fairchild потрапили до різних експертів, які, судячи з усього, не знали один про одного. Хоча патентну заявку Нойса подали другою, рішення було ухвалено раніше; у квітні 1961 року її задовільнили. Винахідником мікročіпа було проголошено Нойса.

Юристи Texas Instruments почали «пріоритетну суперечку», стверджуючи, що спершу ця ідея виникла у Кілбі. Це призвело до справи «Кілбі проти Нойса», яку розглядав Відділ пріоритетних суперечок. У ході процесу було розглянуто відповідні нотатники та інші свідчення, що мали відповісти на питання, хто додумався до загальної концепції першим; дійшли до загального консенсусу, у тому числі й Нойс, що ідеї Кілбі сформувалися кількома місяцями раніше. Але, окрім цього, точилася суперечка про те, чи насправді заявка Кілбі охоплювала ключовий технологічний процес виготовлення мікročіпа шляхом друку металевих ліній на шарі окису замість використання великої кількості маленьких дротиків. Багато суперечок викликала фраза, яку Кілбі додав наприкінці своєї заявки, стверджуючи, що на шар окису «можна нанести матеріал на зразок золота». Чи був це опис конкретного відкритого ним процесу, чи просто легковажно кинутий ним умовивід?³¹⁷

Поки тривала ця тяганина, у червні 1964 року патентне бюро додатково ускладнило ситуацію, оскільки розглянуло початкову заявку Кілбі — і задовольнило її. Пріоритетна суперечка стала ще важливішою. Лише в лютому 1967 року було винесено вердикт на користь Кілбі. Минуло вісім років відтоді, як він подав свою заявку на патент, і от зараз його і Texas Instruments було проголошено винахідниками мікročіпа. Проте і це був іще не кінець.

Fairchild подала апеляцію, і Апеляційний суд із митних та патентних справ, вислухавши всі аргументи та свідчення, ухвалив у листопаді 1969 року інше рішення: «Кілбі не продемонстрував, — проголошував Апеляційний суд, — що термін „нанести“ на той час мав... чи пізніше отримав у галузі електроніки або напівпровідників значення, під яким розумілося дотримання його прав»³¹⁸. Кілбів юрист спробував апелювати до Верховного суду США, але там відмовилися розглядати цю справу.

Перемога Нойса після десяти років перетягування канату та судових витрат, що перевищили мільйон доларів, виявилася малозначною. Підзаголовок невеличкої статті в Electronic News стверджував: «Скасування патенту мало що змінить». На цей час юридичні справи стали практично безглуздими. Ринок мікročіпів настільки широко розрісся, що ділові хлопці з Fairchild та Texas Instruments збагнули, що ставки зависокі, щоб залишати справу на відкуп судовій системі. Улітку 1966 року, за три роки до остаточного судового вироку, Нойс і його юристи з Fairchild зустрілися з президентом та юрисконсультами Texas Instruments та узгодили мирову угоду. Обидві компанії погодилися, що кожна з них має деякі права на інтелектуальну власність на мікročіп, і зголосилися перехресно ліцензувати один одному всі права, які мали. Інші компанії мали укладати ліцензійні угоди з ними обома, зазвичай сплачуючи роялті, що в сумі становили майже 4 % їхнього прибутку.³¹⁹

Тож хто винайшов мікročіп? Як і в питанні про те, хто винайшов комп'ютер, для відповіді недостатньо просто послатися на юридичні присуди. Майже одночасні прориви, зроблені Кілбі і Нойсом, свідчили про те, що для такого винаходу назріла ситуація. І справді, ще раніше багато людей у США та по всьому світу, у тому числі Вернер Якобі з Siemens у Німеччині та Джеффри Даммер із Науково-дослідного інституту радіолокації у Британії, заявили про можливість створення інтегральної схеми. Досягнення Нойса і Колбі у співпраці з командами з їхніх компаній полягало у виявленні ефективних методів виготовлення такого пристрою. Хоча Кілбі запропонував спосіб інтеграції компонентів на чіпі кількома місяцями раніше, Нойс зробив дещо більше: він розробив правильний спосіб з'єднання цих компонентів. Його розробка виявилася раціональнішою для масового виробництва і стала загальною моделлю для майбутніх мікročіпів.

Те, як Кілбі з Нойсом особисто вирішили питання, хто саме винайшов мікročіп, є прикладом для наслідування. Обидва були порядними людьми; обидва походили із маленьких згуртованих громад Середнього Заходу і були гарно виховані. На відміну від Шоклі, вони не страждали від отруйної суміші роздутого самолюбства та закомплексованості. Щоразу, коли порушувалася тема, кому ми завдячуємо цим винаходом, вони щедро вихваляли внески один одного. Незабаром стало прийнято вважати їх співавторами та називати співвинахідниками. В одному ранньоісторичному усному інтерв'ю Кілбі

чемно пробурчав: «Це не відповідає тому, що я розумію під „спільним винаходом“, але це стало загальноприйнятим».³²⁰ Проте він зрештою прийняв цю ідею і відтоді ставився до неї толерантно. Коли багато років по тому Крейґ Мацумото з *Electronic Engineering Times* запитав його про ту суперечку, «Кілбі аж сипав компліментами на адресу Нойса та сказав, що напівпровідникова революція була спричинена працею тисяч людей, а не одним патентом».³²¹

Коли 2000 року, через десять років після смерті Нойса*, Кілбі повідомили про присудження йому Нобелівської премії, передусім він похвалив Нойса. «Мені шкода, що його більше немає серед живих, — сказав він репортерам. — Якби він був живий, сподіваюся, ми розділили б цю премію». Коли на церемонії шведський фізик представив його словами, що його винахід запустив глобальну цифрову революцію, Кілбі всім виглядом демонстрував сором'язливість на зразок «Ну от, знову». «Коли я чую щось подібне, — відповів він, — це нагадує мені анекдот про бобра і кролика, які стоять на Дамбі Гувера, і бобер каже: „Ні, це не я збудував, але в основі лежить моя ідея“».³²²

Мікročіпи відриваються від землі

Першими великими покупцями мікročіпів були військові. 1962 року стратегічне авіаційне командування розробило нові ракети наземного базування *Minuteman II*, кожна з яких вимагала двох тисяч мікročіпів лише для бортової системи наведення. *Texas Instruments* виборола право бути головним постачальником. У 1965 році щотижня будувалося сім таких ракет, до того ж ВМС купували мікročіпи для своєї ракети *Polaris*, що розміщувалася на підводних човнах. У результаті скоординованої далекоглядності, яку бюрократи у сфері військових поставок демонструють вкрай рідко, конструкції потрібних мікročіпів було стандартизовано. Тож незабаром ціна різко впала, і зрештою мікročіпи стали достатньо рентабельними не лише для ракет, а й для продукції широкого вжитку.

Fairchild також продавала чіпи виробникам зброї, але вона мала більше застережень про роботу з військовими, ніж її конкуренти. У рамках традиційних військових відносин підрядник працював під пильним наглядом офіцерів, які не тільки керували постачанням, а й диктували правила та втручалися у розробку. Нойс був переконаний, що таке партнерство душить інновації: «Напрямок досліджень визначали люди, менш компетентні в питанні, куди їм слід рухатися».³²³ Він наполягав на тому, щоб *Fairchild* сама фінансувала розробку своїх чіпів задля збереження контролю над процесом. Нойс був переконаний, що якщо продукт буде якісним, військові підрядники його купуватимуть. І таки купували.

* Нобелівська премія присуджується лише живим.

Наступним великим прискорювачем виробництва мікročіпів стала американська цивільна космічна програма. У травні 1961 року президент Джон Кеннеді проголосив: «Я переконаний, що американці мають присвятити себе досягненню мети висадити людину на Місяць та безпечно повернути її на Землю ще до закінчення цього десятиліття». Програма, яка відома під назвою Apollo, потребувала навігаційного комп'ютера, що міг поміститися в носовому конусі. Тож його було розроблено з нуля і там використовувалися найпотужніші мікročіпи, які лишень можна було виготовити. Кожен із сімдесяти п'яти збудованих навігаційних комп'ютерів Apollo зрештою містив п'ять тисяч цілком ідентичних мікročіпів, і Fairchild отримала контракт на їх постачання. Програма вклалася у встановлений Кеннеді крайній термін із запасом лише в кілька місяців; у липні 1969 року Ніл Армстронг ступив на Місяць. На той момент програма Apollo придбала понад мільйон мікročіпів.

Ці велетенські та передбачувані джерела попиту з боку уряду спричинили різке падіння цін на окремі мікročіпи. Перший прототип чіпа для навігаційного комп'ютера Apollo коштував 1 тис. доларів. На момент відправки їх у серію кожен окремий чіп коштував 20 доларів. 1962 року середня вартість кожного окремого мікročіпа в ракеті Minuteman становила 50 доларів; у 1968 році ціна впала до 2 доларів. Так було започатковано ринок мікročіпів, які вставлялися в прилади для пересічних споживачів.³²⁴

Першими приладами широкого вжитку, в яких використовувалися мікročіпи, стали слухові апарати, оскільки вони мали бути дуже маленькими та продавалися б, навіть якби були дорогі. Але попит на них був обмежений. Тож Пет Хегґерті, президент Texas Instruments, повторив гамбіт, який колись уже гарно йому прислужився. Винайдення нових пристроїв — це лише один із аспектів інновації; іншим аспектом є винайдення популярних способів використання цих пристроїв. Хегґерті та його компанії гарно вдавалося і те, й інше. Через одинадцять років після того, як він створив гігантський ринок для дешевих транзисторів шляхом поширення кишенькових радіоприймачів, він почав шукати спосіб зробити те саме з мікročіпами. Йому на думку спала ідея з кишеньковими калькуляторами. Під час авіаперельоту в товаристві Джека Кілбі, Хегґерті накидав свою ідею та наказав Кілбі створити ручний калькулятор, здатний розв'язувати такі ж задачі, що й тисячдоларові «драндулети», які займали цілі офісні столи; зробити його достатньо енергоефективним для роботи від батарейок, достатньо малим, щоб він поміщався у кишеню сорочки, та настільки дешевим, щоб споживачі купували його імпульсивно. 1967 року Кілбі і його команда зробили майже те, що уявляв собі Хегґерті. Їхній калькулятор міг виконувати лише чотири задачі (додавати, віднімати, множити та ділити), був дещо важкеньким (важив близько кілограма) та не дуже дешевим (150 доларів).³²⁵ Але він мав величезний успіх.

Було створено новий ринок для пристроїв, про потребу в яких люди навіть не здогадувалися. І, за законом невблаганної траєкторії, ці пристрої ставали дедалі меншими, потужнішими та дешевшими. У 1972 році ціна кишенькового калькулятора впала до 100 доларів, і їх було продано 5 млн штук. До 1975 року його вартість знизилася до 25 доларів, а продажі подвоювалися щорічно. 2014 року кишеньковий калькулятор виробництва Texas Instruments коштував у Walmart 3,62 долара.

Закон Мура

Це стало законом для електронних пристроїв. Кожного року речі ставали меншими, дешевшими, швидшими та потужнішими. Сталося це передусім тому, що одночасно зростали одразу дві взаємопов'язані індустрії: комп'ютер та мікročіп. «Синергія між новим компонентом та новим застосуванням спричинила вибухове зростання обох», — писав пізніше Нойс.³²⁶ Така сама синергія спостерігалася півстоліття тому, коли нафтова промисловість зростала у тандемі із автомобільною промисловістю. У цьому й полягав ключовий урок для інноваторів: зрозумій, які індустрії симбіотичні, щоб отримати зиск від їх взаємного стимулювання.

Якби комусь вдалося сформулювати стисле та точне правило для передбачення трендів, підприємцям та венчурним капіталістам було б простіше застосовувати цей урок на практиці. На щастя, саме тоді Гордон Мур зробив крок уперед. Коли продажі мікročіпів почали зашкалювати, його попросили спрогнозувати майбутнє ринку. Його статтю за назвою «Втиснути ще більше компонентів в інтегральні схеми» (Cramming More Components on to Integrated Circuits) було надруковано в квітневому номері журналу Electronics за 1965 рік.

Мур почав із погляду у цифрове майбутнє: «Інтегральні схеми призведуть до таких чудес, як домашні комп'ютери — чи принаймні термінали, під'єднані до центрального комп'ютера, автоматичні засоби керування автомобілями та персональне портативне комунікаційне обладнання», — писав він. Далі дав ще передбачливіший прогноз, якому судилося прославити його: «Досі при мінімальних компонентних витратах складність що два роки збільшувалася вдвічі, — зазначав він. — Немає причин вважати, що ця тенденція не буде більш-менш сталою упродовж ще принаймні десяти років».³²⁷

Простіше кажучи, він зазначив, що кількість транзисторів, які можна, зі збереженням рентабельності розмістити на мікročіпі, щороку подвоюється, і він очікує, що вона подвоюватиметься упродовж ще принаймні десяти років. Один із його приятелів, професор Калтеху, публічно назвав це твердження «законом Мура». 1975 року, коли минуло десять вказаних років,

стало зрозуміло, що Мур мав рацію. Тоді він дещо змінив закон — знизив прогнозовану швидкість зростання удвічі та передбачив, що в майбутньому кількість транзисторів на чіпі, демонструватиме «подвоєння не щорік, а що два роки». Його колега, Девід Хаус, запропонував іще одне уточнення, згідно з яким «продуктивність» чіпа збільшуватиметься кожні вісімнадцять місяців завдяки зростанню потужності та кількості транзисторів, що поміщатимуться на один мікročіп. Формула Мура та її варіації довели свою корисність щонайменше упродовж наступних п'ятдесяти років та допомогли прокласти курс одного з найбільших сплесків інновації та накопичення багатства в історії людства.

Закон Мура став більш ніж просто передбаченням. Він став метою індустрії, що зробило його почасти самосправджуваним. Перший такий приклад стався 1964 року, коли Мур іще лишень формулював свій закон. Нойс вирішив, що Fairchild продаватиме свої найпростіші мікročіпи дешевше, ніж коштувало їх виготовлення. Мур назвав цю стратегію «неоціненим внеском Боба в індустрію напівпровідників». Нойс знав, що низька ціна спонукає виробників приладів інкорпорувати мікročіпи в їхні нові вироби. Він також знав, що низька ціна стимулюватиме попит, серійне виробництво та ефект масштабу, які втілять закон Мура у життя.³²⁸

Не дивно, що 1959 року Fairchild Camera and Instrument вирішила скористатися своїм правом викупити Fairchild Semiconductor. Це зробило вісьмох її засновників багатіями, але посіяло зерна розбрату. Керівництво компанії зі Східного узбережжя відмовило Нойсу у праві надавати фондові опціони новим та цінним інженерам і пустило прибутки напівпровідникового відділення на фінансування менш вдалих інвестицій у більш прозаїчних сферах, як-от домашні кінокамери та штампмашини.

Загострилися також внутрішні проблеми в Пало-Альто. Інженери почали втікати, засіявши долину тим, що дістало назву Fairchildren (буквально: діти Fairchild) — компаніями, що розвинулися зі спор, розкиданих компанією Fairchild. Найвидатніший приклад трапився 1961 року, коли Джин Гоерні та ще троє з вісьмох дизайнерів із компанії Шоклі залишили Fairchild і приєдналися до стартапу, фінансованого Артуром Роком.

Так утворилася компанія Teledyne. За ними потягнулися інші, і 1968 року Нойс і сам був готовий йти. Він так і не отримав підвищення у Fairchild, і це його розлютило, але він також зрозумів, що не дуже цього й хотів. Fairchild, у масштабах як корпорації в цілому, так і навіть окремого напівпровідникового відділення у Пало-Альто, стала занадто великою та занадто бюрократичною. Нойсу хотілося скинути з себе деякі управлінські обов'язки та повернутися поближче до лабораторії.

— Що думаєш про заснування нової компанії? — якось спитав він Мура.

— Мені тут подобається, — відповів Мур.³²⁹ Свого часу саме вони допомогли створити культуру каліфорнійського технологічного світу, в якому люди йшли із відомих компаній для заснування нових. Але зараз, коли їм обом було під сорок, Мура вже не приваблювали стрибки з даху на дельтаплани. Нойс тиснув. Нарешті, на початку літа 1968 року, він просто сказав Муру, що йде. «Він умів змусити тебе захотіти стрибнути разом із собою, — багато років по тому казав Мур, сміючись. — Тож зрештою я сказав: „Гаразд, ходімо“».³³⁰

«У міру того, як [компанія] ставала дедалі більшою, повсякденна робота приносила мені щоразу менше задоволення, — писав Нойс у заяві про звільнення на ім'я Шермана Фейрчайлда. — Можливо, почасти це пояснюється тим, що я виріс у маленькому містечку і насолоджувався усіма тими особистими стосунками, притаманними таким місцям. Тепер у нас працює вдвічі більше людей, ніж населяло найбільше з моїх „рідних міст“». Він наголошував, що бажає «знову наблизитися до передової технології».³³¹

Коли Нойс зателефонував Артуру Року, який організував угоду про фінансування, що дала життя Fairchild Semiconductor, Рок одразу ж запитав: «Ти чого так довго?».³³²

Артур Рок та венчурний капітал

За одинадцять років, що минули відтоді, як він оформив угоду для «зрадницької вісімки» на створення Fairchild Semiconductor, Артур Рок допоміг збудувати дещо, чому судилося стати для цифрової епохи майже таким же важливим, як і мікрочіп: венчурний капітал.

Упродовж більшої частини ХХ століття венчурний капітал та приватні прямі інвестиції в акціонерний капітал нових компаній здебільшого були прерогативою кількох заможних родин на зразок Вандербільтів, Рокфеллерів, Вітні, Фіппзів та Ворбургів. Після Другої світової війни багато цих кланів створили фірми для інституціоналізації свого бізнесу. Джон Хей «Джок» Вітні, спадкоємець численних родинних багатств, найняв Бенно Шмідта-старшого для створення J. H. Whitney & Co., яка спеціалізувалася на тому, що вони спершу називали «ризиковим капіталом», тобто фінансуванні підприємців із цікавими ідеями, які не могли взяти банківську позику.

Шестеро синів та одна донька Джона Рокфеллера-молодшого під проводом Лоуренса Рокфеллера організували аналогічну фірму, яка зрештою стала називатися Venrock Associates. Того ж 1946 року народилася найвпливовіша компанія такого типу, в основі якої лежало не родинне багатство, а ділова хватка: American Research and Development Corporation (ARDC). Її заснував Джордж Доріо, колишній декан Гарвардської школи бізнесу, спільно з колишнім президентом МІТ Карлом Комптоном. ARDC зірвала куш, зробивши 1957 року початкову інвестицію у Digital Equipment Corporation, яка, ставши

одинацять років по тому відкритим акціонерним товариством, коштувала у п'ятсот разів більше.³³³

Артур Рок поширив цю концепцію на захід, започаткувавши кремнієву еру венчурного капіталу. Звівши Нойсівську «зрадницьку вісімку» з Fairchild Camera, Рок і його фірма закріпили за собою в угоді частку прибутків нової компанії. Після цього Рок збагнув, що може залучати фінансування та укладати такі угоди, не покладаючись на корпоративного патрона. Він мав досвід досліджень ринкової кон'юнктури, любов до технологій, інтуїтивне чуття і лідерство в бізнесі та ватагу ошасливлених ним східноузбережних інвесторів. «Гроші були на Східному узбережжі, а от компанії, якими захоплювалися, — в Каліфорнії, тож я вирішив рушити на захід, знаючи, що можу їх з'єднати», — згадував він.³³⁴

Рок виріс у Рочестері, штат Нью-Йорк, у родині іммігрантів-євреїв із Росії. Працював продавцем газованої води у батьківській кондитерській крамниці та розвинув гарне чуття на характери. Однією з його ключових інвестиційних максим було ставити передусім на людей, а не на ідеї. Окрім розгляду бізнес-планів, він проводив в'їдливі особисті співбесіди з тими, хто шукав фінансування. «Я так сильно вірю в людей, що вважаю розмову із ними значно важливішою за глибоке докопування до суті того, що саме вони хочуть зробити», — пояснював він. Зовні він носив личину скнари з похмурою та мовчазною вдачею. Але якщо пильніше придивитися до його обличчя, то з виблиску його очей та натяків на усмішку можна було зрозуміти, що він отримує задоволення від спілкування з людьми та має тепле почуття гумору.

Діставшись Сан-Франциско, він познайомився з Томмі Девісом, балакучим укладачем угод, який займався інвестуванням грошей компанії Kern County Land Co. — художньої та нафтової імперії, у якій грошей було хоч греблю гати. Вони почали бізнес разом як Davis and Rock, залучили 5 млн доларів від східноузбережних інвесторів Рока (в тому числі кількох засновників Fairchild), та почали фінансувати нові компанії в обмін на частку їхнього акціонерного капіталу. Ректор Стенфорду Фред Терман, який досі намагався налагодити зв'язки між своїм університетом та наростальним технологічним бумом, заохочував своїх професорів із інженерії приділяти час консультуванню Рока, який слухав в університеті вечірній курс із електроніки. Серед його перших ставок були Teledyne та Scientific Data Systems, що повернули вкладені в них гроші сторицею. Коли Нойс 1968 року телефонував стосовно пошуку стратегії виходу з Fairchild, партнерство Рока із Девісом розпалося за взаємною згодою та задоволенням сторін (за сім років їхні інвестиції зросли у тридцять разів), тож він мав змогу діяти самостійно.

«Якби я хотів заснувати компанію, — запитав Нойс, — ви б змогли знайти для мене гроші?» Рок запевнив його, що це було б легко. Хіба можна було придумати кращий відповідник його теорії про те, що ставити гроші треба

на жокеїв — тобто, що інвестувати треба на підставі твоєї думки про людей, які керують конкретною компанією, — ніж на підприємство, яким керуватимуть Роберт Нойс та Гордон Мур? Рок побіжно поцікавився, що саме вони збиралися виробляти, та спершу навіть вважав, що їм не потрібен бізнес-план чи бізнес-стратегія. «Це була єдина моя інвестиція, в успіху якої я був упевнений на сто відсотків», — пізніше стверджував він.³³⁵

Коли 1957 року Рок шукав домівку для «зрадницької вісімки», то витяг із блокнота аркуш лінійованого паперу формату legal, виписав на ньому нумерований список імен та методично обдзвонив кожного з цих людей, викреслюючи імена у міру просування списком. Цього разу, одинадцять років по тому, він узяв інший аркуш паперу та перелічив людей, яким запропонує інвестувати, та скільки з 500 000 акцій* за ціною 5 доларів за штуку він зможе надати кожному з них. Цього разу він викреслив лише одне ім'я (Джонсон із Fidelity** не зголосилася). Року знадобився інший аркуш паперу для перегляду розподілу акцій, оскільки більшість запрошених бажали інвестувати більше, ніж він їм запропонував. На збір коштів у нього пішло менше двох днів. Серед інвесторів-щасливчиків були сам Рок, Нойс, Мур, Грінелл-коледж (Нойс хотів зробити його багатим, і йому це вдалося), Лоуренс Рокфеллер, однокурсник Рока по Гарварду Файез Сарофім, Макс Палевські з Scientific Data Systems та колишня інвестиційна фірма Рока Hayden, Stone & Co. Також слід зазначити, що інші шестеро членів «зрадницької вісімки», більшість яких на той момент працювали у фірмах, що були б змушені конкурувати з новоствореною компанією, також отримали шанс інвестувати. Усі вони цим шансом скористалися.

У разі, якщо хтось все ж забажає отримати проспект емісії акцій, Рок самотужки надрукував нарис пропонованої компанії обсягом понад три сторінки. Він починався з характеристики Нойса і Мура, після чого йшов поверховий, не більше трьох речень, огляд «транзисторних технологій», які мала розробляти ця компанія. «Пізніше юристи занастали венчурне інвестування, змушуючи нас писати цілі книги-проспекти емісії, такі довгі та складні й ретельно вичитані, що просто смішно стає, — жалівся через деякий час Рок, витягаючи надруковані ним сторінки з картотечної шафи. — Тоді мені було достатньо сказати людям, що то були Нойс і Мур. Майже нічого більше їм знати не потрібно було».³³⁶

* Він скористався механізмом конвертованих облігацій, що були позиками, які у разі успішності компанії можна було конвертувати у звичайні акції, але які у разі невдачі не вартували нічого (в кінці черги кредиторів).

** Ім'я належало Едварду «Неду» Джонсону III, який тоді керував фондом Fidelity Magellan. 2013 року Рок усе ще зберігав ті два аркуші паперу разом із іншим, старішим, в якому він шукав патрона для того, що пізніше стало компанією Fairchild, у картотечній шафі свого офісу з виглядом на затоку Сан-Франциско.

Спершу Нойс та Мур обрали для своєї компанії назву NM Electronics — свої ініціали, але цей варіант їх не вразив. Після численних незграбних варіантів, одним із яких був Electronic Solid State Computer Technology Corp., вони зрештою зійшлися на Integrated Electronics Corp. Цей варіант теж не надто вражав, але він мав перевагу — його можна було скоротити до Intel. Оця назва вже звучала приємно. Вона була дотепною та проникливою, до того ж в багатьох різних сенсах.

Шлях Intel

Інновації приходять в найрізноманітніших іпостасях. Більшість із розглянутих у цій книзі є фізичними пристроями штибу комп'ютера і транзистора та спорідненими процесами на зразок програмування, програмного забезпечення та мережевої роботи.

Також важливими є інновації, що створюють нові послуги як-от венчурний капітал, та такі, що створюють організаційні структури для досліджень та розробки, наприклад, Bell Labs. Але цей розділ присвячено іншому типу витворів. У компанії Intel виникла інновація, що вплинула на цифрову епоху майже так само, як будь-яка з наведених раніше. Це було винайдення корпоративної культури та стилю управління, який був антитезою до ієрархічної організації компаній зі Східного узбережжя.

Цей стиль, як і більша частина того, що відбувалося в Кремнієвій долині, бере свій початок із Hewlett-Packard. За часів Другої світової війни, поки Білл Г'юлетт був в армії, Дейв Паккард спав на розкладачці в офісі та керував трьома змінами робітників, серед яких було багато жінок. Він, почасти через нужду, збагнув, що дуже зручно надавати робітникам можливість працювати за гнучким графіком та велику свободу маневру у визначенні, як їм виконувати їхні завдання. Управлінська ієрархія стала пласкою. У 1950-х цей підхід поєднався з легковажним каліфорнійським способом життя і створив культуру, що об'єднувала п'ятничні пивні бенкети, гнучкий робочий графік та фондові опціони.³³⁷

Роберт Нойс підняв цю культуру ще на вищий рівень. Щоб зрозуміти його як менеджера, варто пригадати, що він народився та виховувався конгрегаціоналістом. Його батько та обидва дідуся були священиками неортодоксальної конфесії, ключовим кредо якої було відкидання ієрархії та всіх її атрибутів. Пуритани очистили церкву від усілякої помпезності та рівнів влади, дійшовши навіть до відкидання високих кафедр, і ті, хто поширював цю нонконформістську доктрину на Великі рівнини, зокрема конгрегаціоналісти, так само відкидали ієрархічні розрізнення.

Також варто пригадати, що з перших днів студентства Нойс полюбляв мадригальний спів. Щосереді ввечері він відвідував репетиції дванадцяти-

голосої групи. Мадригали не покладаються на вокалістів та солістів; поліфонічні пісні поєднують в собі багато голосів та мелодій, жодна з яких не є домінантною. «Твоя партія залежить [від інших] та завжди підтримує інших», — якось пояснював Нойс.³³⁸

Гордон Мур також був непретензійним, неавторитарним, несхильним до конфронтації та незацікавленим в атрибутах влади. Вони гарно один одного доповнювали. Нойс був Містером Зовнішністю; він міг засліпити клієнта своїм гало-ефектом, що був притаманний йому з дитинства. Мур, завжди стриманий та замислений, любляв перебувати в лабораторії та знав, як керувати інженерами за допомогою проникливих запитань та (що було найгострішою стрілою в його колчані) зваженого мовчання. Нойс був чудовим стратегом та бачив загальну картину; Мур розумів деталі, особливо технології та інженерії.

Отже, вони були ідеальними партнерами в усьому, окрім одного: через спільне неприйняття ієрархії та небажання розпоряджатися усім, жоден із них не був рішучим менеджером. Через бажання подобатися вони неохоче проявляли твердість. Вони направляли людей, але не керували ними. Якщо виникала проблема чи, не приведи боже, суперечка, вони не любили розбиратися з цим. І вони цього не робили.

Саме тут на сцену вийшов Енді Гроув.

Гроув, уроджений Андраш Граф із Будапешта, не був вихідцем із конгрегаціоналістів, які співають мадригали. Він походив із єврейської сім'ї і зростав у Центральній Європі за часів піднесення фашизму та добряче засвоїв brutальні уроки начальства і влади. Коли йому виповнилося вісім, фашисти захопили Угорщину; Андрашового батька відправили до концтабору, а його самого з матір'ю змусили переїхати до спеціального ізольованого помешкання для євреїв. Коли хлопець виходив на вулицю, то мусив носити жовту зірку Давида. Якось, коли він захворів, мати попросила свого друга-неєврея принести їй деякі продукти, щоб зварити синові суп. Жінку та її друга було заарештовано. Коли матір зрештою звільнили, вони з Андрашем взяли собі інші імена та переховувалися у друзів. Після війни родина воз'єдналася, але потім до влади прийшли комуністи. У двадцять років Гроув вирішив втекти через кордон до Австрії. У своїх мемуарах «Переплиття» він писав: «На той момент, як мені виповнилося двадцять, я пережив угорську фашистську диктатуру, німецьку військову окупацію, нацистське „остаточне розв'язання єврейського питання“, облогу Будапешта радянською Червоною армією, період хаотичної демократії перших повоєнних років, розмаїття репресивних комуністичних режимів та народне повстання, придушене зброєю».³³⁹ Це аж ніяк не нагадувало стрижку газонів та співи у хорі маленького містечка в Айові і, відповідно, зовсім не сприяло розвитку сердечної добродушності.

Через рік Гроув прибув до США. Він самостійно вивчив англійську мову, що допомогло йому стати найкращим випускником у класі Міського коледжу Нью-Йорка, а потім здобув ступінь доктора з хімії у Берклі. Прямо з Берклі він 1963 року приєднався до Fairchild, а у вільний від роботи час написав підручник для коледжів «Фізика та технологія напівпровідникових пристроїв» (Physics and Technology of Semiconductor Devices).

Коли Мур розповів йому про свої плани залишити Fairchild, Гроув зголосився піти з ним. Як на те пішло, він практично нав'язав себе Муру. «Я по-справжньому поважав його та хотів іти з ним, хоч куди б він пішов», — стверджував Гроув. Він став третьою особою у Intel, обійнявши посаду технічного директора.

Гроув глибоко шанував технічні навички Мура, але не його стиль управління. Це було зрозуміло, зважаючи на те, що Мур був не схильний до конфронтації та майже в усіх аспектах управління обмежувався чемними порадами. Якщо виникав конфлікт, він тихо спостерігав здалеку. «Він або нездатний за складом характеру, або просто не бажає робити те, що зобов'язаний робити менеджер», — говорив Гроув про Мура.³⁴⁰ Натомість інтриган Гроув вважав відверту конфронтацію не лише управлінським обов'язком, але й однією з життєдайних спецій життя, якою він як загартований угорець насолоджувався.

Управлінський стиль Нойса жахав Гроува ще сильніше. У Fairchild він аж скипів від люті, коли Нойс проігнорував некомпетентність одного з очільників підрозділів, який приходив на наради із запізненням та напідпитку. Тож коли Мур повідомив, що його новий проект буде спільний із Нойсом, Гроув простогнав. «Я сказав йому, що Боб був кращим лідером, ніж здавалося Енді, — згадував Мур. — Просто в них були різні стилі».³⁴¹

У буденному житті Нойс та Гроув ладнали краще, ніж у професійних відносинах. Вони з родинами їздили до Аспена, де Нойс допомагав Гроуву навчитися кататися на лижах та навіть застібав йому черевики. Проте Гроув відчував у Нойсі відлюдкуватість, яка інколи його бентежила. «Він єдиний з тих, кого я знаю, хто був одночасно холодним та чарівним».³⁴² До того ж, попри їхню дружбу під час вікендів, в офісі Гроув відчував, що Нойс його дратує, а іноді навіть жахає. «Спостерігаючи, як Боб керує багатостраждальною компанією, я мав з ним лише неприємні, холодні стосунки, — пригадував він. — Якщо двоє сперечалися і ми всі звертали до нього за рішенням, він робив страдницьке обличчя і говорив щось на зразок: „Вважаю, вам слід якось розібратися з цим“. Утім значно частіше він не казав навіть цього, а просто змінював тему».³⁴³

На той час Гроув не розумів того, що почав усвідомлювати пізніше: ефективний менеджмент не обов'язково вимагає наявності одного сильного лідера. Він може стати результатом поєднання на вершині правильної комбінації

різних талантив. Це як зі сплавом металів: якщо ідеально дібрати суміш елементів, можна отримати дуже міцний матеріал. Багато років по тому, коли Гроув навчився це цінувати, він прочитав книгу Пітера Друкера «Практика менеджменту», в якій ідеального виконавчого директора фірми було описано як людину зовнішності, людину знань та людину дії. Гроув збагнув, що ці риси не обов'язково мають втілюватися в одній людині, а можуть існувати в рамках лідерської команди. Саме так було в Intel, говорив Гроув, який зробив копії відповідного розділу для Нойса і Мура. Нойс був людиною зовнішності, Мур — знань, а Гроув — людиною дії.³⁴⁴

Артур Рок, який зібрав кошти для трійці та попервах працював у них головою ради директорів, усвідомлював переваги створення керівної групи, члени якої доповнювали один одного. Він також дійшов висновку: важливо, щоб члени трійці ставали виконавчими директорами у такому порядку, який відповідає їхнім якостям. Першим мав бути Нойс, якого він описував як «провидця, що знав, як надихати людей та переконувати інших користуватися послугами компанії, поки вона відривається від землі». Коли це було зроблено, Intel мав очолити хтось, хто міг зробити її піонером кожної наступної технологічної хвилі, «і Гордон був саме таким блискучим ученим, який знав, як керувати технологією». Нарешті, коли з'явилися десятки інших конкурентних компаній, «нам був потрібен жорсткий, серйозний менеджер, здатний зосередитися на керуванні компанією як бізнесом». Ним був Гроув.³⁴⁵

Культура Intel, яка згодом пошириться на культуру всієї Кремнієвої долини, була витвором усіх трьох. Як і належало конгрегації, священником якої був Нойс, вона була позбавлена атрибутів ієрархії. Усі, включаючи Нойса та Мура, працювали в однакових кабінках. Майкл Мелоун, репортер, так описував свої відвідини Intel: «Я не міг знайти Нойса. Секретарці довелося вийти та провести мене до його кабінки, оскільки вона майже нічим не відрізнялася від всіх інших кабінків у цьому безбережному містечку лугових собачок із кабінків».³⁴⁶

Коли один із перших працівників висловив бажання побачити організаційну схему компанії, Нойс намалював у центрі сторінки хрестик, потім навколо нього намалював купу інших хрестиків, з'єднавши їх лініями з центром. Центральним хрестиком був сам працівник, а інші позначали людей, із якими йому треба було мати справи.³⁴⁷ Нойс помітив, що у східноузбережних компаніях клерки та секретарки працювали за невеликими металевими столами, тоді як вищі керівники мали дорогі столи з цінних порід деревини. Тож Нойс вирішив, що працюватиме за маленьким алюмінієвим столиком, хоча навіть новачкам із допоміжного персоналу надавалися більші дерев'яні столи. Його вкритий вм'ятинами та подряпинами стіл стояв майже в центрі кімнати на видноті у всіх. Це змушувало решту утримуватися від вимог

якоїсь владної атрибутики. «Ніде не було жодних привілеїв, — пригадувала Енн Баверз, яка працювала директором із кадрів, а пізніше вийшла заміж за Нойса.* — Ми започаткували форму корпоративної культури, яка цілковито відрізнялася від усього, що було доти. То була культура меритократії**».348

Крім того, це була культура інновації. У Нойса була теорія, яку він розробив після роботи в лещатах жорсткої ієрархії у Philco. Він був переконаний: що відкритішим та неструктурованішим є робоче місце, то швидше спалахуватимуть, поширюватимуться, відшліфовуватимуться та застосовуватимуться нові ідеї. «Задум полягав у тому, щоб людям не потрібно було проходити ланцюгом керування, — згадував один із інженерів Intel, Тед Гофф. — Якщо вам треба поговорити з певним менеджером, ви ідете і розмовляєте з ним».349 Том Вулф написав у своєму біографічному дослідженні так: «Нойс збагнув, наскільки сильно він ненавидів східну корпоративну систему класів та статусів з її нескінченними градаціями, на вершині якої перебували виконавчі директори та віце-президенти, які в повсякденному житті поводитися так, наче були корпоративним королівським двором та аристократією».

Саме тому, що Нойс уникав ланцюга керування як у Fairchild Semiconductor, так і в Intel, він уповноважував працівників та змушував їх до підприємливості. Хоча Гроув скрипив зубами, коли диспути на зборах залишалися невирішеними, Нойс почувався комфортно і дозволяв молодшим співробітникам самим вирішувати проблеми, а не відфутболював їх до менеджерів вищого рівня, які сказали б їм, що робити. Відповідальність покладалася на молодих інженерів, які поступово розуміли, що саме вони мають бути інноваторами. Час від часу у когось із працівників голова йшла обертом від складної проблеми. «Тоді він ішов до Нойса, задихався від збудження і запитував, що робити, — писав Вулф. — А Нойс нахилив голову, витріщав стоамперові очі, вислуховував та говорив: „Дивися, план такий. Маєш розглянути А, розглянути Б та розглянути В“. Після чого він вмикав усмішку Гері Купера та додавав: „Але якщо думаєш, що я ухвалю твої рішення за тебе, ти помиляєшся. Зрештою... це твій зад“».

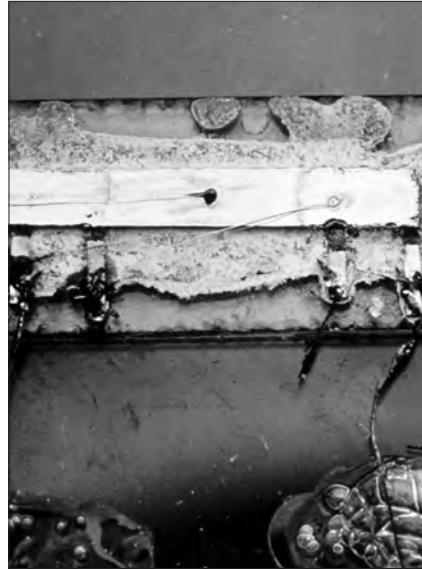
Замість пропонувати плани вищому керівництву, бізнес-підрозділам Intel було довірено діяти так, наче вони були окремими маленькими та моторними компаніями. Коли доходило до рішення, яке вимагало згоди інших підрозділів, на зразок нового маркетингового плану чи зміни стратегії розвитку продукту, то вирішення питання начальству не делегувалося. Натомість

* Після одруження з Нойсом їй довелося покинути Intel, тож вона перейшла до новоствореної фірми Apple Computer, де стала першим начальником відділу кадрів Стіва Джобса та джерелом заспокійливого материнського впливу на нього.

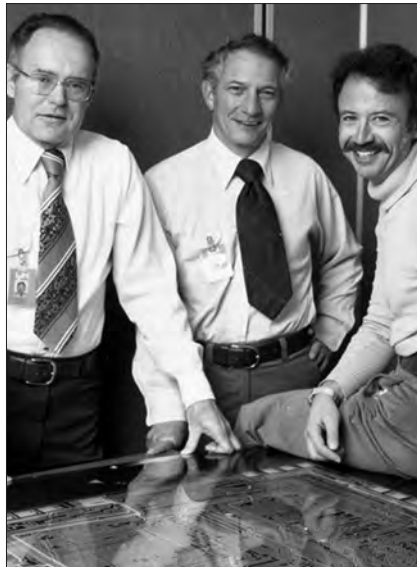
** Принцип управління, згідно з яким керівні посади повинні обіймати найздібніші люди, незалежно від їхнього соціального чи економічного походження. — *Прим. ред.*



Джек Кілбі (1923–2005)
у Texas Instruments, 1965 р.



Мікročіп Кілбі



Енді Гроув (нар. 1936) з Нойсом
та Муром у Intel, 1978 р.

відбувалися імпровізовані збори для обговорення питання чи спроби його втілення. Нойс полюбляв збори, тож для тих, хто відчував потребу їх скликати, були виділені окремі кімнати. На цих зборах усі вважалися рівними та могли кидати виклик думці більшості. На цих зборах Нойс був не босом, а пастором, що наставляв усіх на шлях до ухвалення власних рішень. «Це була не корпорація, — доходив висновок Вулф. — Це була конгрегація».³⁵⁰

Нойс був видатним лідером, оскільки умів надихати та вирізнявся розумом, але він так і не став видатним менеджером. «Боб діяв за принципом, що якщо порадити людям, як слід вчинити правильно, їм стане розуму сприйняти це і зробити саме так, — казав Мур. — Тож тобі не треба було перейматися постійним їх супроводом».³⁵¹ Мур визнавав, що він сам був не кращим: «Я також ніколи не мав великого бажання застосовувати владу чи бути босом, а отже ми, можливо, були занадто схожими один на одного».³⁵²

Такий стиль управління вимагав когось для наведення дисципліни. Ще попервах у Intel, задовго до того, як надійшла його черга стати виконавчим директором, Гроув допоміг запровадити певні управлінські методики. Він створив місце, де люди відповідали за недбалість. Невдача мала наслідки. «Енді звільнив би власну матір, якби вона стала на заваді», — згадував один із інженерів. Інший його колега пояснив, що для організації, очолюваної Нойсом, це було необхідно: «Боб просто-таки має бути гарним хлопцем. Для нього важливо подобатися людям. Тож хтось інший має скубти чуприни та складати список порушників. На щастя, в нас є Енді, в якого це дуже гарно виходить».³⁵³

Гроув почав вивчати та вбирати в себе мистецтво менеджменту, наче це була наука про електронні схеми. Пізніше він стане популярним автором таких бестселерів, як «Вживають лише параноїки» (Only the Paranoid Survive) та «Високопродуктивний менеджмент» (High Output Management). Він не намагався нав'язати Нойсовому дітищу ієрархічну структуру керування. Натомість він допомагав запровадити культуру мотивовану, сфокусовану та уважну до дрібниць — тобто з рисами, які з безтурботного та неконфронтаційного Нойсового стилю самі по собі ніколи не постали б. На відміну від зборів під головуванням Нойса, де люди були схильні затримуватися якомога довше, адже знали, що він радше мовчазно погодиться із тим, кого вислухає останнім, збори Гроува були жорсткими та рішучими.

Гроув не був деспотом, завдяки надзвичайній невгамовності його важко було не полюбити. Коли усміхався, його очі спалахували. Він зачаровував, наче казковий ельф. Угорський акцент та дурнувата усмішка робили його, беззаперечно, найкolorитнішим інженером у долині. Гроув піддався неоднозначній моді початку 1970-х і намагався бути *уматовим* у манері гіка-іммігранта, що нагадувало пародію на гумористичну передачу Saturday Night Live. Він запустив довгі баки та вуса і вдягав відкриті сорочки й золоті

ланцюжки, що гойдалися на волосатих грудях. Проте це він був справжнім інженером, піонером технології метал-оксидних напівпровідникових транзисторів, які стали тягловими кінцями сучасних мікрочіпів.

Гроув засвоїв підхід рівноправності Нойса — упродовж всієї кар'єри він працював у відкритій кабінці та насолоджувався цим, — але додатково прикрив його тим, що сам називав «конструктивною конфронтацією». Він ніколи не чванився, але й ніколи не втрачав пильності. На противагу м'якій гречності Нойса, стилю Гроува були властиві прямолінійність та нетерпимість до всілякого лайна. Саме такий підхід пізніше застосує Стів Джобс: брутальна відвертість, чітка сфокусованість та вимоглива гонитва за досконалістю. «Енді був хлопцем, який робив так, щоб усі потяги ходили за розкладом, — пригадувала Енн Баверз. — Він був виконробом. Він мав дуже стійкі переконання у тому, що слід і чого не слід робити, і він був дуже відвертий в цьому».³⁵⁴

Попри різні стилі, Нойса, Мура та Гроува об'єднувало одне: непохитне прагнення забезпечити процвітання в Intel інновацій, експериментування та підприємництва. «Успіх породжує самовдоволення. Самовдоволення породжує невдачу. Виживають лише параноїки», — було Гроувовою мантрою. Можливо, Нойс із Муром і не були параноїками, але вони ніколи не впадали у самовдоволення.

Мікропроцесор

Інколи винаходи створюються тоді, коли люди стикаються з якоюсь проблемою та починають битися над її вирішенням. Буває, що вони створюються, коли люди віддаються утопічній меті. Оповідь про винайдення мікрочіпа Тедом Гоффом та його командою з Intel є прикладом відразу обох цих варіантів.

Гофф, колись молодий викладач Стенфордського університету, став дванадцятим працівником Intel, якому доручили конструювати чіпи. Він збагнув, що конструювати багато типів різнофункціональних мікрочіпів, як це тоді практикувалося в Intel, куди зверталися різні компанії з проханням збудувати мікрочіп для виконання конкретної задачі, марнотратно та неелегантно. Як і Нойс та багато інших, Гофф уявив собі альтернативний підхід: створити чіп загального призначення, який за потреби можна проінструктувати, або запрограмувати, на виконання різних прикладних задач. Іншими словами, це мав бути універсальний комп'ютер на чіпі.³⁵⁵

Це бачення збіглося з проблемою, що звалилася на Гоффа влітку 1969 року. Японська компанія Busicom планувала випустити новий потужний настільний калькулятор та розробила специфікації на дванадцять вузькоспеціалізованих мікрочіпів (по одному для роботи з дисплеєм, виконання обчислень, роботи з пам'яттю і т. д.). Тож вона звернулася до Intel з пропозицією розробити їх. Та погодилася, і ціну було погоджено. Нойс попросив Гоффа

контролювати цей проект. Незабаром виникла проблема. «Що більше я заглиблювався в цей проект, то сильніше непокоївся, що Intel, можливо, взяла на себе більше, ніж була здатна виконати, — пригадував Гофф. — Кількість чіпів та їхня складність значно перевищували мої очікування». Intel ніяк не могла виготовити ці чіпи за узгодженою ціною. Додатково погіршило справи те, що зростала популярність кишенькового калькулятора Джека Кілбі, тож Busicom мусила ще більше скинути свою ціну.

«Ну, якщо ти можеш щось придумати, щоб спростити конструкцію, чого б тобі за це не взялися», — висловив пропозицію Нойс.³⁵⁶

Гофф запропонував, щоб Intel розробила простий логічний чіп, який міг виконувати майже всі потрібні Busicom задачі. «Я знав, що це можливо, — говорив він про універсальний чіп. — Його можна змусити емулювати комп'ютер». Нойс запропонував йому спробувати.

Нойс збагнув, що перш ніж вони зможуть переконати Busicom, він мав переконати декого іще більш впертого: Енді Гроува, який номінально працював на нього. Частиною того, що Гроув вважав своїм мандатом, було зберігати зосередженість Intel. Нойс сказав би «так» у відповідь практично на все; робота Гроува зводилася до того, щоб казати «ні». Коли Нойс лінивою ходою наблизився до робочого місця Гроува і сів на куток його столу, Гроув одразу ж нашорошився. Він знав, що Нойсові спроби видаватися безтурботним свідчили про те, що він щось замислив. «Ми розпочинаємо іще один проект», — сказав Нойс, удавано усміхаючись.³⁵⁷ Першим бажанням Гроува було сказати Нойсу, що той збожеволів. Intel була новоспеченою компанією, що досі мала труднощі із виготовленням чіпів пам'яті, і їй не можна було відволікатися. Але коли Нойс змалював йому Гоффову ідею, Гроув збагнув, що пручатися, найімовірніше, було б неправильно і, ясна річ, абсолютно марно.

До вересня 1969 року Гофф та його колега Стен Мейзор накидали архітектуру універсального логічного чіпа, який міг працювати згідно з програмними інструкціями. Він був здатен виконувати роботу дев'яти з дванадцяти замовлених Busicom чіпів. Нойс та Гофф представили цей варіант керівництву Busicom, і вони погодилися, що цей підхід кращий.

Коли настав час переглядати ціну, Гофф дав Нойсу ключову рекомендацію, яка допомогла створити величезний ринок збуту для універсальних чіпів та гарантувала, що Intel залишиться локомотивом цифрової епохи. Десятиліття по тому цей пункт угоди як приклад використовують Білл Гейтс та Microsoft у своїх стосунках із IBM. В обмін на хорошу ціну для Busicom Нойс наполіг, щоб Intel зберегла за собою права на новий чіп та мала можливість ліцензувати його іншим компаніям для цілей, відмінних від виготовлення калькуляторів. Він усвідомлював, що чіп, який можна запрограмувати на виконання будь-якої логічної функції, стане стандартною складовою електронних пристроїв, так само як дошки перерізу 2 × 4 були стандартними елементами при

спорудженні будинків. Він замінить замовні чіпи, а отже, зможе продукуватися великими серіями і внаслідок цього стабільно дешевшати. Він також відкриє дорогу менш помітному зсуву в індустрії електроніки: значення апаратних інженерів, які займалися розміщенням компонентів на друкованій платі, почало витіснятися новою породою, програмними інженерами, чия робота полягала у програмуванні набору інструкцій у систему.

Оскільки це був по суті комп'ютерний процесор на чіпі, новий пристрій назвали *мікропроцесором*. У листопаді 1971 року Intel представила свій продукт, Intel 4004, широкому загалу. Вона оплатила рекламні оголошення у спеціалізованих журналах, які проголошували «нову еру інтегральної електроніки — програмований мікрокомп'ютер на чіпі!». На нього встановили ціну — 200 доларів, і замовлення, а також тисячі запитів на інструкції для користувачів, полилися наче з рогу достатку. У день оприлюднення Нойс відвідував комп'ютерне шоу у Лас-Вегасі і з захопленням спостерігав, як потенційні клієнти ломляться у номер Intel.

Нойс став апостолом мікропроцесора. На організованій ним 1972 року в Сан-Франциско зустрічі всієї його великої родини він підвівся у взятому напрокат автобусі та помахав над головою кремнієвою пластинкою. «Ця штука змінить світ, — сказав він присутнім. — Це спричинить революцію у вашому домі. У вас усіх удома будуть комп'ютери. Ви матимете доступ до найрізноманітнішої інформації». Його родичі передавали цю пластинку автобусом, наче якийсь предмет поклоніння. «Вам не будуть потрібні гроші, — пророкував Нойс. — Усе відбуватиметься в електронний спосіб».³⁵⁸

Він лише трохи перебільшував. Мікропроцесори почали з'являтися у розумних світлофорах та автомобільних гальмах, кавоварках та холодильниках, ліфтах та медичному обладнанні та тисячах інших штукенцій. Але найголовнішим успіхом мікропроцесора було те, що завдяки йому стали можливими менші комп'ютери, передусім *персональні*, які можна було поставити на робочому столі та вдома. І якби закон Мура продовжував справджуватися (а так воно й сталося), індустрія персональних комп'ютерів зростала б у симбіозі з індустрією мікропроцесорів.

Саме це сталося в 1970-х роках. Мікропроцесор породив сотні нових компаній, що створювали апаратне та програмне забезпечення для персональних комп'ютерів. Intel не лише розробляла передові чіпи; вона створювала культуру, що надихала стартапи із венчурним фінансуванням на трансформації економіки та викорінення абрикосових садків долини Санта-Клара — 65-кілометрового відрізка рівнинної місцевості, що тягнеться від південних районів Сан-Франциско через Пало-Альто до Сан-Хосе.

Головна транспортна артерія долини, пожвавлене шосе під назвою El Camino Real, колись була найкращим шляхом, що з'єднував усі двадцять одну місіонерську церкву Каліфорнії. На початку 1970-х років, завдяки

Hewlett-Packard, Стенфордському технопарку Фреда Термана, Вільяму Шоклі, Fairchild та її компаніям-дітям, вона зв'язувала поживлений коридор технологічних компаній. 1971 року ця місцевість отримала нову назву. Дон Гофлер, оглядач щотижневої спеціалізованої газети Electronic News, почав писати серію оглядів під загальною назвою Silicon Valle USA («Кремнієва долина США»), і ця назва прижилася.³⁵⁹

ВІДЕОІГРИ

Еволюція мікродіодів призвела до виникнення пристроїв, які, як і передбачав закон Мура, щороку ставали дедалі меншими та потужнішими. Але був ще один імпульс, який послужив локомотивом комп'ютерної революції та, зрештою, попиту на персональні комп'ютери: переконання, що комп'ютери створені не лише для перемелювання чисел. Що їх використання може та має приносити людям задоволення.

До розвитку ідеї, що комп'ютери мають бути речами, з якими взаємодіють та граються, доклали руку дві культури. Першими були закоренілі хакери, прихильники «практичного імперативу» та любителі розіграшів, кмітливих програмістських трюків, іграшок та ігор.³⁶⁰ А другими були підприємці-бунтарі, яким кортіло вломитися в індустрію ігор для розваг, в якій тоді домінували синдикати дистриб'юторів пінбольних автоматів, і яка дозріла до цифрового втручання. Так народилися відеоігри, що виявилися не просто потішною інтермедією, а невід'ємною частиною родоводу сьогоденних персональних комп'ютерів. Вони також сприяли поширенню ідеї, що комп'ютери мають взаємодіяти з людьми у реальному часі, мати інтуїтивні інтерфейси та бути обладнані чарівними графічними дисплеями.

Стів Рассел та Spacewar

Хакерська субкультура, так само як і основоположна відеогра Spacewar, походять із Клубу технічного залізничного моделювання при МІТ — гікової студентської організації, заснованої 1946 року, члени якої збиралися у надрах корпусу, де розроблявся радар. Її бункер був майже повністю заповнений полем із мініатюрною залізницею з десятками колій, стрілок, вагонеток, ліхтарів та містечок, виготовлених із маніакальною ретельністю та історичною точністю. Більшість її членів були одержимі створенням фотографічно-точних фрагментів для поміщення на загальну композицію. Але певну підгрупу членів клубу більше цікавило те, що розміщувалося під широченим ігровим полем по груді заввишки. Члени Підкомітету сигналів та живлення опікувалися реле, стрілками, схемами та координатними перемикачами, з'єднаними на дні поля у складну ієрархію контролерів для численних

потягів. Вони бачили красу у цій заплутаній павутині. «Там були акуратні, строго вишикувані шеренги перемикачів та неймовірно рівні ряди тьмяних бронзових реле, а також довгі безладні хитросплетіння червоних, синіх та жовтих дротів, вигнутих та звихрених наче вибух Ейнштейнового волосся, пофарбованого усіма кольорами райдуги», — писав Стівен Леві у книзі «Хакери», яка починається з захопливого опису клубу.³⁶¹

Члени Підкомітету сигналів та живлення гордо називали себе *хакерами*. Це слово означало технічну віртуозність та грайливість, а не (як у більш сучасному вжитку) незаконні втручання у мережу. Нетривіальні витівки, які влаштовували студенти МІТ, — зтягання живої корови на дах гуртожитку, встановлення пластикової корови на великому куполі головного корпусу чи зліт велетенської повітряної кулі з середини поля під час футбольного матчу між Гарвардом та Єлем — називалися хаками. «Ми у КТЗМ вживали термін „хакер“ винятково в його початковому значенні — людина, що застосовує винахідливість для одержання мудрого результату, що називався „хак“, — проголошував клуб. — Суть „хаку“ в тому, що він робиться швидко і зазвичай неелегантно».³⁶²

Дехто з ранніх хакерів заразився прагненням створити машини, здатні мислити. Багато з них були студентами Лабораторії штучного інтелекту МІТ, заснованої 1959 року двома професорами, які стануть легендами: двійником Санта Клауса Джоном Маккарті, який увів у вжиток термін *штучний інтелект*, та Марвіном Мінським, який був настільки розумним, що здався ходячим спростуванням власного переконання, що комп'ютери колись перевершать людський інтелект. Панівна доктрина лабораторії полягала в тому, що, за наявності достатньої обчислювальної потужності, машини зможуть відтворити нейронні мережі, подібні до тих, з яких складається людський мозок, та будуть здатні інтелектуально взаємодіяти з користувачами. Мінський, пустотливий чолов'яга з бісиками в очах, збудував здатну до навчання машину, що мала моделювати мозок, яку він назвав SNARC* (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator, Стохастичний нейронний аналоговий калькулятор із закріпленням), натякаючи, що він налаштований серйозно, але, цілком ймовірно, все-таки дещо жартує. У нього була теорія, що інтелект може бути продуктом взаємодії неінтелектуальних складових на зразок малих комп'ютерів, з'єднаних гігантськими мережами.

Основоположний момент для хакерів із Клубу технічного залізничного моделювання настав у вересні 1961 року, коли Digital Equipment Corporation (DEC) пожертувала МІТ прототип свого комп'ютера PDP-1. Розміром зо три холодильники, PDP-1 був першим комп'ютером, сконструйованим для

* Англійська аббревіатура співзвучна слову *snark* — назві вигаданої тварини з поеми Льюїса Керрола «Полювання на снарка» (*The Hunting of the Snark*). — Прим. пер.

безпосередньої взаємодії з користувачем. До нього можна було під'єднати клавіатуру та монітор для виведення графіки, і ним легко могла оперувати одна людина.

Група закоренілих хакерів почала кружляти навколо цього нового комп'ютера, як метелики довкола полум'я, і влаштувала своєрідний «міжсобойчик», метою якого було придумати спосіб зробити з ним щось веселе. Багато дискусій відбувалися в обшарпаному помешканні на Гінгем-стріт у Кембриджі, тож члени групи прозвали себе «Гінгемським інститутом». Шляхетне ім'я було іронією. Їхньою метою було не вгадати який-небудь величний спосіб використання PDP-1, а утнути з ним щось неординарне.

Їхні попередники-хакери створили декілька рудиментарних ігор для ранніх комп'ютерів. В одній із них, створених у MIT, треба було провести цятку на екрані, що зображала мишу, лабіринтом до скибки сиру (чи, в пізніших версіях, келиха мартіні); інша, створена у Брукгейвенській національній лабораторії на Лонг-Айленді, за допомогою осцилоскопа на аналоговому комп'ютері імітувала тенісний матч. Але члени «Гінгемського інституту» розуміли, що з PDP-1 вони мали шанс створити першу справжню комп'ютерну гру.

Найкращим програмістом у їхній групі був Стів Рассел, який допомагав професору Маккарті створити мову LISP, розроблену для сприяння дослідженням зі штучного інтелекту. Рассел був ідеальним гіком, у ньому били через край пристрасті та інтелектуальна одержимість у широкому діапазоні від парових потягів до мислячих машин. Низькорослий та запальний, він носив окуляри з товстими скельцями та мав кучеряве волосся. Коли він говорив, здавалося, що хтось натиснув на ньому кнопку швидкого перемотування. Попри свою палкість та навіженість, він полюбляв відкладати справи на потім, тому й отримав прізвисько Ледащо.

Як і більшість його друзів-хакерів, Рассел був зятим фаном низькоякісних кінострічок та бульварної наукової фантастики. Його улюбленим письменником був Едвард «Док» Сміт, інженер-харчовик-невдаха (як експерт із відбілювання борошна він вигадував суміші для пончиків), який спеціалізувався на трешовому піджанрі наукової фантастики, відомому як «космічна опера». Йому були притаманні мелодраматичні пригоди, сповнені битв зі злом, міжзоряних подорожей та клішованої романтики. Док Сміт «писав із грацією та витонченістю пневматичного бура», як висловився Мартін Грец, член Клубу технічного залізничного моделювання та «Гінгемського інституту», який написав спогади про створення Spacwar. Грец переказує типовий твір Дока Сміта:

Після певного попереднього галасу з нічого, потрібного для засвоєння імен усіх персонажів, група перерозвинених Крутеликів вирушає у подорож Всесвітом,

щоб натовкти пику свіжій банді галактичних покидьків, підірвати кілька планет, перебити купу різноманітних та огидних форм життя та просто відтягнутися на повну. У скрутній ситуації, в якій наші герої перебувають практично повсякчас, можна бути впевненим у тому, що вони розроблять закінчену наукову теорію, вироблять технологію, що їй втілює, та виготовлять зброю, якою вивесуть поганих хлопців уперед ногами, і все це поки ті ганяють їхній зоряний корабель туди-сюди бездоріжними манівцями галактики.*

Зважаючи на їхню пристрасть до таких космічних опер, немає нічого дивного в тому, що Рассел, Грець та їхні друзі вирішили придумати для PDP-1 гру про космічну війну. «Я щойно закінчив читати серію романів Дока Сміта „Лінзовик“, — пригадував Рассел. — Його героїв завжди переслідували лиходії по всій галактиці, вони мусили шукати спосіб вирішення їхньої проблеми прямо в ході переслідування. Саме такий тип дійства дав нам ідею для *Spacwar*».³⁶³ Із нердівською величністю вони реорганізувалися на «Дослідницьку групу з космічних бойових дій при Гінгемському інституті» і «Ледащо». Рассел заходився писати код.³⁶⁴

Щоправда, він цілком виправдав своє прізвисько, оскільки нічого не робив. Рассел знав, що буде відправною точкою його програми. Професор Мінський натрапив на алгоритм, який малював на PDP-1 коло, та зміг модифікувати його так, щоб він зображував на екрані три точки, що взаємодіяли між собою, сплітаючи чудові маленькі візерунки. Мінський назвав свій хак «Триніжником», але його студенти нарекли його *Minskytron*'ом. То була гарна основа для створення гри за участі космічних кораблів та ракет, які взаємодіяли між собою. Кілька тижнів зачарований *Minskytron*'ом Рассел грокав** здатність того створювати візерунки. Але він загруз, щойно справа дійшла до написання синус-косинусних підпрограм, що визначали б рух космічних кораблів.

Коли Рассел роз'яснив цю перешкоду, його одноклубник Алан Коток зрозумів, як її розв'язати. Він поїхав до передмістя Бостона до штаб-квартири

* Ось уривок прози Дока Сміта з роману «Трипланетники» (*Triplanetary*, 1948): «Судно Нерада було цілком готове до будь-якої надзвичайної ситуації. Та на відміну від однотипного корабля, мало у своєму екіпажі вчених, що знали на фундаментальній теорії зброї, якою билися. Промені, стрижні та списи енергії полум'яніли та спалахували; площини та пучки різали, рубали та кололи; захисні екрани світилися червоним чи раптово спалахували сліпучо яскравим, виблискуючим розжаренням. Малинове марево вперто опиралося фіолетовим завісам анігіляції. Матеріальні снаряди та ракети запускалися під контролем пучка максимальної інтенсивності, але лише для того, щоб марно вибухнути у проміжному просторі, бути безслідно знищеними чи невразливо зникнути у непроникних багатофазних екранах».

** Слово, вигадане Робертом Гайнлайном та вжите ним у романі «Чужинець на чужині» (*Stranger in a Strange Land*), яке стало настільки популярним, що увійшло до Оксфордського словника англійської мови; означає «зрозуміти, осягнути, розібратися в чомусь, випити до дна». — *Прим. пер.*

DEC, яка виготовила PDP-1, та знайшов там співчутливого інженера, в якого були необхідні для розрахунків підпрограми. «Що ж, ось тобі синус-косинусні підпрограми, — сказав Коток Расселу. — Яку відмазку ти вигадаєш цього разу?» Пізніше Рассел визнав: «Я поглянув навколо, але відмазки не знайшов, тож був змушений засісти і обмізкувати всю ту справу».³⁶⁵

Упродовж різдвяних канікул 1961 року Рассел займався хаком і за кілька тижнів розробив метод керування точками на екрані, змушуючи їх за допомогою перемикачів на контрольній панелі прискорюватися, гальмувати та повертати. Потім він перетворив точки на два карикатурні космічні кораблі: один товстий та надутий, наче сигара, а інший тонкий та рівний, як олівець. Інша підпрограма дала кожному з кораблів можливість вистрілювати з носа цятку, що зображала ракету. Коли позиція цятки-ракети збігалася з позицією корабля, останній «вибухав» купою інших цяткок, що довільно розліталися. У лютому 1962 року всі основні моменти було закінчено.

На цьому етапі Spacewar став проектом із відкритим кодом. Рассел помістив касету з програмою у коробку з іншими програмами до PDP-1, і його друзі почали її вдосконалювати. Один із них, Ден Едвардс, вирішив, що було б круто ввести гравітаційну силу, тож він додав до програми велике сонце, яке притягувало до себе кораблі. Якщо втратити пильність, воно могло засмоктати тебе та знищити, але вмілі гравці навчилися проскакувати поблизу сонця та використовувати його силу тяжіння для того, щоб набрати прискорення та облетіти його на вищих швидкостях.

Інший їхній приятель, Пітер Семсон, як пригадував Рассел, «вирішив, що мої зірки якісь непродумані та нереалістичні».³⁶⁶ Семсон дійшов думки, що гра потребує «реальної дії», тобто астрономічно правильних сузір'їв замість розпоршених цяткок. Тож він створив програмний застосунок, який назвав «Дорогий планетарій». Скориставшись інформацією з American Ephemeris and Nautical Almanac, він написав підпрограму, яка показувала всі зірки на нічному небі аж до п'ятої зоряної величини. Йому навіть вдалося відтворити відносну яскравість кожної зірки; для цього він указав, скільки разів має спрацьовувати відповідний елемент зображення на екрані. У міру того, як кораблі летіли екраном, сузір'я повільно прокручувалися повз них.

Ця відкрита співпраця призвела до ще багатьох цікавих вдосконалень. Мартін Греєц придумав те, що назвав «крайньою аварійною кнопкою», тобто здатність вибратися зі скрутного становища, натиснувши певний перемикач та тимчасово зникнувши в іншому вимірі гіперпростору. «Ідея була в тому, що коли ніщо інше не допомогло, можна стрибнути у четвертий вимір та зникнути», — пояснював він. Він читав про щось подібне під назвою «гіперпросторовий тунель» в одному з романів Дока Сміта. Були, однак, певні обмеження: у гіперпростір можна було втекти лише тричі за гру, твоє зникнення

давало опоненту можливість перепочити, і було невідомо, де твій корабель з'явиться. Він міг потрапити на сонце або прямо в приціл опонента. «Це було дещо, чим можна скористатися, але чим не хочеться користуватися», — пояснював Рассел. Грець не забув віддати пошану професору Мінському: зникаючи в гіперпросторі, корабель залишав по собі один із характерних візерунків Minskytron.³⁶⁷

Авторами ще одного важливого застосування стали двоє активних членів Клубу технічного залізничного моделювання Алан Коток та Боб Сандерс. Вони збагнули, що грати удвох за консоллю PDP-1, коли гравцям доводиться стояти пліч-о-пліч, штовхати один одного ліктями та азартно хапатися за перемикачі комп'ютера, було і незручно, і небезпечно.

Тож хлопці понишпорили під залізницею у клубній кімнаті і знайшли кілька необхідних вимикачів та реле. Вони з'єднали їх всередині двох пластикових коробок, збудувавши пульти дистанційного керування з усіма необхідними функціональними перемикачами та гіперпросторовою аварійною кнопкою.

Гра стрімко поширилася до інших комп'ютерних центрів та стала наріжним каменем хакерської культури. DEC почала постачати свої комп'ютери із вже завантаженою грою, а програмісти писали нові версії для інших систем. Хакери з усього світу додавали до неї ще більше можливостей на зразок засобів маскування, вибухових космічних мін та способів перемкнутися на вид від першої особи з точки зору одного з пілотів. Як сказав один із піонерів персональних комп'ютерів Алан Кей, «гра у Spacewar спонтанно розквітає будь-де, де є графічний дисплей, під'єднаний до комп'ютера».³⁶⁸

Spacewar висвітила три аспекти хакерської культури, які стали наскрізними мотивами цифрової епохи. По-перше, вона була створена спільними зусиллями. «Ми змогли збудувати її разом, оскільки працювали як одна команда, тобто так, як полюбляли робити геть усе», — згадував Рассел. По-друге, це було вільне програмне забезпечення із відкритим кодом. «Люди просили копії вихідного ходу, і, само собою, ми їх роздавали». Само собою — то був той час і те місце, коли і де програмне забезпечення прагнуло бути вільним. По-третє, вона ґрунтувалася на переконанні, що комп'ютери мають бути персональними та інтерактивними. «Вона дозволила нам освоїти комп'ютер та навчити його відповідати нам в реальному часі», — розповідав Рассел.³⁶⁹

Нолан Бушнелл і Atari

Як і більшість студентів комп'ютерних спеціальностей у 1960-х роках, Нолан Бушнелл був фанатом Spacewar. «Ця гра була основоположною для будь-кого, хто любив комп'ютери, а моє життя вона просто перевернула догори ногами, — пригадував він. — Стів Рассел був для мене богом». Від інших



Ден Едвардс та Пітер Семсон грають у Spacewar, МТІ, 1962 р.



Нолан Бушнелл (нар. 1943)

комп'ютерних фанатів, що ловили кайф від переміщення зображень екраном, його відрізняло захоплення парками атракціонів. Він навіть працював в одному, щоб заробляти на коледж. До того ж він мав невгамовний темперамент підприємця, який упивався сумішшю жадоби до гострих відчуттів та готовності іти на ризик. Тож саме Нолан Бушнелл став одним із тих інноваторів, які перетворюють винахід на індустрію.³⁷⁰

Коли Бушнеллу було 15 років, помер його батько. Він був будівельним підрядником у приміському селищі Солт-Лейк-Сіті, яке зростало доволі швидко, і залишив кілька незавершених робіт, за які з ним не розплатилися. Юний Бушнелл, уже дорослий та невгамовний, закінчив їх, додатково посиливши свою природну браваду. «Коли робиш щось таке у 15-річному віці, починаєш вірити, що здатен на все», — згадував він.³⁷¹ Не дивно, що він став грати в покер і, як це часто буває з везінням, програвся, тому з примхи долі був змушений під час навчання в Університеті штату Юта працювати на атракціонах у парку розваг Lagoon. «Я навчився усіх різноманітних трюків, щоб спонукати людей розставатися з четвертаками, і це, безперечно, принесло мені багато користі».³⁷² Незабаром його підвищили до аркади пінбольних та гральних автоматів, де новим хітом були анімовані водійські ігри на зразок Speedway, виробництва Chicago Coin Machine Manufacturing Company.

Нолану також пощастило потрапити саме до Університету штату Юта. Адже в тому навчальному закладі було створено найкращу в країні програму для роботи з комп'ютерною графікою, яку написали професори Айвен Сазерленд та Девід Еванс, і він став одним із перших чотирьох вузлів ARPANET, предтечі інтернету (серед інших студентів цього університету були Джим Кларк, засновник Netscape; Джон Ворнок, співзасновник Adobe; Ед Кетмул, співзасновник Pixar; та Алан Кей, докладніше про якого йтиметься далі). Університет мав PDP-1 у комплекті зі Spacewar, і Бушнелл поєднував любов до гри з розумінням економіки аркад ігрових автоматів. «Я збагнув, що якщо тобі вдасться поставити в залі ігрових автоматів комп'ютер із грою, отримаєш купу четвертаків, — казав він. — Але потім я все підрахував і зрозумів, що навіть купа четвертаків щодня ніколи не відіб'є вартості комп'ютера, який коштує мільйон доларів. Поділіть 25 центів на мільйон доларів, і ви здастесь».³⁷³ І він на деякий час здався.

Коли 1968 року Нолан закінчив університет (як він часто хизувався, «останнім у випуску»), він пішов працювати до Ampex, що виготовляла обладнання для звукозапису. Там він із колегою, Тедом Дебні, продовжував вибудовувати схеми для перетворення комп'ютера на відеоігровий автомат. Вони розглядали способи підлаштувати під це Data General Nova — міні-комп'ютер розміром із холодильник вартістю 4 тис. доларів, який з'явився 1969 року. Але попри всі їхні викрутаси з цифрами, він був і недостатньо дешевий, і недостатньо потужний.

У спробах примусити Nova підтримувати Spacewar, Бушнелл почав вишукувати елементи гри, такі як зоряне тло, які можна було генерувати апаратними схемами, а не за рахунок обчислювальної потужності комп'ютера. «І саме тоді мені й спало на думку, — пригадував він. — Чому не робити все це апаратно?» Іншими словами, він міг розробити схеми для виконання кожної задачі, які досі виконувала програма. Це дозволяло знизити ціну. Це також означало, що гра мала бути значно простішою. Тож він перетворив Spacewar на гру, в якій був лише один керований користувачем космічний корабель, котрий бився із двома простими летючими тарілками, згенерованими апаратною частиною. Також довелося викинути тяжіння сонця та аварійну кнопку для зникнення у гіперпросторі. Але це все одно була весела гра, і її можна було створити за прийнятну ціну.

Бушнелл поділився ідеєю з Біллом Наттінгом, власником компанії з виготовлення автоматів для гри Computer Quiz. За аналогією із цією назвою Ноланову гру вони назвали Computer Space. Це спільне дітище мало такий успіх, що 1971 року Бушнелл пішов із Ampex та приєднався до Nutting Associates.

У процесі роботи над першими консолями для Computer Space Бушнелл дізнався, що в них є конкуренти. Випускник Стенфорду Білл Піттс та його приятель Г'ю Так із Каліфорнійського політехнічного університету просто підсіли на Spacewar та вирішили використати міні-комп'ютер PDP-11, щоб перетворити її на ігровий автомат. Почувши це, Бушнелл запросив Піттса та Така до себе. Вони були вражені жертвами, на які пішов Бушнелл у процесі спрощення Spacewar для того, щоб мати можливість виготовити її за менші гроші. «Ноланова штукенція була суцільно виродженою версією гри», — кипів від злості Піттс.³⁷⁴ Зі свого боку Бушнелл скептично ставився до їхнього плану витратити 20 тис. доларів на обладнання, в тому числі PDP-11, що мав стояти у сусідній кімнаті і з'єднуватися з консоллю метрами кабелю, і після цього брати 10 центів за сеанс гри. «Я був здивований, наскільки мало вони тямали у бізнес-моделях, — казав він. — Здивований та спокійний. Щойно я побачив, що вони збиралися робити, зрозумів — вони нам не конкуренти».

Дебют Піттсової та Такової Galaxy Game відбувся восени 1971 року в кав'ярні студентської профспілки імені Тресіддера Стенфордського університету. Щовечора студенти збиралися навколо неї, наче сектанти перед віктарем. Але хоч би скільки їх вишикувалося у черзі зі жменями монет, щоб пограти, така машина в жодному разі не могла окупитися, тож цей бізнес зрештою накrywся. «Ми з Г'ю були інженерами і зовсім не приділяли уваги бізнес-питанням», — зізнавався Піттс.³⁷⁵ Інженерний талант може створити іскру інновації, але щоб вогонь охопив увесь світ, він має поєднуватися з бізнес-навичками.

Бушнелл зумів налагодити виробництво своєї гри Computer Space лише за 1 тис. доларів за штуку. Вона дебютувала кількома тижнями пізніше за

Galaxy Game у барі Dutch Goose у Менло-Парку поблизу Пало-Альто та продалася чималим тиражем у 1500 екземплярів. Бушнелл був досконалим підприємцем, який поєднував у собі винахідника, хорошого інженера та знавця бізнесу і споживчого попиту. Він був також чудовим продавцем. Один репортер так пригадував зустріч із ним на спеціалізованій виставці у Чикаго: «Коли йшлося про опис нових ігор, Бушнелл ставав ледь не найзбудженішим із людей старше шести років, яких я коли-небудь зустрічав».³⁷⁶

У півних барах Computer Space була менш популярною, ніж у студентських тусовках, тож вона не мала такого успіху, як більшість пінбольних автоматів. Проте ця гра стала культовою. А найголовніше, вона запустила цілу індустрію. Ігрові автомати, що колись були володінням пінбольних компаній із Чикаго, незабаром змінилися до невпізнанності в майстерних руках інженерів із Кремнієвої долини.

Не надто вражений досвідом роботи з Nutting Associates, Бушнелл вирішив для наступної відеоігри створити власну компанію. «Робота на Nutting була чудовим повчальним досвідом, оскільки я виявив, що не зможу напартачити гірше за них», — пригадував він.³⁷⁷ Нолан вирішив назвати нову компанію Syzygy — терміном, який важко вимовити, для позначення розташування на одній лінії трьох небесних тіл. На щастя, ця назва була зайнята, оскільки її зареєструвала комуна хіпі, що виробляла свічки. Тож Бушнелл вирішив назвати свою нову фірму Atari, використавши термін із японської настільної гри го.

Pong

Двадцять сьомого червня 1972 року, того самого дня, коли Atari була зареєстрована як корпорація, Нолан Бушнелл найняв свого першого інженера. Ел Елкорн був гравцем шкільної футбольної команди з суворого району Сан-Франциско, який навчився ремонтувати телевізори на заочних курсах RCA. У Берклі Ел брав участь у програмі «Вчися та працюй», що привела його до Амрех, де він працював під керівництвом Бушнелла. Елкорн закінчив університет саме тоді, коли Бушнелл формував Atari.

Багато ключових партнерств цифрової епохи були об'єднаннями людей із різними навичками та рисами характеру, наприклад, Джон Моклі та Преспер Екерт, Джон Бардін та Волтер Бреттейн, Стів Джобс та Стів Возняк. Але подеколи, як у випадку з Бушнеллом та Елкорном, партнерства працювали завдяки подібності особистостей та захоплень. Обидва були дужими, гульливими та нешанобливими до авторитетів. «Ел один із моїх найулюбленіших людей у світі, — стверджував Бушнелл більш як сорок років по тому. — Першокласний інженер, весела людина, тож він був буквально народжений для відеоігор».³⁷⁸

На той момент Бушнелл мав контракт на виготовлення нової відеоігри для чиказької фірми Bally Midway. Планувалося створити гру про автомобільні перегони, яка видавалася привабливішою, ніж керування космічними кораблями, для любителів пива у робітничих барах. Але перш ніж доручити це завдання Елкорну, Бушнелл вирішив дати йому вправу для розминки.

На спеціалізованій виставці Нолан познайомився з Magnavox Odyssey — примітивною консоллю для гри на домашніх телеприймачах. Однією з пропонувананих ігор була версія пінг-понгу. «Мені вона здалася дещо гівняною, — згадував Бушнелл багато років по тому, після того як на нього подали до суду за крадіжку цієї ідеї. — У ній не було звуків, не відображався рахунок, а м'ячики були квадратними. Але я помітив, що деяким людям вона сподобалася». Тож повернувшись до невеличкого орендованого Atari офісу в Санта-Кларі, він описав гру Елкорну, накидав деякі схеми та попросив його побудувати її автоматну аркадну версію. Він сказав Елу, що підписав контракт на виготовлення цієї гри із GE, що було неправдою. Як багато підприємців, Нолан не соромився викривляти реальність заради мотивування інших: «Я вважав, що то буде чудова тренувальна програма для Ела».³⁷⁹

За кілька тижнів Елкорн зібрав прототип, а на початку вересня 1972 року завершив роботу. Дитяча веселість дозволила йому придумати вдосконалення, які перетворили монотонне перекидання цятки між паличками у дещо вкрай потішне. Створені ним лінії мали вісім ділянок, тож коли м'ячик дзвінко вдарявся точно в центр битка, він відлітав прямо, але що ближче до країв він вдарявся, то під більшими кутами відлітав. Це зробило гру складнішою та тактичною.

Він також створив табло з рахунком. Але воістину геніальним рішенням було додавання «т'юхкання» з синхронного генератора, який був потрібен для цілковитого поринання в атмосферу гри. Використавши чорно-білий телеприймач Hitachi за 75 доларів, Елкорн з'єднав усі компоненти до купи у дерев'яній шафі 1,5 метра заввишки.

Як і Computer Space, ця гра не використовувала мікропроцесор і не виконувала жодного рядка комп'ютерного коду; вона була повністю зроблена апаратно на основі цифрових логічних схем такого ж типу, яким користуються інженери-телевізійники. Потім він наліпив на все це знятий зі старого пінбольного автомата монетоприймач, і відбулося народження зірки.³⁸⁰ Бушнелл назвав її Pong.

Однією з найвизначальніших рис Pong була її простота. Гра Computer Space потребувала складних інструкцій; її стартовий екран містив достатньо настанов (серед яких була, приміром, така: «У космосі відсутня гравітація; швидкість ракети можна змінювати винятково за рахунок тяги двигуна»), щоб спантеличити інженера-комп'ютерника. Натомість Pong була достатньо простою, щоб з нею навіть після півночі могли розібратися нарізаний пивом

завсідник барів чи обдובбаний другокурсник. Інструкція була надзвичайно простою: «Щоб отримати найвищий бал, не пропустіть жодного м'яча». Свідомо чи ні, Atari блискуче впоралася з однією з найважливіших інженерних проблем комп'ютерної ери: створення радикально простих та інтуїтивних користувацьких інтерфейсів.

Бушнелл був настільки задоволений витвором Елкорна, що вирішив, що це має стати чимось більшим за тренувальну вправу: «Я передумав, щойно це стало по-справжньому весело; щойно ми збагнули, що щовечора після роботи кілька годин граємо у неї».³⁸¹ Він полетів до Чикаго, щоб переконати Bally Midway зарахувати Pong як виконання їхнього контракту замість наплягання на грі про автоперегони. Проте компанія відмовилася прийняти її. Вона остерігалася ігор, що вимагали двох гравців.

Виявилось, що то було на щастя. Щоб випробувати Pong, Бушнелл та Елкорн встановили прототип у Andy Carr's — пивному барі в робітничому містечку Саннівейл, де підлога була всяна арахісовою шкаралупою, а в задній кімнаті грали у пінбол. Кілька днів по тому Елкорну зателефонував хазяїн бару та пожалівся, що автомат перестав працювати, і що він має терміново приїхати і полагодити його, бо він виявився на диво популярним. Тож Елкорн поспішив туди. Щоб виявити проблему, достатньо було відкрити автомат: монетоприймач так переповнився четвертаками, що просто забився. Гроші аж ринули на підлогу.³⁸²

Бушнелл та Елкорн зрозуміли, що в них на руках справжній хіт. Середній автомат заробляв 10 доларів за день; автомат Pong приносив 40 доларів. Зненацька рішення Bally відмовитися від нього здалося подарунком долі. І тут гору взяв справжній підприємець, що до слушного часу дрімав у Бушнеллі: він вирішив, що Atari попри відсутність фінансування чи обладнання виготовлятиме гру самотужки.

Нолан ризикнув робити все без будь-якої зовнішньої підтримки; він вирішив максимально фінансувати справу з прибутків від продажів. Він подивився, скільки в нього грошей у банку, поділив це значення на 280 доларів — вартість виготовлення одного автомата — і зрозумів, що спочатку може збудувати тринадцять штук. «Але то було нещасливе число, — пригадував він, — тож ми вирішили зробити дванадцять».³⁸³

Бушнелл виліпив зменшену модель бажаного корпусу консолі з глини і відніс її виробнику човнів, який почав виготовляти їх зі склопластику. На створення одного автомата йшов тиждень, ще кілька днів було потрібно для того, щоб його продати за 900 доларів, тож із прибутком у 620 доларів Нолан мав задосить готівки для продовження справи. Певна частина перших прибутків пішла на рекламні брошури із зображенням чарівної дівчини в обтіській прозорій нічній сорочці, яка спиралася на автомат рукою. «Ми найняли її у топлес-барі трохи далі по вулиці», — сорок років по тому оповідав Нолан

аудиторії старанних старшокласників, які були дещо збентежені його розповіддю та непевні, що то таке „топлес-бар“». ³⁸⁴

Венчурний капітал, галузь, що тільки-но постала у Кремнієвій долині, зародившись із фінансування Intel Артуром Роком, був недоступний для компанії, яка пропонувала виробляти відеоігри, котрі ще не були відомим продуктом та асоціювалися з мафіозною пінбольною індустрією.* Банки, до яких Бушнелл звернувся за позикою, також поставилися до цього із великим сумнівом. Назустріч пішов лише Wells Fargo, який відкрив кредитну лінію на 50 тис. доларів, що було значно менше, ніж просив Бушнелл.

Отримавши гроші, Нолан зміг відкрити виробництво в покинутому ролердромі за кілька кварталів від офісу Atari у Санта-Кларі. Автомати Pong збирали не на конвеєрі, а прямо на підлозі посеред приміщення, і молоді робітники бігали туди-сюди, щоб вставити в них потрібні деталі. Працівників нагнали з сусідніх центрів зайнятості. Коли ж відсіяли героїнових наркоманів та крадіїв відеомоніторів, підприємство швидко пішло вгору. Спершу за день виготовляли десять автоматів, а вже за два місяці — майже сотню. Економічний бік справи також покращився: вартість складання кожного автомата трималася на рівні трохи більше за 300 доларів, а от відпускна ціна підвищилася до 1200 доларів.

Атмосфера була саме такою, яку можна очікувати від завзятих любителів розваг, як Бушнелл та Елкорн, котрим на той час ще не було тридцяти і які піднесли легковажний стиль стартапів Кремнієвої долини рівнем вище. Щоп'ятниці влаштовували пивну гульню та марихуанову вечірку, які іноді, особливо якщо було виконано план на тиждень, доповнювали купанням голяка. «З'ясувалося, що наші працівники сприймають вечірку як винагороду за виконання плану майже так само позитивно, як одержання бонусів», — розповідав Бушнелл.

Бушнелл придбав собі гарний будинок на пагорбах сусіднього Лос-Гатоса, де він інколи проводив збори ради директорів чи організовував вечірки для працівників у джакузі. Збудувавши нову складальну фабрику, він вирішив, що там має бути своє джакузі. «Це був засіб найму, — наполягав він. — З'ясувалося, що наш стиль життя і наші вечірки дуже добре приваблюють робітників. Якщо ми хотіли когось найняти, то запрошували їх на одну з наших вечірок». ³⁸⁵

Культура Atari, крім того, що вона слугувала засобом найму, була ще природним продовженням особистості Нолана. Але то було не просто

* Три роки по тому, 1975 року, коли Atari вирішила виготовляти домашню версію Pong, індустрія венчурного капіталу одразу цим зацікавилася, і Бушнеллу вдалося отримати 20 млн доларів фінансування від Дона Валентайна, який щойно заснував Sequoia Capital. Отож, Atari та Sequoia допомогли одна одній розкрутитися.

самозадоволення. Вона ґрунтувалася на філософії, що спиралася на рух хіпі та згодом стане визначальною рисою Кремнієвої долини. У її ядрі лежали певні принципи: треба піддавати сумніву авторитети, порушувати ієрархії, захоплюватися нонконформізмом та плекати творчість. На відміну від східноузбережних корпорацій, тут не було фіксованого робочого графіка та дрес-коду ані для офісу, ані для джакузі. «У ті часи у IBM треба було вдягати білу сорочку, чорні брюки та чорну краватку і чіпляти бейдж на груди чи кудись там, — згадував інженер Стів Брістоу. — В Atari виконувана людьми робота важила більше за їхній вигляд»³⁸⁶.

Успіх Pong став приводом для позову з боку Magnavox, котра продавала консоль для домашніх телевізорів Odyssey, з якою Бушнелл грався на спеціалізованій виставці. Консоль Magnavox розробив сторонній інженер Ральф Баер. Він не міг претендувати на винайдення цієї концепції, коріння якої сягали щонайменше 1958 року, коли Вільям Гігінботем із Брукгейвенської національної лабораторії навчив осцилоскоп на аналоговому комп'ютері перекидати туди-сюди світлову цятку у грі, яку назвав «Теніс для двох». Однак Баер, як і Едісон, був одним із тих інноваторів, які були переконані, що подача патентних заявок є ключовим елементом процесу винайдення. Патентів у нього було більш ніж сімдесят, в тому числі на різноманітні аспекти його ігор. Замість судової тяганини Бушнелл запропонував цікаву угоду, від якої виграли обидві компанії. Він заплатив не такий уже й великий одноразовий штраф у 700 тис. доларів в обмін на довічні права на виготовлення цього автомата з умовою, що Magnavox обстоюватиме свої патенти та вимагатиме сплати роялті від інших компаній, зокрема його колишніх партнерів Bally Midway та Nutting Associates, які хотіли виробляти аналогічні автомати. Внаслідок цього Atari здобула конкурентну перевагу.

Для інновації необхідні принаймні три речі: видатна ідея, інженерний талант для її втілення та ділова хватка (а також талант укладати угоди) для перетворення її на успішний продукт. У 29-річному віці Нолан Бушнелл зміг задовольнити усі три умови, тож саме він, а не Білл Піттс, Г'ю Так, Білл Наттінг чи Ральф Баер, увійшов в історію як інноватор, який дав старт індустрії відеоігор. «Я пишаюся тим, як нам вдалося сконструювати Pong, але ще більше я пишаюся тим, як розпланував та фінансово вибудував бізнес, — сказав він. — Сконструювати автомат було легко. Важко було розвивати компанію без грошей»³⁸⁷.

ІНТЕРНЕТ

Трикутник Веннівера Буша

Інновації часто несуть відбиток організацій, які їх створили. У випадку інтернету він був особливо цікавим, оскільки цю мережу було створено спільними зусиллями трьох груп: військових, університетів та приватних корпорацій. Ще більш вражаючим процес її створення робило те, що це був не просто слабо зв'язаний консорціум, де кожна група мала власні цілі. Натомість як упродовж, так і після Другої світової війни ці три групи були сплавлені до купи у залізний трикутник: військово-промислово-академічний комплекс.

Найбільша заслуга у виковуванні цієї групи належить Венніверу Бушу, професору МІТ, який 1931 року збудував диференціальний аналізатор — ранній аналоговий комп'ютер (описаний у розділі 2).³⁸⁸ Ця роль дуже пасувала Бушу, оскільки він був зіркою в усіх трьох таборах: декан Школи інженерної справи МІТ, засновник електронної компанії Raytheon та вищий військовий науковий керівник США за часів Другої світової війни. «Жоден американець не справив більшого впливу на розвиток науки та технології, ніж Веннівер Буш», — пізніше проголошував президент МІТ Джером Візнер, додавши при цьому, що його «найвизначнішою інновацією був план, згідно з яким замість побудови великих урядових лабораторій укладалися контракти з університетами та промисловими лабораторіями».³⁸⁹ Буш народився 1890 року неподалік Бостона в родині священника-універсаліста, який розпочинав кар'єру коком на макрельному смеку*. Обидва Бушевих дідусі були капітанами-китобоями, від яких йому передалася морехідна та відверта вдача, що допомогла йому стати рішучим менеджером та харизматичним адміністратором. Як багато хто з успішних технологічних лідерів, він був експертом як із виробки виробів, так і з ухвалення вольових рішень. «Усі мої пращури були морськими капітанами, і вони вміли верховодити без жодних сумнівів, — сказав він якось. — Тож і я прагнув стати головним там, куди потрапив».³⁹⁰

Як і більшість успішних технологічних лідерів, він також зростав у любові як до гуманітарних, так і до природничих наук. Він міг без кінця-краю цитувати Кіплінга та Омара Хайяма, грав на флейті, полюбляв симфонії та отримував задоволення від читання філософських творів. Його сім'я також

* Сmek — риболовне судно. — Прим. ред.

мала підвальну майстерню, де він майстрував маленькі човники та механічні іграшки. Як пізніше в своєму неповторному старомодному стилі писав Time, «худорлявий, розумний, солоний, як морська вода, Вен Буш — це янки, чия любов до науки, як у багатьох американських хлопчиків, почалася із пристрасті до забавок із технічними дрібничками».³⁹¹

Він вступив до Університету Тафтса, де на дозвіллі із двох велосипедних коліс та маятника збудував топографічну машину для окреслення периметра ділянки та обрахунку її площі, тобто, фактично, аналоговий пристрій, що виконував інтегральне числення. Він отримав на нього патент, який став першим із сорока дев'яти, назбраних ним за життя. Упродовж навчання в університеті він та його сусіди по кімнаті консультувалися з низкою дрібних компаній, а згодом, вже після випуску, заснували Raytheon, що перетворилася на величезного підрядника Міністерства оборони та фірму з виготовлення електроніки.

Буш здобув ступінь доктора з електротехніки спільно від MIT та Гарварду, потім став професором і деканом факультету інженерної справи у MIT, де збудував свій диференціальний аналізатор. Його пристрастю було підвищення ролі науки та інженерної справи у тогочасному, середини 1930-х років, суспільстві, коли здавалося, що в цих галузях не відбувається нічого захопливого. Телевізори ще не були продуктом широкого вжитку, тож найвизначнішими новими винаходами, поміщеними у капсулу часу на Світовій виставці 1939 року у Нью-Йорку, були годинник Mickey Mouse та безпечна бритва Gillette. Друга світова війна змінила ситуацію, викликавши вибух нових технологій. На чолі цього процесу стояв Веннівер Буш.

Занепокоєний технологічною відсталістю американських військових, він мобілізував президента Гарварду Джеймса Брайянта Конанта та інших наукових лідерів на те, щоб переконати президента Франкліна Рузвельта сформувавши Національний дослідницький комітет із питань оборони, а потім — військове Управління наукових досліджень та розробок, які сам і очолив. Завжди із люлькою в роті та олівцем у руці він наглядав за Мангеттенським проектом із побудови атомної бомби, а також за проектами з розробки радара та систем протиповітряної оборони. 1944 року на обкладинці часопису Time назвав його «генералом фізики». «Якби десять років тому ми були пильними у сфері військових технологій, — наводить журнал його слова, промовляючи які, він гримнув кулаком по столу, — цієї клятої війни, ймовірно, не було б».³⁹²

Із його винятково серйозним стилем роботи, що дещо пом'якшувався особистою теплотою, він був суворим, проте улюбленим лідером. Якоюсь групою військових учених, роздратованих якоюсь бюрократичною проблемою, прийшла до його кабінету, щоб подати у відставку. Буш спершу не зміг розібратися, чому виникла ця плутанина. «Тож я просто сказав їм, — пригадував

він. — „Під час війни у відставку не йдуть. Тому, хлопці, вимітайтеся звідси до бісової матері та повертайтеся до роботи, а я з цим розберуся“». ³⁹³ Ті підкорилися. Як пізніше зазначав голова МІТ Візнер, «він був людиною сильних переконань, які енергійно висловлював та застосовував, проте він побожно ставився до таємниць природи, толерантно ставився до людських слабкостей та був сприйнятливий до змін». ³⁹⁴

Коли війна скінчилася, Буш у липні 1945 року подав доповідь на ім'я Рузвельта (котру зрештою доставили президенту Гаррі Трумену), в якій пропагував урядове фінансування фундаментальних наукових досліджень спільно з університетами та промисловістю. Для своєї роботи Буш обрав експресивну та дуже американську за своєю суттю назву «Наука — безкінечний фронтир» (Science, the Endless Frontier). Вступ до неї варто перечитувати вголос щоразу, коли політики погрожують позбавити фінансування необхідні для майбутніх інновацій дослідження. «Фундаментальні дослідження ведуть до нових знань, — писав Буш. — Вони надають науковий капітал. Вони створюють фонди, з яких необхідно діставати практичні застосування знань» ³⁹⁵.

Бушів опис того, як фундаментальні дослідження забезпечують посівний фонд для практичних винаходів, став відомий як «лінійна модель інновації». Хоча наступні покоління істориків науки намагалися розвінчати лінійну модель як таку, що ігнорує складну взаємодію між теоретичними дослідженнями та практичними застосуваннями, вона була дуже зрозумілою для широкого загалу та правильна за своєю суттю. Війна, писав Буш, дала зрозуміти «чітко і безсумнівно», що фундаментальна наука — відкриття фізичних принципів ядерної фізики, лазерів, комп'ютерних наук, радара — «є абсолютно невід'ємною складовою національної безпеки». Також, додавав він, вона була ключовою для економічної безпеки Америки. «Нові вироби та нові процеси не виникають уже цілком розвинутими. Вони ґрунтуються на нових принципах та концепціях, які, своєю чергою, скрупульозно розвиваються в рамках досліджень у найабстрактніших сферах науки. У країні, де нове фундаментальне наукове знання залежить від інших, промисловий розвиток буде дуже повільним, а її конкурентна позиція у світовій торгівлі — слабкою». Наприкінці доповіді Буш досяг поетичних вершин у звеличенні практичних вигод фундаментальних наукових досліджень: «Успіхи науки, втілені на практиці, передбачають більше робочих місць, вищі зарплати, коротший робочий день, рясніші врожаї, більше вільного часу для відпочинку, навчання, опанування того, як жити без гнітючої важкої праці, що впродовж останніх століть висіла тягарем на простому люді». ³⁹⁶

На підставі цієї доповіді Конгрес заснував Національний науковий фонд. Спершу Трумен наклав вето на білля, оскільки той встановлював, що директора фонду призначав не президент, а незалежна колегія. Але Буш переконав Трумена змінити думку, пояснивши, що це захистить його від тих, хто

шукає політичних протекцій. «Тобі слід бути політиком, Вен, — сказав йому Трумен. — Ти маєш потрібні для цього інстинкти». Буш відповів: «Містере президенте, а як ви в біса гадаєте, чим я займався у цьому місті п'ять чи шість років?».³⁹⁷

Створення тристороннього зв'язку між урядом, промисловістю та науковими колами було своєрідною важливою інновацією, що сприяла технологічній революції кінця ХХ століття. Уже незабаром Міністерство оборони США та Національний науковий фонд стали головними фінансувальниками більшої частини фундаментальних досліджень у штатах, у період із 1950-х до 1980-х років включно, витративши стільки ж, скільки приватний сектор.* Віддача від цих інвестицій була гігантською і призвела до появи не лише інтернету, а й багатьох стовпів повоєнного американського інноваційного та економічного буму.³⁹⁸

Кілька корпоративних дослідницьких центрів, передусім Bell Labs, існували й до війни. Але після того, як Бушів заклик дав старт урядовому заохоченню та контрактам, немов гриби після дощу почали виникати гібридні дослідницькі центри.

Серед найвизначніших були RAND Corporation, від початку сформована для надання послуг із досліджень та розробки Військово-повітряним силам; Стенфордський дослідницький інститут та його відгалуження; Науково-дослідний центр із питань доповнення; Херох PARC. Усі вони відіграли свою роль у розробці інтернету.

Два найважливіші заклади виникли поблизу Кембриджа, штат Массачусетс, відразу ж після війни: Лабораторія імені Лінкольна — дослідницький центр, фінансований військовими та афілійований із МІТ, та Bolt, Beranek and Newman — науково-дослідна та дослідно-конструкторська компанія, заснована та укомплектована інженерами з МІТ (і кількома з Гарварду). З обома цими установами був тісно пов'язаний професор МІТ з протяжною міссурійською вимовою та невимушеним талантом до формування команд. Йому судилося стати найважливішою особою в історії створення інтернету.

Джозеф Ліклайдер

У пошуках батьків інтернету краще всього почати з лаконічного, проте на диво чарівного психолога та технолога з відкритою усмішкою та скептичним світоглядом на ім'я Джозеф Карл Робнетт Ліклайдер, який народився 1915 року та відомий усім як Лік. Він започаткував дві найважливіші концепції, що лягли в основу інтернету: децентралізовані мережі, що уможливають

* Станом на 2010 рік федеральні витрати на наукові дослідження впали до рівня половини від витрат приватного сектору.

поширення інформації з будь-якого кінця світу, та користувацькі інтерфейси, які сприятимуть взаємодії між людиною та машиною в реальному часі. До того ж він був директором-засновником військового агентства, яке фінансувало ARPANET, і вдруге обійняв цю посаду десятиліття по тому, коли було створено протоколи для з'єднання її у те, що стало інтернетом. Як казав один із його партнерів та протеже, Боб Тейлор, «він насправді був батьком усього цього».³⁹⁹

Ліклайдерів батько був бідним сільським хлопчиком із Міссурі, який зумів стати успішним страховим агентом у Сент-Луїсі і потім, коли Велика депресія стерла його фірму з лиця землі, священником-баптистом у крихітному провінційному містечку. Лік був єдиною та обожнюваною дитиною в родині. Хлопчик перетворив свою спальню на фабрику з виготовлення авіамоделей та разом із матір'ю, яка стояла поруч і подавала інструменти, відновлював старі таратайки. Проте Лік почував себе, наче в пастці, адже зростав у ізольованій сільській місцевості, повній загорож із колючого дроту.

Спершу він утік до Університету Вашингтона у Сент-Луїсі, а потім, здобувши докторський ступінь із психоакустики (науки про те, як ми сприймаємо звуки), приєднався до психоакустичної лабораторії при Гарвардському університеті.

Його дедалі більше цікавив зв'язок між психологією та технологією, принципи взаємодії людського мозку та машин, тож він переїхав до МІТ, де на базі електротехнічного факультету заснував відділ психології.

У МІТ Ліклайдер доєднався до різномасного кола інженерів, психологів та гуманітаріїв, що зібралися довкола професора Норберта Вінера — теоретика, який вивчав, як співпрацюють люди та машини, та ввів в ужиток термін *кібернетика*, який описував, як будь-яка система, від мозку до артилерійського прицільного механізму, навчається за допомогою ланцюгів комунікацій, керування та зворотного зв'язку. «У Кембриджі після Другої світової війни відбувалося несамолюбне інтелектуальне бродіння, — пригадував Ліклайдер. — Вінер очолював групу з сорока чи п'ятдесяти людей, які зустрічалися щотижня. Вони збиралися разом та розмовляли упродовж кількох годин. Я був палким прихильником цього».⁴⁰⁰

На відміну від деяких своїх колег із МІТ, Вінер був переконаний, що найбільш багатонадійним шляхом розвитку комп'ютерних наук була розробка машин, які вдало співпрацюватимуть із людським розумом, а не намагатимуться його замінити. «Багато людей вважають, що обчислювальні машини стали заміниками інтелекту та зменшили потребу в оригінальних думках, — писав Вінер. — Це зовсім не так».⁴⁰¹ Що потужнішим стане комп'ютер, то більшою буде користь від поєднання його з вигадливим, творчим, високорівневим людським мисленням. Ліклайдер став прихильником цього підходу, який він пізніше назве «людино-комп'ютерним симбіозом».

Ліклайдер мав грайливе, але дружнє почуття гумору. Він любив дивитися «Трьох телепнів»^{*} та по-дитячому захоплювався візуальними витівками. Інколи, коли хтось із його колег збирався робити презентацію зі слайдами, Ліклайдер підкладав у магазин проектора слайд із фото красивої дівчини. На роботі він заряджався стабільними поставками «Кока-Коли» та цукерок із торгових автоматів, та щоразу, як був задоволений своїми дітьми чи студентами, давав їм плитки шоколаду Hershey. Ліклайдер також надзвичайно приязно ставився до своїх докторантів, яких запрошував обідати до свого помешкання у передмісті Бостона, Арлінгтоні. «Найголовнішим для нього була взаємодія, — розповідав його син Трейсі. — Він ходив туди-сюди, створював острівці людей та заохочував їх бути допитливими та розв'язувати задачі». Це стало однією з причин того, що Ліклайдер зацікавився мережами. «Він знав, що одержання гарних відповідей вимагає дистанційної взаємодії. Він любив помічати талановитих людей та зв'язувати їх докупи в команду».⁴⁰²

Утім його обійми не поширювалися на людей претензійних чи пихатих (за винятком Вінера). Коли Ліклайдер вважав, що доповідач верзе нісенітницю, він підводився та ставив на перший погляд невинні, але насправді вкрай підступні запитання. Дуже швидко доповідач розумів, що його поставили на місце, і Ліклайдер сідав. «Він не любив позерів чи ошуканців, — пригадував Трейсі. — Він не був підлий, проте будь-кого вправно виводив на чисту воду».

Однією з Ліклайдерових пристрастей було мистецтво. Хоч би де він подорожував, проводив години у музеях, інколи навіть брав двох своїх дітей, які, щоправда, не вельми охоче йшли з ним. «Він просто-таки схибнувся на цьому, йому завжди цього не вистачало», — казав Трейсі. Часом він проводив у музеї п'ять і більше годин; він милувався кожним мазком, аналізував, як кожна з картин скомпонована в єдине ціле, та намагався осягнути, чого вона вчить з погляду творчості.

У Ліклайдера був інстинкт помічати таланти в усіх галузях, як у науці, так і в мистецтві, проте він відчував, що найпростіше його виявити на рівні найчистіших форм на зразок мазків пензля художника чи мелодійного рефрену композитора. Він говорив, що шукає схожі творчі мазки в розробках комп'ютерних чи мережових інженерів. «Він став дійсно умілим шукачем творчості. Він часто обговорював, що робить людей творчими. Він відчував, що найлегше побачити це в художниках, тож ще дужче намагався помічати це в інженерній справі, де мазки пензлем не можна побачити неозброєним оком».⁴⁰³

* The Three Stooges — американський водевіль і комедійний серіал середини ХХ століття, головними героями якого були шестеро диваків, проте у сценах вони з'являлися лише по троє. — Прим. ред.

Найважливіше те, що Ліклайдер був добрим. Коли пізніше він працював у Пентагоні, то, за словами його біографа Мітчелла Волдропа, якимось пізно ввечері побачив, як прибиральниця милується репродукціями картин на стіні його кабінету. Вона сказала йому: «Знаєте, докторе Ліклайдере, я завжди залишаю вашу кімнату наостанок, бо полюблюю побути наодинці, коли ніщо не тисне, і пороздивлятися картини». Він запитав, яка репродукція подобається їй найбільше, і вона вказала на картину Сезанна. Він був у захваті, бо то була і його улюблена картина, тож він цієї ж миті подарував її жінці.⁴⁰⁴

Ліклайдер відчував, що любов до мистецтва покращує його інтуїцію. Він міг обробити значний масив інформації та виявити закономірності. Іншою рисою, що стане йому у пригоді, коли він допоможе зібрати команду, яка закладе основи інтернету, було те, що він любив ділитися ідеями і при цьому не вимагав шани за авторство. Його самолюбство було настільки сумирне, що йому, здавалося, більше до вподоби віддавати, аніж брати собі авторство ідей, розвинутих у ході спілкування. «Попри весь свій значний вплив на комп'ютерну сферу, Лік залишився скромним, — казав Боб Тейлор. — Його улюбленим видом жартів був жарт за його рахунок».⁴⁰⁵

Розподіл часу та людино-комп'ютерний симбіоз

У МІТ Ліклайдер співпрацював із піонером штучного інтелекту Джоном Маккарті, в чий лабораторії хакери з Клубу технічного залізничного моделювання винайшли Spacewar. Під керівництвом Маккарті вони впродовж 1950-х років допомогли розробити системи для розподілу комп'ютерного часу.

Раніше, коли хтось хотів, щоб комп'ютер вирішив певну задачу, він мав подати комп'ютерним операторам стос перфокарт чи касету перфострічки, що нагадувало принесення жертви жрецям, які охороняють оракула. Цей процес був відомий як «пакетна обробка» і страшенно дратував. Між подачею програми та отриманням результатів могли пройти години або навіть дні; найдрібніша помилка могла означати, що вам треба переподати ваші картки для повторення процедури; і у вас могло не бути можливості помацати або навіть побачити сам комп'ютер.

Розподіл часу працював інакше. Він дозволяв під'єднати до одного мейнфрейму, комп'ютера загального користування, купу терміналів, тож багато користувачів могли безпосередньо вводити команди та отримувати відповіді майже миттєво. Подібно до grosмейстера, який веде сеанс одночасної гри на десятку дощок, оперативна пам'ять мейнфрейму тримала на контролі всіх користувачів, а його операційна система була здатна до багатозадачності та виконання відразу багатьох програм. Це надавало користувачам неймовірні можливості: можна було взаємодіяти з комп'ютером безпосередньо та в реальному часі, ніби вести з ним розмову. «У нас тут виникло щось

на зразок релігійного вчення про те, наскільки сильно це відрізнятиметься від пакетної обробки», — говорив Ліклайдер.⁴⁰⁶

Це був ключовий крок у напрямку безпосереднього людино-комп'ютерного партнерства чи симбіозу. «Винайдення *інтерактивних* комп'ютерних обчислень із використанням розподілу часу було важливішим навіть за винайдення самих комп'ютерних обчислень, — стверджував Боб Тейлор. — Пакетна розробка була подібна до листування з кимось, а інтерактивні комп'ютерні обчислення — до розмови з ними»⁴⁰⁷.

Важливість інтерактивних обчислень стала очевидною в Лабораторії імені Лінкольна — фінансованому військовими дослідницькому центрі, який Ліклайдер допоміг заснувати у МІТ 1951 року. Там він зібрав команду, половину якої склали психологи, а половину — інженери. Вони досліджували способи більш інтуїтивної взаємодії людей із комп'ютерами та представлення інформації з використанням більш дружнього інтерфейсу.

Одним із завдань Лабораторії імені Лінкольна була розробка комп'ютерів для системи протиповітряної оборони (ППО), яка попередить про ворожий напад та скоординує удар у відповідь. Вона називалася SAGE, що розшифровувалося як Semi-Automatic Ground Environment (Напівавтоматичні наземні засоби), і її розробка коштувала більше грошей та вимагала участі більшої кількості людей, ніж Мангеттенський проект із побудови атомної бомби. Для роботи системи SAGE користувачам була необхідна миттєва взаємодія з її комп'ютерами. Коли на вас летить ворожа ракета чи бомбардувальник, часу на пакетну обробку обчислень вже немає.

До системи SAGE входили двадцять три центри стеження, розкидані територією Сполучених Штатів та з'єднані міжміськими телефонними лініями. Вона була здатна поширювати інформацію одночасно про чотири сотні швидкісних літаків. Це вимагало потужних інтерактивних комп'ютерів, здатних до передачі величезних обсягів інформації, мереж та дисплеїв, що могли подати цю інформацію у легкій для розуміння графічній формі.

Оскільки Ліклайдер мав психологічну освіту, він брав участь у проектуванні людино-машинних інтерфейсів (того, що користувачі бачили на екранах). Він сформулював набір теорій про способи культивування симбіозу — тісного партнерства, яке дозволить людям і машинам спільно працювати задля розв'язання завдань. Особливо важливо було розробити способи візуально відображати ситуації в динаміці. «Нам були потрібні методи показу повітряної ситуації за кілька послідовних секунд і напрямків руху, а не точок, та розфарбування їх так, щоб було видно, яка інформація найсвіжіша та в якому напрямку рухається той чи інший об'єкт», — пояснював він.⁴⁰⁸ Від здатності оператора консолі правильно оцінити дані та миттєво на них відреагувати могла залежати доля Америки.

Інтерактивні комп'ютери, інтуїтивні інтерфейси та високошвидкісні мережі продемонстрували, як люди та машини можуть співпрацювати в рамках спільної партнерської роботи, і Ліклайдер уявив собі, як це може відбуватися у рамках чогось більшого за системи ППО. Він почав говорити про те, що називав «істинно SAGE-вою системою»*, яка зв'язуватиме мережею не лише центри ППО, а й «мислячі центри», до складу яких входитимуть величезні бібліотеки знань, з якими люди зможуть взаємодіяти на дружніх консолях із дисплеями — іншими словами, він уявив собі наш сучасний цифровий світ.

Ці ідеї склали основу однієї з найвпливовіших статей в історії повоєнної технології «Людино-комп'ютерний симбіоз» (Man-Computer Symbiosis), яку Ліклайдер опублікував 1960 року. «Є надія, що за кілька років людський мозок та обчислювальні машини будуть дуже тісно пов'язані, — писав він, — і що утворене партнерство мислитиме так, як ніколи не мислив жоден людський мозок, і оброблятиме дані в такий спосіб, до якого не можуть навіть наблизитися наразі відомі нам машини для обробки інформації». Це речення заслуговує на те, щоб його перечитували, оскільки стало однією з основоположних концепцій цифрової епохи⁴⁰⁹.

Ліклайдер об'єднався із Норбертом Вінером, чия теорія кібернетики базувалася на тісній співпраці людей і машин, а не з їхніми колегами з MIT Марвіном Мінським та Джоном Маккарті, чії пошуки штучного інтелекту передбачали створення машин, здатних до самостійного навчання та відтворення людського пізнання. Як пояснював Ліклайдер, розсудлива мета полягала у створенні середовища, в якому люди та машини «співпрацюють в ухваленні рішень». Іншими словами, вони мали б доповнювати один одного. «Люди ставитимуть цілі, формулюватимуть гіпотези, визначатимуть критерії та здійснюватимуть оцінки. Обчислювальні машини виконуватимуть рутинну роботу, необхідну для торування шляху для здогадів та рішень у технічному та науковому мисленні».

Міжгалактична комп'ютерна мережа

Зацікавленість психологією та інженерною справою змусили Ліклайдера приділити ще більше уваги комп'ютерам. Саме тому 1957 року він приєднався до кембриджської фірми Bolt, Beranek and Newman (далі BBN) — комерційно-академічної дослідницької компанії, де працювало багато його друзів. Як і в Bell Labs за часів винайдення транзистора, у BBN зібралася жвава суміш талантів із теоретиків, інженерів, техніків, фахівців із комп'ютерних наук (комп'ютерознавців), психологів та одного армійського полковника.⁴¹⁰

* Від англійського sage — мудрий. — Прим. пер.

Одним із завдань Ліклайдера у VBN було очолювати команду, якій слід було зрозуміти, як комп'ютери можуть змінити бібліотеки. Свою підсумкову доповідь «Бібліотеки майбутнього» (Libraries of the Future) він надиктовував упродовж п'яти годин, сидючи біля басейну під час конференції у Лас-Вегасі.⁴¹¹ У ній досліджувався потенціал «пристроїв та методів для онлайнової людино-комп'ютерної взаємодії» — концепції, що була передвісником інтернету. Він передбачав накопичення велетенської бази інформації, відсіяної та пропюлюваної так, щоб «вона не ставала занадто розпорошеною, непереборною чи ненадійною».

Найцікавіша частина статті була присвячена вигаданому сценарію, в якому він ставив машині питання. Діяльність машини він уявляв собі так: «За вікенд вона дібрала понад 10 000 документів, просканувала їх усі в пошуку розділів, які містили релевантні матеріали, розклала ці розділи на твердження за допомогою обчислення предикатів більш високого порядку та ввела ці твердження у базу даних». Ліклайдер збагнув, що описаний ним підхід зрештою буде перевершений. «Звісно, ще до 1994 року з'являться вишуканіші підходи», — писав він, забігаючи на три десятиліття уперед.⁴¹² Його прогноз виявився неймовірно точним. Саме 1994 року було розроблено перші пошукові системи для інтернету на підставі текстової індексації WebCrawler та Lycos, після чого дуже швидко виникли Excite, Infoseek, AltaVista та Google.

Ліклайдер також передбачив ще дещо, що зараз видається парадоксальним, але, на щастя, все-таки збулося: цифрова інформація не цілковито замінить друковану. «Як носій для відображення інформації друкована сторінка ідеальна, — писав він. — Вона забезпечує достатню роздільну здатність для задоволення вимог ока. Вона містить достатньо інформації, щоб зайняти читача на зручний період часу. Вона надає величезну гнучкість з погляду шрифтів та форматування. Вона дозволяє читачу контролювати режим та швидкість перегляду. Вона мала, легка, рухома, піддається розрізанню, вирізанню, наклеюванню, дублюванню, викиданню, і при цьому недорога».⁴¹³

У жовтні 1962 року, ще під час роботи над проектом «Бібліотеки майбутнього», Ліклайдера призначили до Вашингтона на посаду очільника нового відділу, що обробляв інформацію в Агентстві з перспективних дослідницьких проектів Міністерства оборони, тоді відомому під абревіатурою ARPA (Advanced Research Projects Agency).^{*} Будучи частиною Пентагону, воно було уповноважене фінансувати фундаментальні дослідження в університетах та корпоративних інститутах, ставши ще одним із багатьох способів

* Уряд неодноразово змінював думку про наявність в абревіатурі літери D для позначення належності Міністерству оборони (англ. defense). 1958 року агентство називалося ARPA. 1972 року його перейменували на DARPA, потім 1993 року повернули варіант ARPA, а 1996 року воно знову стало DARPA.

впровадження урядом у життя бачення Веннівера Буша. Проте була й інша, безпосередня причина для його створення — 4 жовтня 1957 року росіяни запустили «Супутник» — перший штучний супутник Землі. Зв'язок, встановлений Бушем між наукою та обороною, тепер щонаочі мерехтів у небі. Коли американці мружилися, щоб розгледіти його, вони могли на власні очі переконатися, що Буш мав рацію: країна, яка фінансуватиме найкращу науку, вироблятиме найкращі ракети та супутники. Широким загалом поширилися хвилячки здорової паніки. Президент Ейзенгавер любив учених. Йому імпонувала їхня культура та спосіб мислення, їхня здатність бути неідеологізованими та раціональними. «Любов до свободи означає охорону будь-якого ресурсу, що уможливорює свободу: від недоторканості наших родин та багатства нашої землі — до генія наших учених», — проголосив він у своїй першій інавгураційній промові. Він влаштував обіди для вчених у Білому домі, як Кеннеді пізніше влаштуватиме для діячів мистецтва, та зібрав багатьох із них навколо себе в ролі радників.

«Супутник» надав Ейзенгаверу нагоду формалізувати свою приязнь. Менш ніж за два тижні після його запуску він зібрав п'ятнадцятьох вищих наукових радників, які працювали на мобілізаційне управління Міністерства оборони, та, як пригадував його помічник Шерман Адамс, попросив їх «сказати йому, яке місце мають посідати наукові дослідження у структурі федерального уряду».⁴⁴⁴ Потім за сніданком він зустрівся із Джеймсом Кілліаном, президентом MIT, та призначив його на повну ставку своїм науковим радником.⁴⁴⁵ На пару із міністром оборони Кілліан розробив оголошений у січні 1958 року план зі створення в Пентагоні Агентства з перспективних дослідницьких проєктів. Як писав історик Фред Тернер, «ARPA означувала розширення оборонно-орієнтованого військово-університетського співробітництва, що почалося під час Другої світової війни».⁴⁴⁶

Відділ, очолювати який доручили Ліклайдеру, називався Відділом досліджень оперативного керування. Його завдання полягало у вивченні того, як комп'ютери можуть посприяти циркуляції інформації. Була там ще одна вакансія: очільника групи, яка вивчала психологічні фактори, що впливають на ухвалення військових рішень. Ліклайдер виступив за те, щоб об'єднати ці дві теми. «Я почав красномовно розписувати свої переконання, що проблеми оперативного керування були, по суті, проблемами людино-комп'ютерної взаємодії», — розповідав він пізніше.⁴⁴⁷ Ліклайдер погодився обійняти обидві посади та перейменував об'єднану групу на Відділ методів обробки інформації ARPA (Information Processing Techniques Office, далі — IPTO).

Ліклайдер мав безліч захопливих ідей та пристрастей, найвизначніші з яких стосувалися способів захопити часорозподілену взаємодію в реальному часі та інтерфейсів, з яких має вирости людино-машинний симбіоз. Усе це з'єднувалося до купи у просту концепцію: мережа. Із властивим йому

іронічним почуттям гумору він почав називати своє бачення «навмисно пишномовною» фразою: «Міжгалактична комп'ютерна мережа».⁴¹⁸ У доповідній записці за квітень 1963 року, адресованій усім «членам та партнерам» цієї уявної мережі, Ліклайдер описав свої цілі так: «Уявімо ситуацію, коли кілька різних центрів з'єднані мережею... Хіба всім центрам не було б бажано або навіть необхідно домовитися про використання якоїсь певної мови чи принаймні певних норм, як ставити запитання на зразок „Якою мовою ви розмовляєте?“».⁴¹⁹

Боб Тейлор та Ларрі Робертс

На відміну від багатьох інших партнерів, що розвивали цифрову епоху, Боб Тейлор та Ларрі Робертс не були друзями ані до, ані після спільної роботи у ІРТО. І справді, у наступні роки вони гнівно применшували внески один одного. «Ларрі стверджує, що особисто спроектував мережу, але це — цілком віта неправда, — скаржився Тейлор 2014 року. — Не вірте тому, що він розповідає. Мені його шкода».⁴²⁰ Зі свого боку Робертс стверджував, що Тейлор злиться, оскільки його працю недостатньо оцінили: «Я не знаю, за що його треба похвалити, окрім як за те, що він найняв мене. Це єдина важлива річ, яку зробив Боб».⁴²¹

Але впродовж їхньої чотирирічної спільної роботи у ARPA у 1960-х роках Тейлор та Робертс вдало один одного доповнювали. Тейлор не був блискучим науковцем; він навіть не мав докторського ступеня. Але в нього був привітний та переконливий характер і він, наче магніт, притягував таланти. Робертс, навпаки, був палким інженером із різкими, майже грубими манерами, котрий мав звичку вимірювати секундоміром час, за який можна було різними шляхами дістатися тих чи інших кабінетів у велетенському Пентагоні. Він не зачаровував колег, проте часто побожно схилявся перед ними. А його безцеремонна та безпосередня манера зробила з нього компетентного, а може, навіть улюбленого менеджера. Тейлор улещував людей, тоді як Робертс вражав їх своїм інтелектом.

Боб Тейлор народився 1932 року в будинку для незаміжніх матерів у Далласі. Потім його потягом перевезли до сирітського притулку в Сан-Антоніо, а коли малюку виповнилося 28 днів, його усиновив мандрівний методистський священик* і його дружина. Що кілька років родина переїжджала на кафедри у такі міста, як Ювалде, Озона, Вікторія, Сан-Антоніо та Мерседес⁴²².

* Методизм — протестантська церква, поширена переважно в США та Великій Британії. Виникла в XVIII столітті, відокремившись від англіканської церкви, вимагаючи послідовного, методичного дотримання релігійних приписів. Методисти проповідують релігійне смирення, терпіння. — *Прим. ред.*

Тейлор говорив, що його зростання залишило два відбитки на характері. Як і у випадку зі Стівом Джобсом, також усиновленим, батьки Тейлора повсякчас підкреслювали, що його було «обрано, ретельно відібрано». Він жартував: «Усі інші батьки мали задовольнитися тим, що отримали, а от я був обраним. Мабуть, це викликало в мене незаслужене відчуття самовпевненості». Також йому постійно, після кожного переїзду родини, доводилося вибудовувати нові стосунки, вчити новий жаргон та виборювати собі місце в соціальній ієрархії маленького містечка: «Щоразу доводилося заводити новий набір друзів та мати справу з новим набором забобон». ⁴²³

Тейлор вивчав експериментальну психологію у Південному методистському університеті, служив на флоті та отримав ступені бакалавра та магістра в Техаському університеті. Працюючи над статтею з психоакустики, він мав подавати дані на перфокартах для пакетної обробки університетською обчислювальною системою. «Мені доводилося тягати стоси карток, обробка яких займала дні, а тоді мені говорили, що я неправильно поставив кому на картці 653 чи щось подібне і тепер маю все переробити, — згадував він. — Це мене дуже злило». Коли він прочитав статтю Ліклайдера про інтерактивні машини та людино-комп'ютерний симбіоз, він пережив момент істини і збагнув, що є кращий спосіб. «Так, ось як воно має бути!» — пригадує він слова, які сказав тоді сам до себе. ⁴²⁴

Відпрацювавши вчителем у початковій школі та працюючи на підрядника Міністерства оборони у Флориді, Тейлор отримав посаду куратора досліджень дисплеїв для літальних тренажерів у штаб-квартирі NASA у Вашингтоні, округ Колумбія. На той час Ліклайдер уже працював у Відділі методів обробки інформації ARPA, де почав проводити низку зустрічей із іншими урядовими дослідниками, які виконували подібну роботу. Коли наприкінці 1962 року на одну з таких зустрічей прийшов Тейлор, Ліклайдер здивував його своїм знайомством із тією його статтею з психоакустики, написаною у Техаському університеті (науковий консультант Тейлора був приятелем Ліклайдера). «Мене це страшенно потішило, — пригадує Тейлор, — тож відтоді я став шанувальником і по-справжньому гарним другом Ліка».

Тейлор та Ліклайдер інколи разом їздили на конференції, що додатково зміцнило їхню дружбу. 1963 року під час подорожі до Греції Ліклайдер узяв Тейлора з собою до одного афінського художнього музею та продемонстрував йому свою методику вивчення мазків, примружено розглядаючи картини. Того ж дня пізно ввечері, коли вони сиділи в таверні, Тейлор напросився на пропозицію приєднатися до оркестру та навчив їх грати пісні Генка Вільямса. ⁴²⁵

На відміну від деяких інженерів, і Ліклайдер, і Тейлор розуміли людські фактори; вони вивчали психологію, вміли встановлювати зв'язок із людьми та отримували задоволення від розуміння мистецтва та музики. Хоча Тейлор

бував буйним, а Ліклайдер був схильним до спокою, вони обидва любили працювати з людьми, товаришувати з ними та плекати їхні таланти. Ця любов до людської взаємодії та розуміння того, як вона влаштована, зробили їх ідеальними кандидатами на роль розробників інтерфейсів між людьми та машинами.

Коли Ліклайдер подав у відставку з ІРТО, пост голови тимчасово обійняв його заступник, Айвен Сазерленд, і на прохання Ліклайдера Тейлор перейшов із NASA на посаду заступника Сазерленда. Тейлор був одним із небагатьох, хто збагнув, що інформаційні технології можуть захоплювати більше, ніж космічна програма. Після того, як 1966 року Сазерленд звільнився, щоб стати штатним професором у Гарварді, Тейлор не був одноставно підтримуваною кандидатурою на його заміну, оскільки не мав докторського ступеня та не був комп'ютерознавцем, проте, зрештою, саме він отримав цю посаду.

У ІРТО Тейлора вразили три речі. По-перше, кожен із університетів та дослідницьких центрів, що уклали контракти з ARPA, жадав найновіших комп'ютерів із найбільшим набором можливостей. Це було марнотратно та призводило до дублювання. Один комп'ютер міг стояти в Солт-Лейк-Сіті та обчислювати графіку, а інший розташовуватись у Стенфорді та видобувати дані, але дослідник, якому було потрібно виконувати обидві задачі, мав або мотатися туди-сюди літаком, або просити ІРТО профінансувати ще один комп'ютер. Чому б не з'єднати ці установи мережею, яка дозволила б їм ділитися часом роботи на комп'ютерах одна одної?

По-друге, у своїх подорожах для виступів перед юними вченими Тейлор виявив, що науковцям, які працювали в одному місці, страшенно хотілося дізнатися про дослідження, які відбувались в інших місцях. Він збагнув, що є сенс з'єднати їх електронним зв'язком, щоб полегшити обмін інформацією.

По-третє, Тейлора вразив той факт, що у його кабінеті в Пентагоні стояли три термінали, які мали свої паролі та набори команд і були під'єднані до різних фінансованих ARPA комп'ютерних центрів. «Що за дурня, — подумав він. — Я повинен мати можливість доступу до будь-якої з цих систем з одного термінала». Він стверджував, що саме ця потреба в трьох терміналах «спричинила прозріння»⁴²⁶. Усі ці три проблеми можна було вирішити, збудувавши мережу для передачі даних, яка з'єднувала б ці дослідницькі центри, тобто втіливши мрію Ліклайдера про Міжгалактичну комп'ютерну мережу.

Він пройшов кільцем «Е» Пентагону, щоб зустрітися зі своїм босом, директором ARPA Чарльзом Герцфельдом. Тейлор, володар гугнявої техаської вимови, знав, як зачарувати Герцфельда, біженця-інтелектуала з Відня. Він не готував ані презентацій, ані доповідних записок, натомість одразу ж гарячково взяв бика за роги. Мережа, фінансована та керована ARPA, зможе дозволити дослідницьким центрам спільно використовувати обчислювальні

ресурси та співпрацювати над проектами, а він, Тейлор, отримає змогу викинути зі свого кабінету два з трьох терміналів.

— Чудова ідея, — сказав Герцфельд. — Берися за неї. Скільки тобі потрібно грошей?

Тейлор припустив, що лише на організацію проекту може піти мільйон доларів.

— Він твій, — сказав Герцфельд.

Коли Тейлор повертався до свого кабінету, він поглянув на годинник. «Господи Ісусе, — пробурмотів він сам до себе. — Це зайняло лише двадцять хвилин»⁴²⁷.

Саме таку історію Тейлор переказував у частих інтерв'ю та усно-історичних оповідях. Герцфельду вона подобалася, утім пізніше він зрозумів, що мусить зізнатися у її деякій оманливості. «Він замовчує той факт, що ми з ним та Ліклайдером вивчали цю проблему впродовж трьох років, — згадував Герцфельд. — Мені було неважко дати йому мільйон доларів, оскільки я, можна сказати, чекав, коли він його попросить».⁴²⁸ Тейлор визнав, що так воно й було, після чого додав трохи від себе: «Особливо мене потішило те, що Чарлі взяв гроші з коштів, які мали піти на розробку системи протиракетної оборони, яку я вважав найдурнішою та найнебезпечнішою ідеєю».⁴²⁹

Тепер Тейлору був потрібен хтось, хто безпосередньо керував би цим проектом, і саме так на сцені з'явився Ларрі Робертс. Він був очевидною кандидатурою.

Робертс, здавалося, був спеціально народжений та вирощений для допомоги в створенні інтернету. Його батьки мали докторські ступені з хімії, і, будучи хлопчиком, який зростав неподалік Єлю, він з нуля збудував телевізор, коштушку Тесли*, аматорський радіоприймач та телефонну систему. Він вступив до МІТ, де отримав ступені бакалавра, магістра та доктора технічних наук. Вражений статтями Ліклайдера про людино-комп'ютерний симбіоз, він пішов до нього на роботу у Лабораторію імені Лінкольна і став його протеже у сферах поділу часу, мереж та інтерфейсів. Один із його експериментів у Лабораторії імені Лінкольна полягав у з'єднанні двох віддалених комп'ютерів; його профінансував Боб Тейлор з ARPA. «Ліклайдер надихнув мене своїм баченням поєднання комп'ютерів у мережу, — пригадував Робертс, — і я вирішив, що це й буде моєю роботою».

Проте Робертс непохитно відхилив пропозиції Тейлора переїхати до Вашингтона і стати його заступником. Йому подобалася робота у Лабораторії

* Високочастотний трансформатор, який може прийняти звичайну напругу, скажімо, 120 В зі стандартної американської розетки, та підвищити її до надвисоких напруг, нерідко випускаючи енергію у вигляді видовищних дугових розрядів.

імені Лінкольна, проте він не дуже поважав Тейлора. Було дещо, чого Тейлор не знав: роком раніше Робертсу запропонували Тейлорову посаду. «Коли Айвен ішов, він попросив мене перейти до ІРТО на посаду наступного директора, але то була управлінська посада, а я надавав перевагу дослідженням», — згадував він. Відмовившись від вищої посади, Робертс тим паче не збирався ставати заступником Тейлора. «Облиште, — сказав він якось Тейлору. — Я зайнятий. Я отримую задоволення від цього чудового дослідження». ⁴³⁰

У Робертса була ще одна причина опиратися, яку Тейлор відчував. «Ларрі закінчив МІТ з докторським ступенем, а я — Техаський університет лише з магістерським, — пізніше казав Тейлор. — Тож в мене є підозра, що він не хотів на мене працювати». ⁴³¹

Проте Тейлор був розумним та впертим техасцем. Восени 1966 року він запитав Герцфельда: «Чарлі, а ARPA, бува, не фінансує 51 % Лабораторії Лінкольна?». Герцфельд підтвердив, що це так. «Ну, ти ж знаєш, я оце хочу зробити цей мережевий проект, і мені ніяк не вдається переманити людину, яку я хотів би бачити керівником програми, і вона працює саме в Лабораторії Лінкольна». Тейлор висловив думку, що, можливо, Герцфельд міг би зателефонувати керівнику Лабораторії та сказати, що переконати Робертса погодитися на цю посаду в його ж інтересах. То був техаський спосіб ведення бізнесу, який чинному президенту Ліндону Джонсону припав би до вподоби. Керівник Лабораторії дурнем не був. «Вважаю, нам усім буде краще, якщо ти розглянеш цю пропозицію», — сказав він Робертсу після дзвінка Герцфельда.

Тож у грудні 1966 року Ларрі Робертс перейшов на роботу до ARPA. «Я шантажем примусив Ларрі Робертса стати знаменитим», — пізніше визнав Тейлор. ⁴³²

Коли Робертс із дружиною вперше переїхали до Вашингтона, а це було на Різдво, вони кілька тижнів, поки шукали помешкання, пожили у Тейлора. Хоча їм не судилося стати близькими друзями, стосунки між двома чоловіками були привітними та професійними, принаймні впродовж їхньої роботи у ARPA. ⁴³³

Робертс не був ані таким сердечним, як Ліклайдер, ані таким екстравертним, як Тейлор, ані таким конгрегаціоналістом, як Боб Нойс. За словами Тейлора, «Ларрі був холодним». ⁴³⁴ Натомість він мав рису, яка була не менш корисна для заохочення колаборативної творчості та керування командою: він був рішучим. А найважливіше те, що його рішучість ґрунтувалася не на емоціях чи особистому фаворитизмі, а на раціональному та ретельному аналізі варіантів. Робертсові колеги поважали його рішення, навіть якщо не погоджувалися з ними, оскільки він був чітким, рішучим та чесним. То була одна з переваг призначення на керівну роль справжнього інженера-розробника. Робертсу було некомфортно в ролі Тейлорового заступника, тож він домовився із вищим керівником, Чарлі Герцфельдом, щоб його посада



Джозеф Ліклайдер (1915–1990)



Боб Тейлор (нар. 1932)



Ларрі Робертс (нар. 1937)

називалася «головний науковий радник ARPA». «Вдень я займався контрактами, а вночі — дослідженням мереж», — пригадував він.⁴³⁵

Тейлор, на противагу Робертсу, був жартівливим та товариським, інколи аж занадто. «Я людина дружелюбна», — відзначав він. Щороку він проводив одну конференцію для дослідників, які отримували кошти від ARPA, а ще одну — для їхніх найкращих докторантів, зазвичай у веселих місцях на зразок Парк-Сіті (штат Юта) та в Новому Орлеані. Кожен дослідник мав зробити презентацію, після чого всі інші могли завалити його питаннями та пропозиціями. У такий спосіб він познайомився з новими зірками науки з усієї країни, ставши магнітом талантів, що стало йому у великій пригоді згодом, коли він перейшов на роботу до Xerox PARC. Це також допомогло йому впоратися із одним із найважливіших завдань при побудові мережі: добитися, щоб усі сприйняли цю ідею.

ARPANET

Тейлор знав, що йому потрібно переконати в тому, що за його ідеєю часорозподільної мережі майбутнє, тих людей, для допомоги яким вона була призначена, а саме фінансованих ARPA дослідників. Тож у квітні 1967 року він запросив їх на зустріч до Мічиганського університету, де вони з Робертсом представили генеральний план. Робертс пояснював, що комп'ютерні установи будуть з'єднані орендованими телефонними лініями. Він описав дві можливі архітектури: хабова система з центральним комп'ютером у місті на зразок Омахи, який маршрутизуватиме інформацію, чи павутиноподібна система, що нагадувала мапу автомагістралей із лініями, які перехрещувалися та з'єднували між собою різні точки. Робертс та Тейлор вже тоді починали схилитися до децентралізованого підходу, оскільки він був би безпечнішим. Інформація могла передаватися від вузла до вузла, аж поки не досягне місця призначення.

Більшість учасників не виявили бажання приєднуватися до мережі. «Університети загалом не мали наміру ні з ким ділитися своїми комп'ютерами, — згадував Робертс. — Вони хотіли купувати власні машини та ховатися з ними по кутках».⁴³⁶ Також вони не бажали, щоб частина цінного машинного часу їхніх комп'ютерів витрачалася на обробку маршрутизації трафіку, який виникне при під'єднанні до мережі. Першими розкольникими стали Марвін Мінський із Лабораторії штучного інтелекту MIT та його колишній колега Джон Маккарті, який переїхав до Стенфорда. Вони сказали, що їхні комп'ютери і так використовуються на сто відсотків. З якого дива вони мають захотіти дозволити іншим влазити до них? Крім того, їхні комп'ютери мали б нести тягар маршрутизації мережевого трафіку від комп'ютерів, яких вони не знали й чіїми мовами не послуговувалися. «Обидва скаржилися, що

втраять обчислювальну потужність, і заявили, що не братимуть у цьому участь, — пригадував Тейлор. — Я сказав їм, що вони мусять, бо це дозволить мені втричі зменшити витрати на комп'ютери».⁴³⁷

Тейлор був переконливий, а Робертс — наполегливий, і вони нагадали учасникам, що їх усіх фінансує ARPA. «Ми збираємося побудувати мережу, і ви братимете в цьому участь, — категорично заявив Робертс. — І ви під'єднаєте до неї свої машини».⁴³⁸ Учасникам повідомили, що допоки вони не під'єднаються до мережі, вони не отримають коштів на придбання комп'ютерів.

Ідеї часто виникають у ході спілкування під час зустрічей, і на завершення Мічиганського з'їзду виникла така, яка дозволила обеззброїти опонентів мережі. Її автором був Вез Кларк, який виношував плани створити в Лабораторії імені Лінкольна персональний комп'ютер, названий LINC. Його більше цікавила розробка комп'ютерів, призначених для індивідуального використання, аніж те, як заохотити використовувати розподіл часу великими комп'ютерами, тож він слухав не дуже уважно. Але коли зустріч вже закінчувалася, він збагнув, чому було так важко переконати дослідницькі центри погодитися з ідеєю мережі. «Я пам'ятаю, що саме перед тим, як ми розійшлися, зненацька збагнув, у чому полягала мета-проблема, — згадував він. — Я передав Ларрі записку, в якій написав, що, здається, знаю, як цю проблему вирішити».⁴³⁹ Дорогою до аеропорту в орендованому автомобілі, яким кермував Тейлор, Кларк пояснив Робертсу і ще двом колегам свою ідею. Він стверджував, що ARPA не повинна змушувати дослідницькі комп'ютери кожної установи займатися маршрутизацією даних. Натомість ARPA має розробити та надати кожній установі стандартизований міні-комп'ютер, який і здійснював би маршрутизацію. Великому дослідницькому комп'ютеру кожної установи достатньо було б просто встановити зв'язок із цим наданим ARPA міні-комп'ютером-маршрутизатором. Це рішення мало три переваги: воно зніме левову частку тягаря з мейнфрейму установи-господаря, дасть ARPA владу, необхідну для стандартизації мережі, та зробить маршрутизацію даних повністю розподіленою, а не контрольованою кількома великими хабами.

Тейлор радо підтримав цю ідею. Робертс поставив кілька запитань, після чого зрештою погодився. Мережа мала керуватися запропонованими Кларком стандартизованими міні-комп'ютерами, які стали відомі як інтерфейсні процесори повідомлень (ІПП) (Interface Message Processors). Пізніше їх називатимуть просто «маршрутизаторами».

Коли вони дісталися аеропорту, Тейлор запитав, хто має будувати ці ІПП. Кларк відповів, що це очевидно: завдання слід доручити кембриджській фірмі Bolt, Beranek and Newman, де колись працював Ліклайдер. Але в автівці також був і Ел Блю, який завідував у ARPA внутрішнім контролем. Він нагадав

групі, що, згідно з федеральними стандартами укладання контрактів, необхідно розіслати тендерні пропозиції на виконання цього проекту.⁴⁴⁰

На наступній конференції у жовтні 1967 року у Гетлінбурзі, штат Теннессі, Робертс представив переглянутий план побудови мережі. Він також дав їй ім'я ARPA Net, яке згодом перетворилося на ARPANET. Утім одне питання залишилося невирішеним: чи потребуватиме зв'язок між двома вузлами мережі виділеної лінії між ними, як телефонний дзвінок? Чи, може, існує здійснений спосіб дозволити багатьом потокам даних одночасно використовувати спільні лінії, щось на зразок системи розподілу часу для телефонних ліній? Раніше того ж місяця потенційні специфікації такої мережі передачі даних запропонував комітет Пентагону.

Саме тоді молодий інженер з Англії, Роджер Скентлбері, підвівся, щоб презентувати статтю, в якій описувалися дослідження його боса, Дональда Девіса з Національної фізичної лабораторії Великобританії. Вона містила відповідь: метод розбиття повідомлень на маленькі шматочки, які Девіс назвав «пакетами». Скентлбері додав, що цю ідею, незалежно від Девіса, розробляв дослідник Пол Берен із RAND. Після доповіді Скентлбері Ларрі Робертс та інші зібралися довкола нього, щоб дізнатися більше, після чого перемістилися до бару, де обговорювали цю ідею до пізньої ночі.

Пакетна комутація:

Пол Берен, Дональд Девіс та Леонард Клейнрок

Існує багато способів відправити дані мережею. Найпростіший, відомий як *комутація каналів*, використовується в телефонній системі: набір комутаторів створює виділений канал, яким упродовж розмови туди-сюди ходять сигнали, і з'єднання залишається відкритим навіть під час тривалих пауз. Інший метод відомий як *комутація повідомлень*, або, як його називають телеграфісти, *комутація з проміжним накопиченням*. У такій системі усе повідомлення відправляється в мережу за адресою, вказаною у заголовку, та передається від вузла до вузла, рухаючись до місця призначення.

Ще ефективнішим методом є *комутація пакетів* — особливий тип комутації з проміжним накопиченням, в якому повідомлення розбиваються на крихітні шматочки однакового розміру, які називаються пакетами, до яких додаються адресні заголовки, які описують, куди саме вони повинні дійти. Далі ці пакети відправляються по естафеті мережею, подорожуючи від вузла до вузла з використанням найдоступніших у цей момент каналів. Якщо якісь канали починають забиватися через занадто великий обсяг даних, деякі пакети направляються альтернативними шляхами. Коли всі пакети дістаються вузла призначення, вони збираються до купи згідно з інструкціями у заголовках.

«Це як розбити довгий лист на кілька десятків листівок, пронумерованих та відправлених на одну адресу, — пояснював Вінт Серф, один із піонерів інтернету. — Кожна з них може піти до адресата різними маршрутами, а там вони знову збираються до купи».⁴⁴¹

У Гетлінбурзі Скентлбері пояснював, що людиною, яка вперше у повному обсязі придумала пакетнокомутовану мережу, був інженер Пол Берен. Коли йому було два роки, його родина іммігрувала з Польщі та оселилася у Філадельфії, де батько відкрив маленьку бакалійну крамничку. Закінчивши 1949 року Дрексельський університет, Берен приєднався до новоствореної компанії Преспера Екерта та Джона Моклі, де тестував компоненти для UNIVAC. Він переїхав до Лос-Анджелеса, записався на вечірні курси до Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі та зрештою отримав роботу у RAND Corporation.

Коли 1955 року росіяни випробували водневу бомбу, Берен знайшов для себе мету життя: допомогти запобігти ядерному голокосту. Одного дня у RAND він продивлявся надісланий Військово-повітряними силами щотижневий перелік тем, які треба було дослідити, і вхопився за одну з них, пов'язану зі створенням військової комунікаційної системи, що пережила б ворожий напад. Він розумів, що така система може допомогти запобігти обміну ядерними ударами, оскільки, коли одна зі сторін побоюється, що її комунікаційні системи можна вивести з ладу, вона більш схильна завдати превентивного першого удару при загостренні ситуації. Але якщо комунікаційні системи будуть здатні пережити ворожий удар, країни не відчуватимуть потреби тримати палець на спусковому гачку.

У Берена виникло дві ключові ідеї, які він почав публікувати 1960 року. Перша полягала в тому, що мережа не має бути централізована; не повинно бути головного хабу, який керує всією комутацією та маршрутизацією. Вона не може бути навіть просто децентралізована із зосередженням керування в численних регіональних хабах подібно до телефонної системи AT&T чи мапи маршрутів великої авіакомпанії. Якщо ворогу вдасться вивести кілька таких хабів з ладу, система може стати нефункціональною. Натомість керування має бути повністю *розподіленим*. Іншими словами, кожен із вузлів повинен мати однакові повноваження в комутації та маршрутизації потоку даних. Це стане визначальною рисою інтернету, його вродженим атрибутом, який дозволить йому наділяти владою індивідів та зробить його нечутливим до централізованого контролю.

Берен намалював мережу, що нагадувала риболовну сітку. Усі вузли мали повноваження маршрутизувати трафік, і кожен із них був зв'язаний з кількома іншими вузлами. Якщо якийсь вузол буде знищено, трафік просто піде іншими маршрутами. «Немає центрального керування, — пояснював Берен. — На кожному вузлі виконується проста локальна політика

маршрутизації». Він виражував, що навіть якщо кожен вузол матиме лише три чи чотири зв'язки, система матиме практично необмежену гнучкість та живучість. «Рівень надлишковості лише три чи чотири вже дасть мережі таку стійкість, яка майже відповідає теоретичній межі». ⁴⁴²

«Зрозумівши, як досягти стійкості, я мав вирішити проблему проходження сигналів крізь цю мережу на зразок риболовної сітки», — згадував Берен. ⁴⁴³ Це привело його до другої ідеї, яка полягала в розбитті даних на маленькі блоки стандартного розміру. Повідомлення розбивалося на велику кількість таких блоків, які відправлялися б за своїми маршрутами вузлами мережі, та збиралося назад, коли всі пакети доходили до адресата. «Універсально стандартизований блок повідомлення складався б, скажімо, з 1024 бітів, — писав він. — Більша частина блока повідомлення відводилася б на тип даних, що передаються, а залишок зберігав би службову інформацію на зразок виявлення помилок та даних маршрутизації».

Далі Берен зіткнувся з однією з реальних інновацій, яка полягала в тому, що усталені бюрократії опираються змінам. Корпорація RAND рекомендувала його ідею пакетно-комутованої мережі ВПС, які після ретельного розгляду вирішили її збудувати. Але потім Міністерство оборони постановило, що будь-якою такою справою має займатися Управління зв'язку Міністерства оборони, щоб її результатами могли користуватися усі роди військ. Берен збагнув, що Управління ніколи не матиме бажання чи спроможності довести цю справу до кінця.

Тож він спробував переконати AT&T доповнити їхню канално-комутовану мережу голосового зв'язку пакетно-комутованою мережею для передачі даних. «Вони відбивалися від цього руками й ногами, — пригадує він. — Вони перепробували все, щоб покласти цьому край». Вони навіть не дозволили RAND використовувати мапу їхніх каналів, тож Берену довелося використовувати кілька таких, що витекли назовні. Він неодноразово їздив до штаб-квартири AT&T у Нижньому Мангеттені. У ході однієї з них старший керівник, старомодний аналоговий інженер, був приголомшений, коли Берен пояснив, що в його системі дані зможуть ходити туди й назад без потреби весь час тримати відкритим виділений канал. «Він подивився на своїх присутніх у кімнаті колег, а його очі закотилися, демонструючи цілковиту невіру», — описував Берен. Витримавши паузу, керівник сказав: «Синку, ось як працює телефон», після чого навів зверхній та примітивний опис.

Коли Берен продовжив наполягати на своїй на перший погляд безглуздій ідеї, що повідомлення можна дрібно наскіти та змусити розбігтися мережею у вигляді крихітних пакетів, AT&T запросила його та інших сторонніх осіб на низку семінарів, на яких пояснювалося, як реально працює її система. «Щоб описати всю систему, знадобилося дев'яносто чотири різні доповідачі», — захоплювався Берен. Коли семінари скінчилися, виконавчі особи

AT&T запитали Берена: «Тепер розумієте, чому пакетна комутація не працюватиме?». Яке ж було їхнє розчарування, коли Берен відповів коротко: «Ні». Знов-таки, AT&T була загнана в глухий кут дилемою інноватора. Вона відмовлялася розглядати новий тип мережі для передачі даних, оскільки вклала дуже великі кошти в традиційні канали.⁴⁴⁴

Зрештою кульмінацією Беренової роботи став одинадцятитомний детальний інженерний аналіз «Про розподілені комунікації» (On Distributed Communications), який було завершено 1964 року. Берен наполягав, що ця праця не повинна бути засекречена, оскільки розумів, що така система працюватиме краще, якщо в росіян буде така ж своя. Хоча Боб Тейлор дещо з неї прочитав, більше ніхто з ARPA з роботою не ознайомився, тож Беренова ідея залишалася непоміченою, аж поки 1967 року на гетлінбурзькій конференції на неї не звернув увагу Ларрі Робертс. Повернувшись до Вашингтона, Робертс розшукав Беренові доповіді, змахнув із них пил та почав читати.

Робертс також знайшов статті, написані в Англії групою Дональда Девіса, резюме яких представив у Гетлінбурзі Скентлбері. Девіс був сином вельського клерка, що працював на вугільній шахті і помер 1924 року, через кілька місяців після народження сина. Юного Девіса виховала у Портсмуті мати, яка працювала в Головному поштовому управлінні Великобританії, що відвувало телефонною системою країни. У дитинстві він грався телефонними схемами, потім здобув освіту за спеціальністю з математики та фізики в Імперському коледжі в Лондоні. Під час війни Девіс працював у Бірмінгемському університеті, де займався проектом зі створення ядерної зброї під кодовою назвою «Трубні сплави» у ролі асистента Клауса Фукса, який виявився радянським шпигуном. Потім він працював у Національній фізичній лабораторії, де разом із Аланом Тюрінгом будував автоматичну обчислювальну машину, комп'ютер зі збережуваними програмами.

У Девіса розвинулися два інтереси: розподіл комп'ютерного часу, про який він дізнався під час відвідин МІТ 1965 року, та використання для передачі даних телефонних ліній. Поєднавши ці ідеї в своїй голові, він подумався до мети знаходження методу, подібного до розподілу часу, для максимізації використання ліній зв'язку. Це привело його до концепцій, подібних до розроблених Береном про ефективність крихітних частинок повідомлення. Він також вигадав назвати їх гарним давнім англійським словом: rackets (пакети). Коли Девіс намагався переконати Головне поштове управління впровадити цю систему, то стикнувся з тією ж проблемою, що й Берен, коли стукався в двері AT&T. Але обидва вони знайшли прихильника у Вашингтоні. Ларрі Робертс не просто радо підтримав їхні ідеї; він також взяв на озброєння слово «пакет».⁴⁴⁵

Третім і дещо суперечливішим учасником цього процесу був Леонард Клейнрок, життєрадісний, люб'язний та іноді схильний до самореклами експерт із поширення даних мережею, який близько потоваришував із Ларрі Робертсом, коли вони як докторанти ділили кабінет у МІТ. Клейнрок виріс у Нью-Йорку в родині бідних іммігрантів. Він зацікавився електронікою, коли у шестирічному віці читав комікс про Супермена та побачив інструкції для побудови детекторного радіоприймача, який не використовував батарейок. Він зібрав до купи рулон туалетного паперу, одне з батьківських лез для бритви, шматок дроту та графіт із олівця, після чого упросив матір зводити його на станцію метро у Нижньому Мангеттені та купити в лавці електроніки конденсатор змінної ємності. Конструкція спрацювала, поклавши початок позитивному захопленню електронікою. «Я й досі відчуваю трепет перед ним, — розповідав Клейнрок про той свій приймач. — Він досі видається мені чимось магічним». Хлопець почав збирати інструкції до радіоламп у магазинах із продажу надлишкових військових запасів та копірситися в контейнерах для сміття у пошуках викинутих приймачів, що їх, наче стерв'ятник, розбирав на за частини, з яких будував власні приймачі.⁴⁴⁶

Оскільки Клейнрок не міг дозволити собі навчання у коледжі, навіть у безкоштовному Міському коледжі Нью-Йорка, він удень працював на електронній фірмі, а ввечері відвідував курси, викладачі котрих були більшими практиками за тих, що читали вдень; Клейнрок пригадував, що, замість викладати теорію транзистора, його викладач розповідав, наскільки чутливими вони були до нагрівання та як при розробці схеми робити поправки на очікувану температуру. «На денних заняттях ви ніколи не дізналися б таких практичних речей, — пригадував він. — Ті викладачі просто цього не знали».⁴⁴⁷

Закінчивши курси, Клейнрок виграв стипендію на здобуття докторського ступеня у МІТ. Там він вивчав теорію масового обслуговування, що розглядає питання на зразок залежності середнього часу очікування в черзі від різноманітних факторів, і в своїй дисертації сформулював деякий базовий математичний апарат для аналізу протікання повідомлень та виникнення вузьких місць у комутованих мережах передачі даних. Окрім того, що Клейнрок користувався спільним офісом із Робертсом, він ще був і однокурсником Айвена Сазерленда та відвідував лекції Клода Шеннона і Норберта Вінера. «То був справжній розплідник інтелектуальної геніальності», — казав він, описуючи тогочасний МІТ.⁴⁴⁸

Якось пізно вночі в комп'ютерній лабораторії МІТ Клейнрок працював із однією з машин, велетенським експериментальним комп'ютером, відомим за назвою TX-2, коли почув дивний звук «п-с-с-с-с-с-с-с-с». «Я дуже розхвилювався, — пригадує він. — Там було одне порожнє гніздо, де мала розташовуватися частина машини, яка наразі була в ремонті, і коли я підвів погляд



Дональд Девіс (1924–2000)



Пол Берен (1926–2011)



Вінт Серф (нар. 1943)
та Боб Кан (нар. 1938)

та заглянув у те гніздо, на мене звідти вирячилися два ока!». То виявився Робертс, який вирішив його розіграти.⁴⁴⁹

Запальний Клейнрок та дуже стриманий Робертс лишалися приятелями попри різні характери (а можливо, завдяки цьому). Вони полюбляли разом відвідувати казино Лас-Вегаса та намагалися перехитрити заклад. Робертс придумав схему лічби карт для блекджека, що ґрунтувалася на відстеженні як старших, так і молодших карт, і навчив цього Клейнрока. «Якось, коли ми з дружиною грали у Гілтоні, нас витурили, бо в менеджерів казино, що спостерігали за нами через стелю, викликало підозру те, що я придбав страховку на руку, яку зазвичай не страхують, якщо лишень не знають, що залишилося не так вже й багато старших карт», — пригадував Робертс. Інша хитрість полягала в спробі вирахувати траєкторію кульки рулетки за допомогою лічильника, зробленого з транзисторів та осцилятора. Він вимірював її швидкість та передбачав, на якому боці колеса вона зупиниться, даючи їм можливість робити ставки з більшою ймовірністю виграшу. Щоб зібрати необхідні дані, Робертс обгорнув руку марлею, де сховав самописний пристрій. Круп'є запідозрив, що щось тут не так, подивився на них та запитав: «Хочеш, щоб я зламав тобі й іншу руку?». Вони з Клейнроком вирішили, що не хочуть, та пішли.⁴⁵⁰

У написаному 1961 року проекті дисертації, яку він планував захистити в МІТ, Клейнрок оголошував, що має намір дослідити математичну основу передбачення заторів у павутиноподібній мережі. У цій та пов'язаних із нею роботах він описував мережу з проміжним накопиченням — «комунікаційні мережі, кожен вузол яких має пам'ять» — а не суто пакетно-комутовану мережу, в якій повідомлення розбивалися б на дуже маленькі шматочки абсолютно однакового розміру. Він звертався до питання «середньої затримки, з якою стикається повідомлення в процесі проходження мережею» та аналізував, як цю проблему може допомогти вирішити структура пріоритетів, що передбачала, зокрема, розбиття повідомлень на частини. Проте він не використовував термін «пакет» та не вводив концепцію, яка була б дуже подібною до них.⁴⁵¹

Клейнрок був товаришким та енергійним колегою, проте, на відміну від Ліклайдера, не був стриманий у ствердженні свого авторства. Пізніше він налаштує проти себе багатьох інших розробників інтернету, стверджуючи, що в своїй докторській дисертації та її проекті (які були написані вже після того, як Берен у RAND почав формулювати принципи пакетної комутації) він «розробив основні принципи пакетної комутації» та «математичну теорію пакетних мереж — технологію, що стала підвалиною інтернету».⁴⁵² У середині 1990-х років він розпочав енергійну кампанію за визнання себе «Батьком сучасних мереж для передачі даних».⁴⁵³ В інтерв'ю 1996 року він наполягав, що його «дисертація заклала базові принципи пакетної комутації».⁴⁵⁴

Це викликало обурення багатьох інших піонерів інтернету, які публічно критикували Клейнрока та стверджували, що його коротка згадка про розбиття повідомлень на менші шматочки і близько не є проектом пакетної комутації. «Клейнрок лукавить, — говорив Боб Тейлор. — Його претензія на якусь причетність до винайдення пакетної комутації є типовою невинною саморекламою, якою він займався з першого дня».⁴⁵⁵ На що Клейнрок відповів: «Тейлор сердиться, бо він так і не отримав визнання, на яке, як він вважає, заслуговує».⁴⁵⁶

Дональд Девіс, британський дослідник, який увів у вжиток термін «*packet*», був спокійним та стриманим дослідником і ніколи не хизувався своїми досягненнями. Люди називали його аж занадто скромним. Але, помираючи, він написав статтю, що мала бути опублікована після його смерті, в якій на диво жорстко критикував Клейнрока. «Робота Клейнрока до та після 1964 року не дає йому підстав стверджувати, що саме він започаткував пакетну комутацію, — писав Девіс за результатами вичерпного аналізу. — Той пасаж у його книзі про послідовності обслуговування на підставі розподілу часу, якби він довів його до логічного завершення, міг би привести його до пакетної комутації, але цього не сталося... Я не можу знайти свідчень того, що він розумів принципи пакетної комутації».⁴⁵⁷ Алекс Маккензі, інженер, який очолював Центр керування мережею компанії BBN, пізніше висловився ще відвертіше: «Клейнрок стверджує, що він запропонував ідею пакетизації. Це цілковита нісенітниця; у всій його книзі 1964 року немає жодного твердження, аналізу чи альянсу на ідею пакетизації». Він назвав твердження Клейнрока «сміховинними».⁴⁵⁸

Виступи проти Клейнрока були настільки лютими, що 2001 року це навіть стало темою статті Кеті Гефнер у *New York Times*. У ній вона описувала, як претензія Клейнрока на пріоритет у концепції пакетної комутації розбила на друзки звичний колегіальний дух піонерів інтернету. Пол Берен, який дійсно заслуговує на славу батька пакетної комутації, виступив і сказав, що «насправді інтернет є працею тисячі людей», та багатозначно додав, що більшість причетних до цього людей не висували жодних претензій на авторство. «Є лише один поодинокий випадок, викликаний, схоже, потьмаренням розуму», — додав він зневажливо, маючи на увазі Клейнрока.⁴⁵⁹

Найцікавіше те, що до середини 1990-х років Клейнрок віддавав першість у висуненні ідеї пакетної комутації іншим. У статті, надрукованій у листопаді 1978 року, він цитував Берена та Девіса як піонерів цієї концепції: «На початку 1960-х років Пол Берен описав деякі властивості мереж передачі даних у низці статей для RAND Corporation... 1968 року Дональд Девіс із Національної фізичної лабораторії, Англія, починав писати про пакетно-комутовані мережі».⁴⁶⁰ Так само у статті 1979 року, яка описувала розробку розподілених мереж, Клейнрок ані згадав, ані процитував свої власні роботи

початку 1960-х. Аж до 1990 року включно він проголошував, що першим пакетну комутацію вигадав Берен: «Авторство перших ідей я віддав би йому [Берену]». ⁴⁶¹ Проте коли стаття Клейнрока 1979 року була передрукована 2002 року, він написав до неї новий вступ, в якому стверджував: «Я розробив базові принципи пакетної комутації, опублікувавши першу статтю з цієї теми 1961 року». ⁴⁶²

Утім, незалежно від того, стверджував би Клейнрок чи не стверджував, що саме він у своїх роботах початку 1960-х років розробив пакетну комутацію, він, щиро кажучи, мав би (і досі має) велику повагу як піонер інтернету. Він, безумовно, був важливим раннім теоретиком потоків даних у мережах, а також лідером будівництва ARPANET, якого високо цінували. Клейнрок був одним із перших, хто обрахував ефект розбиття повідомлень при їх передачі від вузла до вузла. Крім того, Робертс вважав його теоретичну роботу надзвичайно цінною та зарахував його до команди виконання проекту ARPANET. Рушійною силою інновації є люди, які мають і гарні теорії, і нагоду бути частиною групи, яка може їх втілити на практиці.

Скандал навколо Клейнрока цікавий тим, що він демонструє, що більшість творців інтернету надавали перевагу — послуговуючись метафорою самого інтернету — системі повністю розподіленого авторства. Вони інстинктивно ізолювали та починали оминати будь-який вузол, який намагався стати значимішим за інших. Інтернет народився з ідеалу творчої співпраці й розподіленого ухвалення рішень, і його засновникам хотілося б захистити цей спадок. Він став невід'ємною частиною їхніх особистостей — і невід'ємною частиною ДНК самого інтернету.

Чи був інтернет пов'язаний із ядерною бомбою?

Однією із загальноприйнятих пов'язаних із інтернетом думок є те, що його було створено для того, щоб пережити ядерний удар. Багатьох із його архітекторів, в тому числі Боба Тейлора та Ларрі Робертса, це розлючує, і вони наполегливо та неодноразово спростовували цей міф про виникнення інтернету. Проте, як і у випадку багатьох інновацій цифрової епохи, мотивів та першопричин створення інтернету було багато. Кожен гравець бачив ситуацію зі своєї дзвіниці. Дехто з тих, хто посідав вищі за Тейлора та Робертса пости в ієрархії підпорядкованості і краще знав справжні обставини ухвалення рішень про фінансування, почали спростовувати спростування. Тож спробуймо відділити кукіль від пшениці.

Немає жодного сумніву, що коли Пол Берен у своїх доповідях для RAND запропонував пакетно-комутовану мережу, одним із обґрунтувань була стійкість до ядерного удару. «Необхідно було мати стратегічну систему, яка могла витримати перший удар, а потім відплатити тією ж монетою, — пояснював

він. — Проблема була в тому, що ми не мали комунікаційної системи, здатної таке пережити, тож радянські ракети, націлені на американські, вивели б з ладу всю нашу телефонно-комунікаційну систему». ⁴⁶³ Це змусило б пальці на спускових гачках гарячково тремтіти; якщо країна боялася, що її комунікації та здатність відповісти не переживуть нападу, вона була більш схильною завдати превентивний удар. «Пакетна комутація значною мірою походить саме з „холодної війни“, — говорив він. — Мене страшенно зацікавила тема того, як, чорт забирай, побудувати надійну систему оперативного командування». ⁴⁶⁴ Тож 1960 року Берен узявся за розробку «комунікаційної мережі, яка дасть можливість кільком сотням основних комунікаційних станцій обмінюватися інформацією після ворожого нападу». ⁴⁶⁵

Можливо, мета Берена була саме такою, проте, як ми пам'ятаємо, йому не вдалося переконати ВПС збудувати таку систему. Натомість його концепції взяли на озброєння Робертс та Тейлор, які наполягали, що вони прагнули лише створити мережу для спільного використання ресурсів дослідниками ARPA, а не мережу, що могла б пережити ядерну атаку. «Люди брали те, що Пол Берен писав про захищену мережу для протиядерної оборони, та переносили на ARPANET, — згадував Робертс. — Ясна річ, вони не мають жодного стосунку одне до одного. І Конгресу я сказав, що це заради майбутнього науки світу — світу як цивільного, так і військового — і військові виграють від цього так само, як і решта. Але її точно не було створено для військових цілей. І я навіть не згадував про ядерну війну». ⁴⁶⁶

Одного разу часопис Time написав, що інтернет було створено задля гарантії функціонування комунікацій після ядерного удару, і Тейлор написав редколегії лист, в якому вказував на цю помилку. Time цей лист не надрукував. «Вони надіслали мені лист у відповідь, в якому наполягали, що їхні джерела надійні», — пригадував він. ⁴⁶⁷

Джерела Time посідали вищі пости в ієрархії підпорядкованості, ніж Тейлор. Можливо, ті, хто працював у Відділі методів обробки інформації ARPA, відповідальному за проект зі створення мережі, щиро вірили в те, що їхній проект ніяк не стосується збереження боездатності після ядерного удару, але дехто з вищих чинів ARPA був переконаний, що то насправді було одним із ключових його завдань. І саме так вони переконували Конгрес продовжувати його фінансування.

Стівен Лукасик від 1967 до 1970 року був заступником директора ARPA, а потім, до 1975-го, — директором. У червні 1968 року йому вдалося отримати формальний дозвіл та асигнування, що дозволило Робертсу приступити до побудови мережі. Минуло лише кілька місяців після Тетського наступу та різанини в Сонгмі. Антивоєнні протести досягли піка, у найбільших університетах відбулися студентські заворушення. Міністерство оборони не могло просто так розтринькувати гроші на дорогі програми, що мали на меті

лише уможливити взаємодію між університетськими дослідниками. Сенатор Майк Менсфілд та інші почали вимагати, щоб фінансування отримували лише проекти, безпосередньо пов'язані із бойовими завданнями. «Тож за таких обставин, — згадував Лукасик, — мені було б дуже складно вбухати купу грошей у мережу, яка лишень підвищує продуктивність дослідників. Таке обґрунтування банально не було б достатньо вагомим. А от ідея, що пакетна комутація буде більш функціональною, стійкішою до пошкоджень мережі, була достатньо вагомою... У стратегічній ситуації — тобто в умовах ядерного нападу — президент повинен зберегти зв'язок із ракетними базами. Тож запевняю вас, поки чеки підписував я, а я їх підписував із 1967 року, я робив це, бо був переконаний саме в цій потребі».⁴⁶⁸

У 2011 році Лукасика потішило та дещо роздратувало те, що, згідно із загальноприйнятою догмою, ARPANET *не* було збудовано зі стратегічних військових причин. Тож він написав статтю «Нащо було створено ARPANET» (Why the Arpanet Was Built), яку поширив серед колег. «ARPA була створена та існувала з єдиною метою: реагувати на нові виклики національній безпеці, — пояснював він. — У цьому разі йшлося про оперативне командування збройними силами, пов'язане передусім із існуванням ядерної зброї та призначених для взаємного стримування від її застосування».⁴⁶⁹

Це відверто суперечило заявам одного з його попередників на посаді директора ARPA, Чарльза Герцфельда, біженця з Відня, який 1965 року схвалив пропозицію Боба Тейлора створити часорозподільну дослідницьку мережу. «Проект ARPANET починався не задля створення системи оперативного керування, що пережила б ядерний удар, як багато хто стверджує нині, — значно пізніше наполягав Герцфельд. — Справді, військові мали величезну потребу в побудові такої системи, проте це не було завданням ARPA».⁴⁷⁰

Дві схвалені ARPA напівофіційні історії містять протилежні точки зору. «Саме з досліджень RAND беруть початок хибні чутки, що ARPANET нібито був якось пов'язаний із побудовою мережі, стійкої до ядерної війни, — стверджувала історія, написана ISOC. — Це справедливо лише у випадку непов'язаного із ARPANET дослідження RAND і ніколи не стосувалося самого ARPANET».⁴⁷¹ З іншого боку, «Підсумкова доповідь» (Final Report), опублікована 1995 року Національним науковим фондом, проголошувала: «Продукт Агентства з перспективних дослідницьких проектів Міністерства оборони, пакетнокомутувана структура мережі ARPANET, була призначена для забезпечення надійних комунікацій в умовах ядерного удару».⁴⁷²

Тож який із цих поглядів правдивий? У нашому випадку — обидва. Для університетських вчених та дослідників, які безпосередньо будували мережу, вона мала лише мирне призначення. Для декого з тих, хто опікувався цим проектом та фінансував його, передусім у Пентагоні та Конгресі, вона мала також і військове обґрунтування. Стівен Крокер, який наприкінці 1960-х був

докторантом і став безпосереднім учасником процесу узгодження архітектури ARPANET, ніколи не вважав збереження функціональності після ядерного удару частиною своєї місії. Проте коли 2011 року Лукасик розіслав свою статтю, Крокер її прочитав, усміхнувся та змінив свою думку. «Я був на вершині, а ти на дні, тож ти насправді й гадки не мав про те, що відбувається і чому ми це робимо», — сказав йому Лукасик. На що Крокер із дещицею гумору, що приховувала частку мудрості, відповів: «Я був на дні, а ви на вершині, тож ви й гадки не мали про те, що відбувається і що саме ми робимо».⁴⁷³

Як зрештою визнав Крокер, «неможливо змусити всіх причетних домовитися про те, навіщо вона була збудована». Леонард Клейнрок, який був його науковим консультантом у Каліфорнійському університеті у Лос-Анджелесі, дійшов такого ж висновку: «Ми ніколи не дізнаємося, чи була стійкість до ядерного удару визначальною мотивацією. На це питання неможливо відповісти. Особисто для мене жодних військових обґрунтувань не існувало. Але якщо піднятися ієрархією підпорядкованості, то хтось із них, я впевнений, говорив, що мотивом було саме збереження функціональності після ядерного удару».⁴⁷⁴

Зрештою ARPANET став втіленням цікавого поєднання військових та академічних інтересів. Його фінансувало Міністерство оборони, яке було схильне вимагати ієрархічних командних систем із централізованим керуванням. Проте Пентагон делегував розробку мережі купі університетських учених, дехто з яких ухилився від призову, а більшість із недовірою ставилися до централізованої влади. Оскільки вони надали перевагу структурі необмежених вузлів, кожен із яких мав власний маршрутизатор, а не структурі на основі кількох централізованих хабів, мережу було важко контролювати. «Я за будь-яких обставин був налаштований на те, щоб вбудувати в мережу децентралізацію, — згадував Тейлор. — За таких умов якийсь одній групі було б складно захопити над нею контроль. Я не довіряв великим централізованим організаціям. Недовіра до них була частиною моєї натури».⁴⁷⁵ Відбираючи для побудови своєї мережі таких людей, як Тейлор, Пентагон, сам того не бажаючи, створював таку мережу, яку був нездатний контролювати повною мірою.

Але тут була ще дещиця іронії. Децентралізована та розподілена архітектура означала, що мережа буде надійнішою. Вона могла витримати навіть ядерний удар. Побудова гнучкої та нападостійкої військової системи оперативного керування не була мотивацією дослідників ARPA. Вони про це не думали навіть підсвідомо. Але саме тому вони зрештою мали стабільне фінансування проекту з боку Пентагону та Конгресу.

Навіть після того, як на початку 1980-х років ARPANET перетворився на інтернет, він продовжував обслуговувати як цивільні, так і військові потреби.

Вінт Серф, спокійний та розсудливий мислитель, який допоміг створити інтернет, пригадував: «Мені захотілося продемонструвати, що наша технологія здатна пережити ядерний удар». Тож у 1982 році він провів низку тестів, які штучно імітували ядерну атаку. «Було кілька подібних імітацій та демонстрацій, деякі були надзвичайно амбітні. У них брало участь стратегічне авіаційне командування. На одному з етапів ми вдалися до авіаційної апаратури пакетного радіозв'язку, при цьому використовували авіаційні системи для зшиття фрагментів інтернету, розділених імітованим ядерним ударом». Радія Перлман, одна з перших мережевих інженерів-жінок, розробила у МІТ протоколи, що забезпечували стійкість мережі до зловмисних дій, та допомогла Серфу придумати способи за потреби розділяти та відбудовувати ARPANET, що зробило його ще більш стійким.⁴⁷⁶

Ця взаємодія військових та академічних мотивів суттєво позначилася на властивостях інтернету. «Конструкція як ARPANET, так і інтернету надавала перевагу військовим цінностям на зразок здатності пережити атаку, гнучкості та високої продуктивності перед комерційними цілями на зразок дешевизни, простоти чи споживчої привабливості, — зазначала історик технології Дженет Еббейт. — При цьому в групі, що розробила та збудувала мережі ARPA, домінували університетські вчені, які передали мережі власні цінності колегіальності, децентралізації влади та відкритого обміну інформацією».⁴⁷⁷ Ці університетські вчені кінця 1960-х років, багато з яких були пов'язані з антивоєнною контркультурою, створили систему, яка опиралася централізованому командуванню. Вона обходила як ділянки, які постраждали від ядерного удару, так і будь-які спроби взяти її під контроль.

Гігантський стрибок: становлення ARPANET, жовтень 1969 року

Улітку 1968 року, коли значна частина світу, від Праги до Чикаго, здригалася від політичних безладів, Ларрі Робертс розіслав запрошення на участь у тендері компаніям, що могли б зацікавитися виготовленням міні-комп'ютерів, які планувалося розіслати в усі дослідницькі центри, щоб використовувати як маршрутизатори або інтерфейсні процесори повідомлень мережі ARPANET. План Робертса враховував концепцію пакетної комутації Пола Берена та Дональда Девіса, запропоновану Везом Кларком ідею стандартизованих ІПП, теоретичні результати Джозефа Ліклайдера, Леза Ернеста та Леонарда Клейнрока, а також внески багатьох інших винахідників.

Із 140 компаній, які одержали запрошення, подати тендерні заявки зголовилися близько десятка. ІВМ, приміром, відмовилася. Там сумнівалися, що ІПП можна виготовити за прийнятну ціну. Робертс провів збори комітету в Монтерей, штат Каліфорнія, щоб оцінити подані заявки, і Ел Блю, спеціаліст

відділу внутрішнього контролю, сфотографував кожну з них поряд із мірними рейками, щоб було видно, наскільки вони товсті.

У лідери вибилася компанія Raytheon — співзаснований Веннівером Бушем великий підрядник Міністерства оборони, що розташовувався в районі Бостона, який навіть розпочав із Робертсом перемовини про ціну. Проте втрутився Боб Тейлор і висловив позицію, за яку вже ратував Вез Кларк: що контракт має відійти BBN, не обтяженій багаточисловою корпоративною бюрократією. «Я сказав, що корпоративні культури Raytheon і дослідницьких університетів погано вживатимуться одна з одною, як олія та вода», — пригадував Тейлор.⁴⁷⁸ За словами Кларка, «Боб взяв гору над комітетом». Робертс пристав на його думку. «Пропозиція Raytheon була гарна та на рівних конкурувала із BBN, тож зрештою моє остаточне рішення було зумовлене тим, що BBN мала згуртованішу команду, організовану у спосіб, який мені здавався ефективнішим», — пригадував він.⁴⁷⁹

На відміну від просякнутої бюрократією Raytheon, BBN мала кмітливую групу блискучих інженерів, очолювану двома перебіжчиками з МІТ: Френком Гартом та Робертом Каном.⁴⁸⁰ Вони допомогли доопрацювати проект Роберта, вказавши, що коли пакет передається від одного ІПП до іншого, ІПП-відправник зберігатиме його, аж доки не отримає підтвердження про отримання від ІПП-адресата, і якщо підтвердження вчасно не надійде, він відправить повідомлення повторно. Це стало ключовим моментом для надійності мережі. Завдяки колективній творчості проект покращувався з кожним кроком.

Напередодні Різдва Робертс здивував багатьох, оголосивши вибір на користь не Raytheon, а BBN. Сенатор Тед Кеннеді надіслав стандартну телеграму з тих, що розсилаються суб'єктам, які виграли тендер на великий федеральний проект. У ній він привітав BBN із обранням на роль виготовлювача так званого *Міжконфесійного* процесора повідомлень (*Interfaith Message Processor*), що в певному сенсі було дуже влучною характеристикою об'єднувальної, екуменічної ролі інтерфейсних процесорів повідомлень.⁴⁸¹

У ролі перших вузлів ARPANET Робертс обрав чотири дослідницькі центри: Каліфорнійський університет у Лос-Анджелесі, де працював Лен Клейнрок; Стенфордський дослідницький інститут (СДІ), вочину провидця Дугласа Енгельбарта; Університет штату Юта, місце роботи Айвена Сазерленда, та Каліфорнійський університет у Санта-Барбарі. Їм було доручено придумати, як їхні великі «головні» комп'ютери під'єднуюватимуться до стандартизованих ІПП, які їм надішлють. Як типові старші професори, дослідники з цих центрів доручили роботу збірним солянкам докторантів.

Члени цієї юнацької робочої команди зібралися у Санта-Барбарі, щоб з'ясувати, як братися за справу, та відкрили для себе факт, який залишиться

істинним навіть у епоху цифрових соціальних мереж: збиратися разом, «інтерфейсувати» у буквальному сенсі слова, корисно і навіть весело. «Це було щось на зразок феномену вечірки, коли виявляється, що у вас дуже багато спільного», — пригадував Стівен Крокер, докторант із команди лос-анджелеського Каліфорнійського університету, який приїхав туди автомобілем зі своїм найкращим другом та колегою Вінтом Серфом. Тож вони всі вирішили зустрічатися регулярно та по черзі в своїх закладах.

Ввічливий та шанобливий Крокер із широким обличчям та ще ширшою усмішкою мав саме такий характер, який був потрібен для ролі координатора того, що стало одним із архетипних для цифрової епохи процесів спільної роботи. На відміну від Клейнрока, Крокер зрідка користувався займенником «я»; він був більше зацікавлений у розширенні авторства, аніж у приписуванні його собі. Його чуйність до інших наділила його інтуїтивним відчуттям того, як координувати групу, не намагаючись централізувати контроль чи владу, що дуже пасувало мережевій моделі, яку вони намагалися винайти.

Минали місяці, а докторанти продовжували зустрічатися та ділитися ідеями. Вони ніби очікували, поки якийсь Могутній Посадовець зійде до них та скомандує рушати. Вони виходили з того, що якоїсь миті з'являться начальники зі Східного узбережжя з вибитими на скрижалах правилами, настановами та протоколами, яких мають дотримуватися прості менеджери комп'ютерних установ-учасниць. «Ми були лише купкою докторантів-самозванців, і я був переконаний, що будь-якої миті на нас налетять бригади авторитетів чи дорослих із Вашингтона чи Кембриджа та розкажуть, яких правил варто дотримуватися», — пригадував Крокер. Проте це була нова ера. Мережа мала бути розподіленою, і влади над нею це також стосувалося. Її винайдення та правила будуть створені користувачами. Процес буде відкритим. Хоча вона фінансувалася почасти заради полегшення військового оперативного командування, вона досягатиме цього за рахунок стійкості до централізованого оперативного командування. Полковники поступилися повноваженнями хакерам та університетським вченим.

Тож на початку квітня 1967 року після особливо веселої зустрічі в Університеті штату Юта ця згряя докторантів, які називали себе Мережевою робочою групою, вирішила, що варто було б записати щось із того, що вони навігадували.⁴⁸² І це завдання доручили саме Крокеру, який завдяки браку претензійності був здатен закликати стадо хакерів доходити консенсусу. Йому кортіло віднайти підхід, що не видавався б безцеремонним. «Я збагнув, що сам акт записування того, що ми обговорювали, може розглядатися як перебирання влади, і хтось прийде та налається на нас — імовірно, якийсь дорослий дядько зі Сходу». Його бажання бути шанобливим у буквальному сенсі не давало йому спати ночами. «Я тоді жив із подругою та її дитиною від попередніх стосунків у будинку її батьків. Єдиним місцем, де я міг

працювати вночі і нікому не заважати, була ванна, і я стояв там голий та шкрябав нотатки». ⁴⁸³

Крокер збагнув, що йому потрібна скромна назва для переліку пропозицій та практик. «Щоб підкреслити його неформальну природу, мені спала на думку дурненька ідея називати кожну з них „Проханням прокоментувати“ (ПП) (Request for Comments) — навіть якщо ніякого прохання там не було». Це була ідеальна фраза для заохочення до співпраці в еру інтернету — дружня, некерівницька, неупереджена та колегіальна. «Вважаю, нам пощастило, що в ті часи ми уникали патентів та інших обмежень; за відсутності будь-яких фінансових принад контролю над протоколами було значно легше досягти згоди», — писав Крокер сорок років по тому. ⁴⁸⁴

Перше «Прохання прокоментувати» було випущено 7 квітня 1969 року і розсилалося у старомодних конвертах через поштову систему (такої штуки, як електронна пошта, ще не було, бо вони ще не винайшли мережу). Теплим та безтурботним тоном Крокер сформулював завдання з'ясувати, як головний комп'ютер кожної установи має під'єднуватися до нової мережі. «Упродовж літа 1968 року представники початкових чотирьох установ кілька разів зустрічалися для обговорення програмного забезпечення головного комп'ютера, — писав він. — Нижче описуються деякі із попередньо досягнутих домовленостей та деякі із відкритих питань, з якими ми стикнулися. Практично нічого з наведеного тут не є зафіксованим, тож очікуються відгуки». ⁴⁸⁵ Люди, які одержали ПП-1, відчували себе учасниками веселого процесу, а не підлеглими купки протокольних царів. Йшлося про *мережу*, тож був сенс спробувати залучити всіх.

ПП-процес був першою ластівкою відкритої розробки програмних продуктів, протоколів та контенту. «Та культура відкритих процесів була необхідна саме для такого вражаючого зростання та розвитку інтернету, якими вони були», — говорив пізніше Крокер. ⁴⁸⁶ Навіть більше, це стало стандартом спільної роботи в цифрову епоху. Через тридцять років після ПП-1 Вінт Серф написав філософське ПП за назвою «Видатна розмова» (The Great Conversation), яке починалося словами «Давним-давно у далекій-далекій мережі...». Описавши неформальний спосіб виникнення ПП, Серф писав: «В історії ПП прихована історія людських інститутів для досягнення спільної роботи». ⁴⁸⁷ То була гучна фраза, яка могла б здатися величезним перебільшенням, якби не була правдою.

До кінця 1969 року за допомогою «Прохань прокоментувати» було розроблено набір стандартів взаємодії головного комп'ютера із ІПП. Саме тоді до лабораторії Клейнрока надійшов перший ІПП. Коли його привезли на вантажний майданчик Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі, його там зустрічав десяток людей: Крокер, Клейнрок, кілька інших членів команди та

Серф із дружиною Сігрід, які принесли шампанське. Вони дуже здивувалися, побачивши, що ІПП був розміром із холодильник та пофарбований, згідно зі специфікаціями військового комп'ютера, яким він і був, у сірий колір зі сталевим відтінком. Його вкотили до комп'ютерної зали, під'єднали та відразу запустили. ВВН чудово впоралася з роботою, вклавшись і в час, і в бюджет.

Проте одна машина мережі не зробить. Лише місяць по тому, коли до СДІ на околиці кампусу Стенфордського університету доправили другий ІПП, вдалося по-справжньому запустити ARPANET. 29 жовтня все було готове для встановлення з'єднання. Подія, як і годиться, була непарадною. Не було ані крихти драматизму на зразок «маленький крок для людини, гігантський стрибок для людства», як кількома тижнями раніше на Місяці, за висадкою на який спостерігали по телебаченню півмільярда людей. Натомість студент Чарлі Клайн під пильним наглядом Крокера та Серфа надягнув телефонні навушники для координації з дослідником із СДІ, ввів із клавіатури команди для входу в систему, які, як він дуже сподівався, дозволять його терміналу в Каліфорнійському університеті у Лос-Анджелесі з'єднатися за допомогою мережі з комп'ютером у Пало-Альто на відстані 570 кілометрів. Він ввів літеру «L». Хлопець із СДІ повідомив, що одержав її. Тоді він ввів «O». Її одержання також було підтверджено. Коли він ввів «G», пам'ять системи переповнилася і дала збій через автозаповнення, і вона впала. Проте перше повідомлення мережа ARPANET відправила, і хоча воно не було таким красномовним, як «Орел сів»^{*} чи «Ось що творить Бог»^{**}, воно було дуже доречно через свою незакінченість: «Lo». Прямо як «Lo and behold»^{***}. У своєму журналі Клайн у пам'ятно мінімалістській формі записав: «22:30. Поспілкувався з СДІ головний з головним. ЧК».⁴⁸⁸

Отож, у другій половині 1969 року — поміж гамору Вудстока, Чаппакидидицького інциденту, протестів проти війни у В'єтнамі, злочинів Чарльза Менсона, суду над Чиказькою вісімкою та Альтамонтського фестивалю — досягли своєї кульмінації три історичні проекти, на здійснення кожного з яких пішло майже десятиліття. NASA зуміло відправити людину на Місяць. Інженери з Кремнієвої долини змогли придумати спосіб помістити програваний комп'ютер на чіп, який дістав назву мікропроцесор. А в ARPA створили мережу, здатну з'єднувати віддалені комп'ютери. Проте лише перша з цих подій (і хтозна, можливо, найменш історично важлива з них?) потрапила на перші шпальти газет.

* Перші слова, які передав на Землю після приземлення на Місяць Ніл Армстронг. — *Прим. ред.*

** Перше повідомлення, передане 24 травня 1844 року під час офіційного відкриття телеграфної лінії Балтімор-Вашингтон. — *Прим. ред.*

*** Українською доречно перекласти як «От тобі й маєш». — *Прим. пер.*

Інтернет

ARPANET ще не був інтернетом. Це була лише одна мережа. Упродовж кількох наступних років з'явилися інші пакетно-комутовані мережі, подібні між собою, але не взаємопов'язані. Наприклад, інженерам із Пало-Альтського дослідницького центру фірми Xerox (PARC) хотілося, щоб їхні офісні робочі станції, які вони розробляли на початку 1970-х, були пов'язані локальною мережею, а новоспечений доктор філософії з Гарварду Боб Меткалф, який працював там, винайшов спосіб використання коаксіального кабелю (такого, що встромляється у приймачі кабельного ТВ) для створення високошвидкісної системи, яку він назвав Ethernet. Вона була створена на подоби розробленої на Гавайях бездротової мережі, відомої за назвою ALOHAnet, в якій пакети даних розсилалися за допомогою УВЧ та супутникових сигналів. Крім того, існувала пакетна радіомережа у Сан-Франциско, відома як PRNET, а також її супутникова версія за назвою SATNET. Попри свою подібність, ці пакетно-комутовані мережі були несумісними і нездатними до взаємодії між собою.

На початку 1973 року Роберт Кан узявся виправляти цю ситуацію. Він вирішив, що має бути спосіб пов'язати всі ці мережі, і був готовий це зробити. Він пішов із BBN, де допомагав розробити ІПП, і став проектним менеджером у Відділі методів обробки інформації ARPA. Він уже мав досвід роботи над ARPANET, а потім над PRNET, тому поставив собі за мету створити метод поєднання їх та інших пакетних мереж у систему, яку вони з колегами почали називати *internetwork**. Згодом це слово трохи скоротили, перетворивши на «інтернет».

Кан залучив у ролі партнера до цього проекту Вінта Серфа, напарника Стіва Крокера у груповому написанні «Прохань прокоментувати» та розробці протоколів ARPANET. Серф виріс у Лос-Анджелесі, де його батько працював на компанію, що виготовляла двигуни для космічної програми Apollo. Як і Гордон Мур, у дитинстві він грався з набором юного хіміка, коли ці набори ще були такі захопливі та небезпечні. «У нас були такі речі, як порошкоподібний магній, порошкоподібний алюміній, а ще сірка, гліцерин та перманганат калію, — пригадував він. — Коли їх змішати до купи, вони спалахували полум'ям». У п'ятому класі він занудився від математики, тож учитель дав йому підручник алгебри для сьомого класу. «Я провів усе літо, розв'язавши усі до одної задачі в тому підручнику, — розповідав він. — Найбільше мені подобалися текстові задачі, оскільки вони були схожі на детективні оповідання. Треба було визначити, хто був „іксом“, і мені завжди було цікаво, яким же виявиться „ікс“». Він також глибоко захопився науковою

* Буквально «міжмережа» — *Прим. пер.*

фантастикою, особливо творами Роберта Гайнлайна, та поклав початок довічній практиці майже щорічного перечитування трилогії «Володар перснів» Джона Толкіна.⁴⁸⁹

Серф народився недоношеним, тож мав проблеми зі слухом і у тринадцять років почав користуватися слуховим апаратом. Приблизно в цей же час він почав вдягати до школи плащ та краватку і носити портфель. «Я не хотів бути схожим на всіх інших, — казав він. — Я хотів мати інший вигляд, щоб на мене звертали увагу. То був дуже дієвий спосіб досягти цього, і це було краще, ніж носити кільце в носі, чого, як я розумів, мій батько у 1950-х не стерпів би».⁴⁹⁰

У старших класах вони з Крокером стали найкращими друзями і разом проводили вікенди — працювали над науковими проектами та грали у тривимірні шахи. Закінчивши Стенфордський університет та пропрацювавши два роки у IBM, він став докторантом у Каліфорнійському університеті в Лос-Анджелесі, де працював у групі Клейнрока. Там він зустрів Боба Кана, і вони залишилися близькими друзями і після переходу Кана на роботу до BBN, а потім до ARPA.

Коли навесні 1973 року Кан взявся за проект міжмережі, він завітав до Серфа та описав усі пакетно-комутовані мережі, що з'явилися на додачу до ARPANET. «Як нам зчепити ці різновиди пакетних мереж докупи?» — запитав Кан. Серф відгукнувся на цей виклик, і вони рвонули у тримісячний колаборативний спурт, що приведе до створення інтернету. «Ми з ним миттєво взялися до справи, — згадував пізніше Кан. — Вінт із тих, хто полюбляє закривати рукави та казати: „Нумо, до справи!“». Для мене то був наче ковток свіжого повітря».⁴⁹¹

Вони почали з організації зустрічі у Стенфорді в червні 1973 року для збору ідей. Пізніше Серф розповідав, що внаслідок цього колаборативного підходу рішенням проблеми «став відкритий протокол, до створення якого в той чи інший час долучилися усі».⁴⁹² Але більшу частину роботи виконав дует Кана і Серфа, які для сеансів інтенсивної роботи усамітнювалися у Riskey's Huatt House у Пало-Альто чи в готелі поблизу аеропорту імені Даллеса. «Вінт полюбляв підводитися та малювати всі ці павучі малюнки, — пригадував Кан. — Часто було так, що ми обмінюємося репліками, а тоді він говорить: „Дай-но я це намалюю“».⁴⁹³

Якось у жовтні 1973 року в лобі готелю у Сан-Франциско Серф накидав примітивну схемку їхнього підходу. На ній були зображені різноманітні мережі на зразок ARPANET та PRNET, до яких було під'єднано багато головних комп'ютерів, та набір «шлюзових» комп'ютерів, які передавали б пакети між цими мережами. Зрештою вони провели разом цілий вікенд у офісі ARPA поблизу Пентагону, де майже дві ночі поспіль не спали, а потім відправилися до сусіднього готелю мережі Marriott для тріумфального сніданку.

Вони відкинули ідею, що кожна з мереж може зберегти свої різні протоколи, хоча таку ідею було б легше проштовхнути. Вони хотіли мати спільний протокол. Це дозволило б новій міжмережі вибухоподібно розростатися, оскільки за допомогою нового протоколу до неї міг приєднатися будь-який комп'ютер чи мережа, не потребуючи при цьому ніяких трансляторних систем. Трафік між ARPANET та будь-якою іншою мережею мав бути безшовним. Тож у них виникла ідея зробити так, щоб усі комп'ютери використовували той самий метод та шаблон адресації своїх пакетів. Це як якщо б усі до єдиної відправлені поштою листівки у світі повинні були мати чотирирядкову адресу із зазначенням номера будинку, міста та країни з використанням латинського алфавіту.

Результатом став інтернетний протокол (Internet Protocol, IP), який встановлював, як саме треба вносити адресу місця призначення у заголовок пакета, та допомагав визначити, як він подорожуватиме мережею, щоб туди дістатися. Над ним розташовувався більш високорівневий протокол керування передачею (Transmission Control Protocol, TCP), який інструктував, як зібрати пакети назад до купи у правильному порядку, перевіряв, чи, бува, якогось не бракує, та у разі втрати якоїсь частини інформації запитував повторну передачу. Ця система стала відома як стек TCP/IP. Кан та Серф описали їх у статті «Протокол для з'єднання пакетних мереж» (A Protocol for Packet Network Interconnection). Так народився інтернет.

У 1989 році з нагоди двадцятої річниці ARPANET Клейнрок, Серф та багато інших піонерів зібралися в Каліфорнійському університеті в Лос-Анджелесі, де було встановлено перший вузол цієї мережі. На відзначення події були написані вірші, пісні та лімерики. Серф виконав пародію на Шекспіра за назвою «Розенкранц та Ethernet», що порушувала гамлетівське питання вибору між пакетною комутацією та виділеними каналами:

Світ — мережа. В якій всі дані — то лише пакети.
Вони проміжно накопичуються в чергах,
А потім всі зникають без слідів.
Ця мережа жадає комутацій!

Комутувать чи ні? Оце питання.
В чім більше гідності: терпіти
Проміжне накопичення ймовірнісних мереж
Чи стать канално проти тьми пакетів
і обслуговувать їх виділеним чином?⁴⁹⁴

У 2014 році, ціле покоління по тому, Серф працював у компанії Google у Вашингтоні, округ Колумбія. Він і досі отримував задоволення від життя

та захоплювався чудесами, які вони створили, побудувавши інтернет. Із Google-окулярами на носі, він зазначив, що кожен рік приносить щось новеньке. «Соціальні мережі — я заради експерименту приєднався до Facebook — бізнес-застосунки, мобільні застосунки, нові речі постійно вивалюються в інтернет, — говорив Серф. — Він збільшився у мільйони разів. Мало які речі можуть зробити це, не зламавшись. Проте ці старі, ще нами створені протоколи, почуваються цілком нормально».⁴⁹⁵

Мережева творчість

Тож хто передусім заслуговує на авторство винайдення інтернету? (Прошу утриматися від невідворотних жартів про Ела Гора, до його ролі — так, він зіграв свою роль — ми дійдемо у розділі 10.) Як і в питанні про те, хто винайшов комп'ютер, відповіддю буде те, що це був приклад колаборативної творчості. Пізніше Пол Берен, використавши чудовий образ, застосовний до всіх інновацій, пояснював авторам творів на технологічну тематику Кеті Гефнер та Метью Лайону:

Процес технологічного розвитку подібний до будівництва собору. Впродовж кількох сотень років приходять нові люди, і кожен кладе на старий фундамент цеглину і говорить: «Я будував собор». Наступного місяця на ту цеглину, що була, кладеться ще одна. А потім приходять історик і запитує: «Ну, і хто ж збудував собор?». Якесь цеглини поклав Петро, ще кілька додав Павло. Якщо втратити обережність, можна навіть собі, що твій внесок найважливіший. Але насправді кожен внесок має спиратися на попередню роботу. Усе пов'язано з усім.⁴⁹⁶

Інтернет був частково збудований урядом і частково приватними фірмами, але значною мірою то був витвір розрізненої когорти університетських учених та хакерів, які працювали як рівний із рівним та вільно обмінювалися творчими ідеями. Результатом такого рівноправного обміну стала мережа, яка сприяла рівноправному обміну. Це не було простим збігом обставин. Інтернет будувався із вірою в те, що влада має бути розподілена, а не централізована, і що слід запобігати будь-якому авторитарному диктату. Як сказав Дейв Кларк, один із перших учасників IETF (Internet Engineering Task Force), «Ми відкидаємо королів, президентів та голосування. Ми віримо в простецький консенсус та виконання коду».⁴⁹⁷ Результатом стала мережева громада, місце, де інновації могли створюватися методом краудсорсингу та, відповідно, бути відкритими.

Інновація не є досягненням самотника, і інтернет яскраво це доводить. «Завдяки комп'ютерним мережам самотність дослідження доповнюється багатством спільних досліджень», — проголошував перший номер офіційного інформаційного бюлетеня нової мережі ARPANET News.

Піонери мережі Джозеф Ліклайдер та Боб Тейлор зрозуміли, що інтернет було збудовано так, що він мав невід'ємну тенденцію до захоочення однорангових зв'язків та формування онлайн-спільнот. Це відкривало шлях чудовим можливостям. «Життя онлайн-індивіда буде щасливішим, оскільки люди, з якими він взаємодіє найтісніше, відбиратимуться передусім за подібністю захоплень та цілей, аніж за випадковою близькістю, — писали вони 1968 року у провісницькій статті „Комп'ютер як комунікаційний пристрій“ (The Computer as a Communication Device). Їхній оптимізм межував із утопічністю. — Будь-хто (хто зможе дозволити собі консоль) матиме безліч можливостей знайти своє покликання, бо йому буде відкритий увесь світ інформації зі всіма своїми галузями та дисциплінами».⁴⁹⁸

Але так сталося не відразу. Після створення інтернету в середині 1970-х років були необхідні ще деякі інновації, щоб він став перетворювальним інструментом. Це все ще була відгороджена спільнота, відкрита здебільшого для дослідників із військових та академічних установ. Цивільні аналоги ARPANET повною мірою відкрилися лише на початку 1980-х років, і знадобиться ще одне десятиліття, щоб мережа стала доступною для пересічних домашніх користувачів.

Крім того, був ще один суттєвий обмежувальний фактор: користуватися інтернетом могли лише ті, хто мав безпосередній доступ до комп'ютерів, що все ще були великими, страхітливими, дорогими — іншими словами, не тим, що можна запросто придбати у магазині радіотоварів. Цифрова епоха не могла стати по-справжньому перетворювальною, допоки комп'ютери не стали по-справжньому персональними.

ПЕРСОНАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕР

«Як може здатися»

Ідея *персонального* комп'ютера, тобто такого, який могли б використовувати та віднести додому звичайні люди, виникла 1945 року у Веннівера Буша. Збудувавши свій великий аналоговий комп'ютер у МІТ та допомігши створити військово-промислово-академічний трикутник, він написав есе для номера часопису Atlantic за липень 1945 року «Як може здатися» (As We May Think)^{*499}.

У ньому він описав можливість створення персональної машини, яку охрестив *мемексом*, котра зберігала б та відтворювала людські слова, малюнки та іншу інформацію: «Уявіть собі майбутній пристрій для індивідуального використання, щось на зразок механізованого приватного архіву та бібліотеки... Мемекс — це пристрій, у якому людина зберігає усі свої книжки, записи та контакти, до того ж механізований, завдяки чому він може реагувати на звернення з запаморочливою швидкістю та гнучкістю. Це збільшений потаємний додаток до її пам'яті». Слово «*потаємний*» було дуже важливе. Буш та його послідовники зосередилися на способах створення тісних, персональних зв'язків між людиною та машиною.

Буш уявляв, що пристрій буде обладнано механізмом «безпосереднього введення» на зразок клавіатури, що дозволить вводити у його пам'ять інформацію та особисті записи. Він навіть передбачив гіпертекстові посилання, спільний доступ до файлів та способи співпраці над проектами. «З'являться абсолютно нові форми енциклопедій, оснащені „під ключ“ мережею асоціативних зв'язків, готові для закидання у мемекс та ще більшого розширення», — писав він, передбачивши Wikipedia за півстоліття до її виникнення.

Утім, як виявилось, комп'ютери виникли не так, як пророкував Буш, принаймні не від самого початку. Замість того, щоб стати *персональними* інструментами та банками пам'яті для індивідуального використання, вони стали масивними промисловими та військовими колосами, якими в режимі розподілу часу могли користуватися дослідники, але торкатися яких пересічним

* Воно вийшло того ж місяця, коли він презентував президенту Трумену інше своє проривне есе «Наука — безкінечний фронтір», у якому пропонувалося організувати дослідницьку співпрацю між урядом, промисловістю та університетами (див. розділ 7).

людям було зась. Станом на початок 1970-х років інноваційні компанії на зразок DEC виготовляли міні-комп'ютери розміром із невеличкий холодильник, але при цьому відкидали ідею появи ринку для настільних моделей, якими могли володіти та користуватися звичайні люди. «Я не бачу жодної причини комусь хотіти мати власний комп'ютер», — проголосив у травні 1974 року президент DEC Кен Ольсен на зборах, де комітет із операцій його компанії обговорював, чи потрібно створювати меншу версію їхнього PDP-8 для індивідуальних споживачів.⁵⁰⁰ Внаслідок цього комп'ютерну революцію, що вибухнула в середині 1970-х, очолили нечесані підприємці з торгових рядів та гаражів, які заснували компанії із назвами на зразок Altair та Apple.

Культурне вариво

Персональний комп'ютер став можливий завдяки низці технологічних досягнень, передусім мікропроцесора — електронній схемі, витравленій на крихитному чіпі, який інтегрував у собі повний набір функцій центрального процесора комп'ютера. Але соціальні сили також сприяють поступу та формуванню інновацій, що в цьому разі несуть відбиток культурного середовища, в якому народилися. А потужнішу культурну амальгаму за ту, що від початку 1960-х років скипала в районі затоки Сан-Франциско, годі собі уявити, і не дивно, що вона виявилася сприятливою для виготовлення кустарних комп'ютерів.

Що за племена сформували ту культурну суміш?⁵⁰¹ Усе почалося з інженерів із захисними чохлами для ручок та викруток у кишнях, які мігрували сюди у зв'язку зі зростанням підрядників Міністерства оборони на зразок Westinghouse та Lockheed. Наступною виникла культура підприємницьких стартапів, яскравими представниками якої були Intel та Atari, де заохочувалися творчі підходи, а безглузда бюрократія зневажалася. Хакери, які рушили з MIT на Захід, принесли з собою прагнення до доступних комп'ютерів, які можна було мацати та з якими можна було гратися. Ще була субкультура, населена мережниками, телефонними шахраями та зятими аматорами, схибленими на зламуванні телефонних ліній Bell System чи часорозподілених комп'ютерів великих корпорацій. А з Сан-Франциско та Берклі до них приєднувалися ідеалісти та громадські діячі, які, за словами однієї з них, Лайзи Луп, шукали способи «кооптувати технологічні досягнення для прогресивних цілей та внаслідок цього домогтися тріумфу над бюрократичним світоглядом».⁵⁰²

Доповнювали цю суміш три контркультурні пасма. То були хіпі, породжені поколінням бітників із району затоки Сан-Франциско, чие веселе бунтарство підігрівалося галюциногенами та рок-музикою. То були нові ліві активісти, які породили Рух за свободу слова в Берклі та антивоєнні протести

в університетських кампусах по всьому світу. З ними перепліталися члени громади «Усієї Землі», які вірили у володіння власними знаряддями, спільне використання ресурсів та опір конформізму і централізованій владі, нав'язаній владними елітами.

При всіх відмінностях між деякими з цих «племен», їхні світи перепліталися і в них було багато спільних цінностей. Вони прагнули саморобної творчості, виплеканої збиранням у дитинстві радіоприймачів із наборів бренда Heathkit, читанням у коледжі часопису «Каталог усієї Землі» (Whole Earth Catalog) та фантазуванням про приєднання одного дня до комуні. У них було закладене абсолютно неправильно витлумачене Токвілем дуже американське переконання в тому, що неприкритий індивідуалізм та прагнення до об'єднання цілком сумісні і навіть взаємодоповнюють одне одного, особливо коли йдеться про спільне створення речей.

В Америці майструвальна культура (maker culture) ще з часів побудови амбарів та стьобання ковдр зусиллями всієї громади передбачала принцип «зробимо самі», а не «зроби сам». Крім того, багатьох із цих племен району затоки Сан-Франциско зразка кінця 1960-х років об'єднував спротив владним елітам та прагнення контролювати власний доступ до інформації. Технологія повинна була стати відкритою, дружньою та компанійською, а не страхітливою, таємничою та орвелівською. Як сказав Лі Фельзенштейн, втілення багатьох цих культурних течій, «ми прагнули персональних комп'ютерів, щоб мати можливість звільнитися від обмежень інституцій, байдуже, урядових чи корпоративних».⁵⁰³

Кен Кізі був музою пасма хіпі цього культурного гобелена. Він закінчив Орегонський університет і 1958 року відправився до берегів затоки Сан-Франциско як докторант програми письменницької майстерності Стенфордського університету. Там він працював у нічну зміну в психлікарні та підписався на участь у ролі «піддослідного кролика» у проекті MKUltra — низці фінансованих ЦРУ експериментів із випробування дії галюциногенного наркотику ЛСД. Наркотик зрештою дуже-дуже сподобався Кізі. З цієї вибухової суміші письменницької майстерності, оплачуваного закидання «кислотою» та роботи санітаром у психлікарні виник його перший роман — «Політ над гніздом зозулі».

Поки інші відкривали електронні компанії навколо Стенфордського університету, Кізі використав гонорари від книги у комбінації з деякою кількістю «кислоти», якою йому вдалося розжитися за результатами експериментів ЦРУ, щоб сформувати комуну ранніх хіпі під назвою «Веселі пустуни». 1964 року він та його ватага вирушили в галюциногенну одіссею всією країною на старому шкільному автобусі International Harvester, який отримав ім'я «Дали» (англ. Furthur) (малося на увазі «Далі» (англ. Further),

пізніше написання виправили) та був розмальований флуоресцентною фарбою.

Коли Кізі повернувся назад, він почав проводити вдома низку «Кислотних випробувань». Наприкінці ж 1965 року, коли він був не лише хіпі, а й підприємцем, вирішив зробити їх надбанням громадськості. Один із перших публічних заходів відбувся в грудні того ж року у Сан-Хосе в музичному клубі Big Ng's. Кізі залучив до цього ресторанний гурт, прихильником якого був сам. Гурт щойно змінив назву з Warlocks на Grateful Dead, а його лідером був Джері Гарсія.⁵⁰⁴ Так народилася «Сила квітів».

Паралельно з цим виник супутній культурний феномен, рух за мир, що поділяв цей бунтівний дух. Злиття хіпі та антивоєнних настроїв призвело до пам'ятних ознак часу, які зараз викликають усмішку, але тоді вважалися дуже глибокими, як-от психоделічні плакати, що закликали «кохатися, а не воювати», та фігурно вибілені футболки з символами миру.

Представники хіпі та антивоєнного руху цуралися комп'ютерів, принаймні спершу. Масивні мейнфрейми, що дзижчали котушками та блимали вогниками, вважалися орвелівськими знаряддями знеособлення людей і служіння цілям Корпоративної Америки, Пентагону та Влади. У книзі «Міф про машину» соціолог Льюїс Мамфорд попереджав, що розквіт комп'ютерів може призвести до того, що «людина стане пасивною, позбавленою мети твариною, керованою машиною».⁵⁰⁵ Надрукована на перфокартах настанова «не згинати, не наколювати і не нівечити» перетворилася на іронічний афоризм, який можна було почути на демонстраціях за мир та в комунах хіпі від Спраул-Плази у Берклі то Гейт-Ешбері у Сан-Франциско.

Але станом на початок 1970-х років, коли з'явилася можливість створення *персонального* комп'ютера, ставлення цих рухів почало змінюватися. «Обчислювальна техніка, що спершу відкидалася як знаряддя бюрократичного контролю, стала сприйматися як символ індивідуального самовираження та звільнення», — писав Джон Марков у присвяченій цьому періоду історичній праці «Що сказав Сонько» (What the Dormouse Said).⁵⁰⁶ У книзі «Зеленіння Америки» (The Greening of America), що стала маніфестом нової ери, професор Єльського університету Чарльз Рейх викривав старі корпоративні та соціальні ієрархії та закликав створити нові структури, що заохочували б співпрацю та індивідуальне розкріпачування. Замість шельмування комп'ютерів як знарядь старої владної ієрархії, він стверджував, що, якщо зробити їх ще персональнішими, вони здатні посприяти зсуву в суспільній свідомості: «Цю вже збудовану машину можна обернути на користь людству, щоб людина знову стала творчою силою, яка оновлює та творить власне життя».⁵⁰⁷

Почав піднімати голову технотрайбалізм. Праці гуру технології на зразок Норберта Вінера, Бакмінстера Фуллера та Маршалла Маклугана стали обов'язковими для читання у комунах та гуртожитках. До початку

1980-х років апостол ЛСД Тімоті Лірі переформулює свою знамениту мантру «Ввімкнися, налаштуйся, кинь» на «Ввімкнися, завантажся, відключись».⁵⁰⁸ 1967 року Річард Бротіган був поетом-резидентом у Каліфорнійському університеті, і того ж року він зафіксував цей новий ідеал у вірші «За всім стежать машини благодаті і любові».⁵⁰⁹ Він починався так:

Я полюблюю собі уявляти (і
що раніше те буде, то краще!)
кібернетичні луки,
де ссавці і комп'ютери
разом живуть у взаємно
програмувальній гармонії,
як кришталево чиста вода,
що торкається ясного неба.

Стюарт Бранд

Людиною, яка найкраще втілювала та натхненно заохочувала цей зв'язок між технарями та хіпі, був довготелесий ентузіаст із усмішкою на всі 32 Стюарт Бранд, який довгоногим ельфом вигулькнув на перехресті розмаїття веселих культурних рухів, що виникали впродовж багатьох десятиліть. «Зневага контркультури до централізованої влади надала філософський фундамент усій персонально-комп'ютерній революції», — писав він 1995 року в есе для часопису Time «Ми всім зобов'язані хіпі» (We Owe It All to the Hippies).

Комуналізм хіпі та лібертаріанська політика сформували корені сучасної кіберреволюції... Більшість представників нашого покоління зневажали комп'ютери як утілення централізованого контролю. Проте крихітна групка — пізніше названа «хакерами» — розкрила комп'ютерам обійми та взялася перетворювати їх на знаряддя звільнення. То виявилось справжньою магістраллю у майбутнє... юні комп'ютерні програмісти цілеспрямовано відвели решту цивілізації геть від централізованих комп'ютерів-мейнфреймів.⁵¹⁰

Бранд народився 1938 року в Рокфорді, штат Іллінойс, де його батько був співвласником рекламної агенції та, як батьки багатьох цифрових підприємців, радіоаматором.

Закінчивши Стенфорд, де він проходив армійську службу в рамках позавійськової підготовки офіцерів резерву, за біологічною спеціалізацією, Бранд відслужив два роки піхотним офіцером, пройшовши, зокрема, парашутну підготовку та побувши певний час армійським фотографом.

Після цього він почав безтурботно жити, тиняючись від комуни до комуни на тому захопливому стикі, де переплітаються мистецтво перформансів та технологія.⁵¹¹

Не дивно, що життя на тій технологічно-творчій межі зробило Бранда одним із перших експериментаторів із ЛСД. Познайомившись із цим наркотиком 1962 року у псевдоклінічному середовищі неподалік Стенфорда, він став постійним учасником зібрань «Веселих пустунів» Кізі. Бранд також був фотографом, техніком та продюсером мультимедійного мистецького колективу USCO, що організовував заходи, елементами яких були музика в стилі психоделічного року, технологічне чаклунство, стробоскопічне освітлення, проєкції зображень та виступи за участю глядачів. Час від часу на них виступали Маршалл Маклуган, Дік Елперт та інші пророки «ню-ейджу». У рекламних матеріалах групи зазначалося, що вона «поєднує культу містицизму та технології як основу інтроспекції та комунікації» — фраза, що вельми пасувала як кредо техно-спіритуалістів. Технологія була інструментом для вираження, здатним розширити межі творчості та, як наркотики й рок-музика, бути бунтівним.

Для Бранда протестне гасло 1960-х років «Владу — народу!» стало фальшиво звучати, коли його взяли на озброєння нові ліві політичні активісти, проте комп'ютери надали справжню нагоду для індивідуального розкріпачування. «Гасло „Владу — народу!“ було романтичною брехнею, — говорив він пізніше. — Комп'ютери зробили для зміни суспільства більше, ніж політики».⁵¹² 1972 року він відвідав Стенфордську Лабораторію штучного інтелекту та написав про це статтю для Rolling Stone, назвавши її «найдз-з-дз-з-дзичащим місцем, де я побував, відколи брав участь у „Кислотних випробуваннях“ „Веселих пустунів“». Він збагнув, що ця комбінація контркультури та кіберкультури була рецептом цифрової революції. «Фріки, які розробляють комп'ютерні науки, позбавляють влади багаті та могутні інституції, — писав він. — Комп'ютери йдуть до людей незалежно від того, готові ті до цього чи ні. Це гарні новини; мабуть, найкращі з часів галюциногенів». Це утопічне бачення, додавав він, «відповідало романтичним фантазіям праотців комп'ютерних наук на зразок Норберта Вінера, Джозефа Ліклайдера, Джона фон Неймана та Веннівера Буша».⁵¹³

Усі ці пригоди привели Бранда до ролі імпресарію та технаря на одному з основоположних заходів контркультури 1960-х років — «Фестивалі приходів», що відбувся у «Портовій залі» у Сан-Франциско в січні 1966 року. Після веселощів «Кислотних випробувань», що відбувалися щотижня впродовж грудня, Бранд запропонував Кізі влаштувати їхню бенкетну версію, що тривала б три дні. Феєрію відкривала власна Брандова трупа America Needs Indians, що виконала «сенсоріум», який включав високотехнологічне світлове шоу, діапроектори, музику та танці корінних індіанців. Далі було те, що в програмі заходу описувалося як «одкровення, аудіопроекції, виступи гуртів Endless Explosion та Congress of Wonders, рідкі проєкції та гурт Jazz Mice». І це був лише перший вечір. Наступний вечір розпочинав Кізі; кількома

днями раніше його затримали за вживання наркотиків на даху Брандового помешкання у Норт-Біч, проте випустили під заставу, і того вечора він диригував заходом із командних підмостків. Виступали «Веселі пустуни» зі своєю «Психоделічною симфонією», Big Brother and the Holding Company, Grateful Dead та члени мотоциклетної банди «Янголи Пекла». Письменник Том Вульф намагався передати квінтесенцію тієї техноделічності в основоположній роботі напряму «нова журналістика» «Електроохолоджувальне кислотне випробування» (The Electric Kool-Aid Acid Test):

Вогні та фільми рухаються залом; працюють п'ять кінопроекторів та бозна-скільки світлових машин, інтерферометрія, міжгалактичні науково-фантастичні моря по стінах; гучномовці, що осипають залу по всьому периметру, наче палаючі канделябри; вибухи строб, ультрафіолетові світильники із флуоресцентними предметами під ними та флуоресцентна фарба для забавок, світлофори над усіма виходами блимають червоним і жовтим; та зграя химерних дівчат у трико, які скачуть по краях і свистять у свистки для собак.

В останній вечір технологію прославляли з іще більшим ентузіазмом. «Оскільки спільним елементом усіх шоу є електрика, вечір буде наживо програмуватися стимулами, наданими пінбольним автоматом, — аж заходила програма. — Запрошуємо глядачів вдягнути екстатичне вбрання та принести з собою гаджети (електророзетки будуть надані)».⁵¹⁴

Так поєднання в рамках «Фестивалю приходів» наркотиків, рок-музики та технології — «кислота» плюс електророзетка! — викликало дисонанс. Але він, великою мірою, став найістотнішим виявом синтезу, що сформував еру персональних комп'ютерів: технологія, контркультура, підприємництво, гаджети, музика, мистецтво та інженерна справа. Від Стюарта Бранда до Стіва Джобса, ці інгредієнти стали визначними для хвилі інноваторів із району затоки Сан-Франциско, які комфортно почувалися на стику Кремнієвої долини із Гейт-Ешбері. «„Фестиваль приходів“ ознаменував становлення Стюарта Бранда як контркультурного підприємця — але на глибоко технократичному підґрунті», — писав історик культури Фред Тернер.⁵¹⁵

Через місяць після «Фестивалю приходів», у лютому 1966 року Бранд сидів на посипаному гравієм даху свого помешкання у сан-франциському районі Норт-Біч, кайфуючи від дози у 100 мікрограмів ЛСД. Вирячившись на обриси будівель, він роздумував над одним із висловів Бакмінстера Фуллера про те, що ми сприймаємо світ плоским та необмежено розтягнутим, а не круглим та маленьким, оскільки ніколи не бачили його з космосу. Підбурюваний «кислотою», він почав грокати над малістю Землі та важливістю розуміння цього іншими. «Це треба було поширити ефіром, цю фундаментальну точку опори, щоб зрушити з місця світові лиха, — пригадував він. — Фотографія

підійшла б, кольорова фотографія Землі з космосу. Тоді це зможуть побачити всі, всю Землю цілком, крихітну, кинуту напризволяще, і з того моменту ніхто не зможе сприймати все по-старому».⁵¹⁶ Бранд був переконаний, що це заохотить до розмірковування над картиною в цілому, до співпереживання всім жителям Землі та до почуття взаємопов'язаності.

Він вирішив будь-що переконати NASA зробити такий знімок. Тож за підказкою, наданою «кислотою», нешаблонної мудрості він вирішив виготовити сотні значків, щоб люди дотвітерної ери могли поширити його заклик. На значках було написано: «Чому ми ще не бачили фотографії цілої Землі?». Його план був по-божевільному простий: «Я виготовив флуоресцентний рекламний щит із маленьким прилавком спереду, нарядився у білий комбінезон, черевики та маскарадний циліндр із кришталевим серцем і квіткою та вирушив дебютувати біля Сезерівських воріт Каліфорнійського університету у Берклі, продаючи значки за ціною 25 центів». Офіційні особи університету прислужилися йому, витуривши з кампусу, що спричинило появу статті у San Francisco Chronicle, посприявши в такий спосіб суспільному розголосу його одиночного хрестового походу. Бранд вирушив країною до інших коледжів, зрештою досягши Гарварду та МІТ. «Хто це в біса такий?» — запитав декан МІТ, спостерігаючи, як Бранд продає значки і читає імпровізовану лекцію. «То мій брат», — відповів Пітер Бранд, викладач МІТ.⁵¹⁷

У листопаді 1967 року NASA скорилося. Його супутник ATS-3 сфотографував Землю з висоти тридцяти чотирьох тисяч кілометрів. Цей знімок було зображено на обкладинці наступного Брандового проекту — «Каталогу усєї Землі». Крім того, фото надихало його при вигадуванні назви цього проекту. Із назви випливало, що це видання було каталогом (або, принаймні, чимось схожим), який дуже дотепно розмивав розрізнення між консьюмеризмом та комуналізмом. Підзаголовок «Доступ до знарядь» відсилав читачів до ідеалів контркультури (повернення до природи) і водночас до технологічного прогресу. На першій сторінці першого видання Бранд писав: «Розвивається сфера особистісної, персональної влади — влади індивіда одержувати власну освіту, знаходити власні джерела натхнення, формувати власне середовище та розділяти свої пригоди з усіма зацікавленими. Мета „Каталогу усєї Землі“ — шукати та популяризувати знаряддя, що сприяють цьому процесу». Бакмінстер Фуллер відгукнувся на це віршем, який починався так: «Я бачу Бога в безвідмовних інструментах й механізмах». Перше видання каталогу містило такі позиції, як книга Норберта Вінера «Кібернетика» та програмований калькулятор виробництва HP, а також куртки з оленьчої шкіри та намиста. У його основі лежало припущення, що любов до Землі та любов до технології можуть співіснувати, що хіпі мають об'єднатися з інженерами для досягнення спільної мети, і що майбутнє має бути фестивалем, де надаються електророзетки.⁵¹⁸

Підхід Бранда не був ново-ліво-політичним. Зважаючи на його захоплення доступними для придбання іграми та гаджетами, він також не був анти-матеріалістичним. Проте він краще за будь-кого іншого звів до купи багато з тодішніх культурних пасом, від хіпі, які закидалися «кислотою», до інженерів та громадських ідеалістів, які шукали способи опиратися централізованому контролю над технологією. «Своїм „Каталогом усієї Землі“ Бренд працював маркетологом для концепції персонального комп'ютера», — казав його друг Лі Фельзенштейн.⁵¹⁹

Дуглас Енгельбарт

Невдовзі після виходу першого видання «Каталогу усієї Землі» Бренд допоміг породити хепенінг, який був далеким відгомоном його технохореографії з «Фестивалю приходів», що відбувся в січні 1966 року. Як «Фестиваль приходів» став основоположною подією культури хіпі, так вистава-буф, що пройшла у грудні 1968 року і пізніше була названа «Матір'ю всіх демопоказів», стала основоположною подією для кіберкультури. Вона відбулася, оскільки Бренд, як магніт, притягував до себе цікавих людей та сам приставав до них. Цього разу такою людиною був інженер Дуглас Енгельбарт, для якого винайдення способу розширення людського інтелекту за допомогою комп'ютерів стало пристрастю всього життя.

Батько Енгельбарта, інженер-електрик, мав майстерню у Портленді, штат Орегон, де продавав та ремонтував радіоприймачі; його дідусь, який завідував гідроелектростанціями на північному заході тихоокеанського узбережжя, полюбляв брати родину з собою усередину велетенських споруд та показувати їм, як працюють турбіни та генератори. Тож було цілком природно, що в Енгельбарта розвинулася пристрасть до електроніки. У старших класах він почув, що ВМС відкрили засекречену програму навчання фахівців із нової таємничої технології за назвою «Радар», тож він сумлінно вчився, щоб потрапити до неї, і таки досяг свого.⁵²⁰

Під час служби у ВМС сталося його велике пробудження. Енгельбарта посадили на корабель, що відпливав від пристані трохи південніше мосту Сан-Франциско — Окленд, і вже коли вони махали з борту на прощання рідним та близьким, із репродукторів системи оповіщення прозвучало повідомлення про капітуляцію Японії та завершення Другої світової війни. «Ми всі закричали, — переповідав Енгельбарт, — „Розвертайся! Давай повернемося та відсвяткуємо!“» Проте корабель продовжував іти «прямым курсом у туман та морську хворобу», і йшов аж до затоки Лейте на Філіппінах.⁵²¹ На острові Лейте Енгельбарт за першої-ліпшої нагоди усамітнювався в бібліотеці Червоного хреста у критій очеретом халупі на палях і саме там познайомився із надрукованою у часописі Atlantic статтею Веннівера Буша «Як може

здатися», де описувалася уявна персональна інформаційна система мекс, яка його зачарувала.⁵²² «Уся ця концепція такого способу сприяння роботі та мисленню людей просто-таки захопила мене», — пригадував він.⁵²³

Після звільнення з флоту він здобув освіту за спеціальністю з інженерної справи в Університеті штату Орегон та влаштувався до предтечі NASA на базі Науково-дослідного інституту імені Еймса у Кремнієвій долині. Хворобливо сором'язливий юнак записався до середньої групи гуртка грецьких народних танців у Громадському центрі Пало-Альто, аби зустріти жінку, з котрою зможе одружитися, і так воно й сталося. Наступного дня після їхніх заручин дорогою на роботу його пронизав жажливий здогад із тих, що перевертають усе життя догори ногами: «Коли я дістався роботи, то вже розумів, що не маю більше жодної цілі в житті».⁵²⁴

Упродовж двох наступних місяців він самовіддано вирішував проблему пошуку собі гідної життєвої мети. «Я розглядав усі хрестові походи, до яких лишень можна було приєднатися, щоб визначити, на кого я можу сам себе перепідготувати». Його вразило, що будь-які зусилля з покращення світу були дуже комплексні. Він розмірковував про людей, що намагалися боротися з малярією чи збільшити обсяги виробництва їжі у бідних регіонах, та виявляв, що це призводило до заплутаного клубка інших проблем на зразок перенаселення та ерозії ґрунту. Щоб успішно здійснити який-небудь амбітний проект, необхідно було спершу оцінити всі нетривіальні наслідки своїх дій, зважити імовірності, поширити інформацію, організувати людей та ще багато чого. «І одного дня мене просто осяяло — бум! — усе впирається в складність, — пригадував він. — І мене — *клац!* — і перемкнуло. Якщо мені якось вдасться значно покращити здатність людей справлятися із складними та невідкладними завданнями, від цього виграють усі».⁵²⁵ Таке досягнення дало б відповідь не на якусь одну зі світових проблем, а надало б людям інструменти, необхідні для вирішення *будь-яких* проблем.

Енгельбарт вирішив, що найкращим способом допомогти людям перебороти складність був рух у напрямку, окресленому Веннівером Бушем. У намаганнях уявити собі відображення інформації на графічних екранах у реальному часі йому стало в пригоді навчання на оператора радара. «Уже за годину в мене склалося довершене бачення сидіння перед великим екраном, вкритим різноманітними символами, — пригадував він, — і оперування всілякими штуками для керування комп'ютером».⁵²⁶ Того дня він приступив до пошуку способів дати людям можливість візуально зображати їхню розумову діяльність та зв'язуватися з іншими людьми для спільної роботи — іншими словами, до створення зв'язаних мережею інтерактивних комп'ютерів із графічними дисплеями.

Йшов 1950 рік, і до народження Білла Гейтса та Стіва Джобса залишалось ще п'ять років. Навіть найперші комерційні комп'ютери на зразок UNIVAC

ще не були загальнодоступними. Проте Енгельбарт пройнявся Бушевим баченням, що одного дня люди матимуть власні термінали, за допомогою яких зможуть обробляти, зберігати та обмінюватися інформацією. Ця масштабна концепція потребувала не менш грандіозної назви, і Енгельбарт її придумав: *доповнений інтелект*. Щоб мати змогу стати першопрохідцем цієї місії, він вступив до Берклі, щоб вивчати комп'ютерні науки, і 1955 року здобув відповідний докторський ступінь.

Енгельбарт був одним із тих, хто здатен випромінювати затишність, хоча й говорив при цьому моторошно спокійним монотонним голосом. «Коли він усміхається, його обличчя стає мрійливим та хлоп'ячим, проте щойно енергія його поступального руху переривається і він задумливо зупиняється, його блідо-сині очі немовби виражають тугу чи самотність, — говорив його близький друг. — Коли він вітається з вами, його голос тихий та м'який, наче приглушений подоланням великої відстані. У ньому є щось боязке та разом з тим тепле, щось м'яке та разом з тим вперте».⁵²⁷

Коротко кажучи, Енгельбарт подеколи справляв враження людини не від світу цього, що ускладнювало йому вибивання фінансування для свого проєкту. Зрештою 1957 року його найняли до Стенфордського дослідницького інституту — незалежного некомерційного закладу, заснованого Стенфордським університетом 1946 року — для роботи над магнітними системами зберігання даних. У СДІ актуальною темою був штучний інтелект, зокрема зусилля зі створення системи, що імітувала б нейронні мережі людського мозку.

Проте гонитва за штучним інтелектом абсолютно не цікавила Енгельбарта, який ані на мить не спускав з ока своє завдання з доповнення людського інтелекту шляхом створення машин на зразок Бушевого мемекса, здатного тісно співпрацювати з людьми та допомагати їм із систематизацією інформації. Пізніше він говорив, що ця мета виникла з його поваги до «майстерного винаходу», себто людського розуму. Замість намагань відтворити його в машині, Енгельбарт зосередився на «можливостях комп'ютера взаємодіяти із вже наявними у нас різними здатностями».⁵²⁸

Роками він працював над чорновими варіантами статті, в якій описувалося його бачення, аж поки вона не розрослася до 45 тисяч слів — обсягу невеличкої книжки. У жовтні 1962 року він опублікував її як свій маніфест за назвою «Доповнюючи людський інтелект» (Augmenting Human Intellect). Енгельбарт почав із пояснення, що не прагне замінити людське мислення штучним інтелектом. Натомість він стверджував, що інтуїтивні таланти людського розуму мають поєднуватися із обчислювальними здатностями машин для створення «інтегрованого середовища, де інтуїція, проби та помилки, незбагненності та людське „відчуття ситуації“ продуктивно співіснують

із могутніми концепціями, відпрацьованою термінологією та нотацією, висуканими методами та високопотужними електронними помічниками». Вдаючись до скрупульозних деталей, він навів велику кількість прикладів того, як працюватиме цей людино-комп'ютерний симбіоз, зокрема використання комп'ютера архітектором для проектування будівлі та професійного складання ілюстрованої доповіді.⁵²⁹

Коли Енгельбарт працював над статтею, він написав шанобливого листа Венніверу Бушу та присвятив опису мемексної машини цілий розділ своєї роботи.⁵³⁰ Навіть сімнадцять років по тому, як Буш написав «Як може здатися», його концепція, що люди й комп'ютери мають взаємодіяти в реальному часі через прості інтерфейси, що містять графічні екрани, вказівники та пристрої введення, все ще здавалася занадто радикальною. Енгельбарт наголошував, що його система буде призначена не лише для математики: «Кожен, хто мислить символізованими концепціями (у формі англійської мови, піктограм, формальної логіки чи математики), має отримати значну користь». Ада Лавлейс була б у захваті.

Енгельбартів трактат вийшов того ж місяця, коли Ліклайдер, який двома роками раніше дослідив схожу концепцію у своїй статті «Людино-комп'ютерний симбіоз», очолив Відділ методів обробки інформації ARPA. Частиною обов'язків Ліклайдера на новому місці роботи була видача федеральних грантів на багатонадійні проекти. Енгельбарт зайняв чергу. «Я стояв перед його дверима з цією його статтею 1962 року та оформленою заявкою, — пригадував він, — і думав: „Боже, при всьому тому, що, за його словами, він прагне зробити, як він може мені відмовити?“». ⁵³¹ Ліклайдер не зміг відмовити, тож Енгельбарт отримав грант ARPA. Боб Тейлор, який тоді ще працював у NASA, також надав Енгельбарту фінансування. Так той отримав можливість відкрити в СДІ власний Науково-дослідний центр із питань доповнення. Це стало ще одним прикладом того, як урядове фінансування абстрактних досліджень зрештою повернулося сторицею у вигляді практичних застосувань.

«Миша» та НЛС

Наданий Тейлором грант від NASA виділявся під окремий проект, тож Енгельбарт вирішив скористатися ним для винайдення простого способу взаємодії людей із машинами.⁵³² «Давай займемося пристроями екранного вибору», — запропонував він колезі, Біллу Інглішу.⁵³³ Він поставив собі за мету винайти найпростіший спосіб, яким користувач міг би вказати на щось на екрані та обрати це. Різні дослідники перепробували десятки варіантів пересування екранного курсора, зокрема цифрові пера, джойстики, трекболи, трекпади, планшети зі стилусами та навіть такий, коли користувачі мали керувати за допомогою власних колін. Енгельбарт та Інгліш випробували

кожен із них. «Ми заміряли, скільки часу було потрібно кожному користувачу для пересування курсора до об'єкта», — згадував Енгельбарт.⁵³⁴ Приміром, найпростішими здавалися світлові пера, але користувач мав щоразу брати їх та класти назад, і це втомлювало.

Вони склали таблицю переваг та недоліків кожної ідеї, яка допомогла Енгельбарту уявити собі ще не створені пристрої. «Як принципи періодичної таблиці Менделєєва призвели до відкриття певних, доти невідомих, елементів, так та таблиця зрештою визначила бажані характеристики пристрою, якого ще не існувало», — розповідав він. Якось 1961 року Енгельбарт сидів на якійсь конференції, але думками літав десь далеко. Він згадав механічний пристрій, що вразив його, коли він був ще школярем, — планіметр, здатний вимірювати площу фігури, периметром якої його треба було прокотити. Цей пристрій мав два перпендикулярні колеса, горизонтальне та вертикальне, для підрахування сумарної відстані, на яку його прокотили в кожному з напрямків. «Щойно я подумав про оті два колеса, все інше майже відразу видалося простим, тож я негайно зробив ескіз», — пригадував він.⁵³⁵ У своєму кишеньковому блокноті Енгельбарт продемонстрував, як пристрій міг кататися по стільниці, тоді як два його колеса реестрували б при поворотах в усі боки вище чи нижче напруги. Цю напругу можна було б передати дротом до комп'ютерного екрана і змушувати курсор рухатися на ньому вгору-вниз та ліворуч-праворуч.

Отриманий у результаті пристрій, простий та надійний водночас, був класичним фізичним вираженням ідеалу доповнення та практичного імперативу. Він використовував людський талант розумово-ручно-очної координації (з чим у роботів великі проблеми) для надання природного інтерфейсу до комп'ютера. Замість діяти незалежно один від одного, люди та машини діяли б у гармонії.

Енгельбарт дав ескіз Біллу Інґлішу, який вирізав першу модель зі шматка цінної породи деревини. Коли вони дали її на випробування фокус-групі, вона показала кращий результат за всі інші пристрої. Спершу дріт виходив спереду, проте вони швидко збагнули, що буде краще, якщо він виходитиме ззаду, наче хвіст. Вони охрестили отриманий пристрій «мишею».

Більшість істинних геніїв (наприклад, Кеплер, Ньютон, Ейнштейн та навіть Стів Джобс) мають інстинкт до простоти.

Енгельбарт його не мав. Він намагався впхнути якнайбільше функціональності в будь-яку збудовану ним систему, тому хотів, щоб «миша» мала багато кнопок, скажімо, до десяти.

Проте, на превеликий жаль, у результаті випробувань з'ясувалося, що оптимальна кількість кнопок для «миші» дорівнювала трьом. Зрештою виявилось, що навіть це на одну, або, як пізніше наполягатиме схилений на простоті Джобс, на дві більше, ніж потрібно.

Упродовж наступних шести років, до 1968 року включно, Енгельбарт розробляв повноцінну доповнювальну систему, яку назвав «онлайновою системою». Окрім «миші», вона складалася з багатьох інших досягнень, що зрештою призвели до революції персональних комп'ютерів: екранну графіку, багато вікон на одному екрані, цифрову поліграфію, блогopodobні журнали, вікіподібні колаборації, спільну роботу з документами, електронну пошту, миттєвий обмін повідомленнями, гіпертекстові зв'язки, Skype-подібні відеоконференції та форматування документів. Один із його технологічно заряджених протеже, Алан Кей, який згодом розвиватиме усі ці ідеї у Xerox PARC, говорив про Енгельбарта: «Не знаю, що робитиме Кремнієва долина, коли вичерпає всі Дагові ідеї».⁵³⁶

Мати всіх демопоказів

Енгельбарта більше цікавили грецькі народні танці, ніж «Фестивали приходів», проте він познайомився зі Стюартом Брандом, коли вони в одній лабораторії експериментували з ЛСД. Бранд постійно оновлював свої проекти, в тому числі «Каталог усієї Землі», лише за кілька кварталів від Енгельбартового Науково-дослідного центру із питань доповнення. Тож було цілком природно, що демонстрація «онлайнової системи» Енгельбарта у грудні 1968 року стала плодом їхніх спільних зусиль.

Завдяки Бранду та його інстинктам імпресаріо, демопоказ, що увійшов в історію як «Мати всіх демопоказів», став мультимедійною феєрією, таким собі електроохолоджувальним кислотним випробуванням, але під кремнієм. Той захід виявився апогеєм злиття хіпі-культури з культурою хакерів, і навіть усі шоу, присвячені запускам нових продуктів Apple, не змогли відібрати в нього титулу найвидовищнішого та найвпливовішого технологічного демопоказу цифрової епохи.⁵³⁷

Той рік взагалі виявився буремним. 1968 року Тетський наступ налаштував Америку проти війни у В'єтнамі, було вбито Роберта Кеннеді та Мартіна Лютера Кінга, а Ліндон Джонсон оголосив, що не збирається йти на другий президентський термін. Протести за мир паралізували найбільші університети та зірвали національний з'їзд Демократичної партії у Чикаго. Росіяни розгромили «Празьку весну», президентом було обрано Річарда Ніксона, а Apollo-8 облетів Місяць. Того ж року було засновано Intel, а Стюарт Бранд випустив перший «Каталог усієї Землі».

Дев'ятого грудня в рамках комп'ютерно-галузевої конференції у Сан-Франциско відбувся 98-хвилинний демопоказ Енгельбарта за присутності майже тисячі людей, які так щільно заповнили всі місця, що яблуку ніде було впасти. Вдягнений у білу сорочку з коротким рукавом, прикрашену темною тонкою краваткою, Енгельбарт сидів праворуч на сцені за

лакованим столиком із лінійки Action Office Германа Міллера. Зображення з дисплея його комп'ютерного терміналу проектувалося на 8-метровий екран за його спиною. «Сподіваюсь, ця дещо незвична обстановка стане вам до душі», — почав він. На голові в нього була гарнітура з мікрофоном із тих, якими користуються пілоти-винищувачі, а говорив він монотонним, наче згенерованим комп'ютером голосом, намагаючись імітувати оповідача старої кінохроніки. Говард Рейнголд, гуру кіберкультури та хроніст, пізніше сказав, що Енгельбарт виглядав наче «Чак Єгер* комп'ютерного космосу, який спокійно закладає віражі на своїй новій системі та спокійним тихим голосом сповіщає про хід подій своїх приголомшених, прикутих до землі слухачів».⁵³⁸

«Якби в своєму офісі, — речитативом декламував Енгельбарт, — ви в ролі інтелектуального працівника мали б до своїх послуг комп'ютерний дисплей у комплекті з комп'ютером, який був би увімкнений цілий день та миттєво реагував би на кожен вашу дію, скільки б користі ви від того отримали?» Він пообіцяв, що поєднання технологій, яке він збирався продемонструвати, «дуже всіх зацікавить», та пошепки додав: «Сподіваюся».

Встановлена на його терміналі камера транслювала зображення його обличчя, а інша камера згори показувала його руки на «миші» та клавіатурі. Білл Інґліш, творець «миші», сидів у кінці зали і наче продюсер відділу новин вибирав, які саме зображення будуть змиковані, підігнані та спроектовані на великий екран.

Стюарт Бранд перебував за 50 км на південь у лабораторії Енгельбарта неподалік Стенфорда і генерував комп'ютерні зображення та керував камерами. Два орендовані мікрохвильові канали та телефонне з'єднання передавали до лабораторії кожне Енгельбартове натискання на кнопку «миші» чи клавішу клавіатури та відсилали назад до конференц-залу зображення та інформацію. Глядачі недовіриливо спостерігали за тим, як Енгельбарт спільно з далекими колегами створював документ; різні люди вносили правки, додавали графіку, змінювали макет, креслили карту та в реальному часі вбудовували аудіо- та візуальні елементи. Вони навіть могли спільно створювати гіпертекстові посилання. Коротше кажучи, ще 1968 року Енгельбарт продемонстрував майже все, на що здатен сьогоdnішній під'єднаний до мережі персональний комп'ютер. Боги демопоказів були на його боці, і, на його великий подив, все пройшло без жодного глюку. Аудиторія вшанувала його стоячи. Дехто навіть кинувся до сцени, наче він був рок-зіркою, а в деякому сенсі воно так і було.⁵³⁹

Далі по коридору від Енгельбартової зали вів конкурентну презентацію Лез Ернст, який разом із втікачем із МІТ Джоном Маккарті співзаснував

* Пілот ВПС США, який 14 жовтня 1947 року першим подолав звуковий бар'єр у керованому горизонтальному польоті. — *Прим. пер.*

Стенфордську лабораторію штучного інтелекту. Згідно з викладом Джона Маркова у «Що сказав Сонько», в рамках їхньої презентації було показано фільм про робота, який поводився так, наче був здатен чути та бачити речі. Ці два демопокази демонстрували різкий контраст між цілями штучного інтелекту та доповненого інтелекту. Коли Енгельбарт поставив перед собою цю другу мету, вона здавалася доволі неоконечною, проте коли він презентував усі її елементи — персональний комп'ютер, з яким люди могли легко взаємодіяти в реальному часі, та мережу, що робила можливою колаборативну творчість — на демопоказі у грудні 1968 року, вона затьмарила собою робота. Наступного дня в сан-франциській газеті Chronicle було надруковано репортаж із конференції під заголовком «Фантастичний світ комп'ютера завтрашнього дня» (Fantastic World of Tomorrow's Computer). І стосувався він «онлайнової системи» Енгельбарта, а не робота.⁵⁴⁰

Наче для того, щоб остаточно оформити шлюб між контркультурою та кіберкультурою, Бранд привів до Енгельбартової лабораторії Кена Кізі, щоб той власноруч випробував «онлайнову систему». Кізі, на той час уже прославленому «Електроохолоджувальним кислотним випробуванням» Тома Вульфа, влаштували вичерпний показ можливостей системи з вирізання, вставлення, зчитування та колаборативного створення книг та інших документів. Кізі був вражений. «Це — наступна штука після „кислоти“», — проголосив він.⁵⁴¹

Алан Кей

Алан Кей будь-що прагнув потрапити на «Матір всіх демопоказів» Енгельбарта. У нього була лихоманка з температурою під 39 та гострий фарингіт, але він зумів доповзти до літака з Юти, де навчався у докторантурі. «Мене трусило, нудило, і я насилу волочив ноги, — пригадував він, — проте я був рішуче налаштований туди дістатися».⁵⁴² Він вже був знайомий із Енгельбартовими ідеями та сприйняв їх, проте драматизм демопоказу вплинув на нього, наче бойова сурма. «Для мене він був Мойсеєм, перед яким розступилося Червоне море, — згадував Кей. — Він показав нам обітовану землю, яку треба було знайти, та моря і ріки, які треба було перетнути, щоб її дістатися».⁵⁴³

Як і Мойсей, Енгельбарт так насправді й не дістанеться тієї обітованої землі. Натомість це зроблять Кей та веселий гурт його колег із дослідницького центру компанії з виготовлення копіювальних машин, які опиняться на передньому краї боротьби за втілення Ліклайдерових та Енгельбартових ідей у життя в раю персональної комп'ютерної техніки.

У дитинстві Кей, який народився у Массачусетсі 1940 року, полюбляв як природничі, так і гуманітарні науки. Його батько був фізіологом і конструював протези ніг та рук. Упродовж довгих прогулянок із ним у Кея розвинулася

любов до науки. Проте він також захоплювався і музикою. Його мати була художницею та музиканткою, так само як її батько, Кліфтон Джонсон, відомий ілюстратор та письменник, який грав на органі у місцевій церкві. «Оскільки мій батько був вченим, а моя мати — митцем, перші роки мого життя проходили в атмосфері, сповненій різноманітними ідеями та способами їх вираження. Тоді я не розрізняв „мистецтво“ і „науку“ і не розрізняю їх і понині».⁵⁴⁴

У сімнадцять він поїхав до музичного табору, де грав на гітарі та був членом джаз-бенду. Як і його дідусь, він любив органи та зрештою допоміг будівельнику-підряднику збудувати один у стилі іспанського бароко для лютеранської семінарії. Він був кмітливим та начитаним студентом, який часто мав у школі неприємності, переважно через непокору — риса багатьох інноваторів-технарів. Одного разу його таки майже виключили зі школи, але при цьому він був зіркою національного радіо-шоу Quiz Kids.

Кей вступив до Бетані-коледжу в Західній Вірджинії, де мав вивчати математику та біологію, проте вже навесні на першому році навчання його вигнали за «надмірну кількість пропусків без поважних причин». Деякий час він тинявся Денвером, де його приятель отримав роботу з догляду за комп'ютерною системою резервування квитків авіакомпанії United Airlines. Кей був вражений тим, що на перший погляд комп'ютери не зменшували, а збільшували обсяг нудної роботи, яку мали виконувати люди.

Коли перед ним замаячила перспектива призову до армії, він пішов добровольцем у Військово-повітряні сили, де за результатами тесту для перевірки здібностей набрав найвищі бали і потрапив до програми підготовки комп'ютерних програмістів. Кей працював на IBM-1401 — першому комп'ютері для дрібного бізнесу, що поступив у широкий продаж. «Це було ще в ті часи, коли програмування було неprestижною професією, і більшість програмістів становили жінки, — згадував він. — Вони були справжніми майстрами. Моїм босом була жінка».⁵⁴⁵ Коли його служба скінчилася, він вступив до Колорадського університету, де з головою поринув у всі свої захоплення: вивчав біологію, математику, музику та театр і одночасно програмував суперкомп'ютери у Національному центрі атмосферних досліджень.

Він подався до магістратури в Університет штату Юта, що зрештою оцінив як «найщасливіший випадок у житті». Саме там піонер комп'ютерних наук Девід Еванс будував найкращу графічну програму країни. Того осіннього дня 1966 року, щойно Кей прибув, Еванс вручив йому один із документів зі здоровенного стосу на своєму столі та велів прочитати.

То була виконана у МІТ докторська дисертація Айвена Сазерленда, який на той момент викладав у Гарварді, проте згодом переїхав до Університету штату Юта. Написана під керівництвом інформаційного теоретика Клода Шеннона дисертація називалася «Sketchpad: людино-машинна

графічна комунікаційна система» (Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communications System).⁵⁴⁶

Sketchpad — це комп'ютерна програма, в якій вперше було використано графічний користувацький інтерфейс із іконками та графікою на екрані, тобто аналогічний до інтерфейсів сучасних комп'ютерів. Графіка, яку можна було створювати та обробляти за допомогою світлового пера, породила новий чарівний спосіб взаємодії людей та комп'ютерів. «Система Sketchpad надає людині та комп'ютеру можливість швидко спілкуватися за допомогою такого носія, як лінійна графіка», — писав Сазерленд. Осягнення того, що мистецтво та технологія можуть об'єднуватися для створення чарівного комп'ютерного інтерфейсу, прийшлося до душі Кею, сповненого дитячого ентузіазму зробити все від нього залежне, щоб майбутнє виявилось веселим. Він говорив, що Сазерлендові ідеї були «проблиском раю» та «сповнили» його пристрастю до створення простих і зрозумілих персональних комп'ютерів.⁵⁴⁷

Із Енгельбартом він вперше зустрівся на початку 1967 року, через кілька місяців після навернення у ідеї Sketchpad Сазерленда. Енгельбарт здійснював турне університетами і читав лекції про ідеї, які він зрештою представить широкому загалу на «Матері всіх демопоказів», та тягав за собою проєктор Bell & Howell, який давав йому можливість показувати фільм про «онлайнову систему». «Він зупиняв кадр, проганяв його туди-сюди з різними швидкостями, — пригадував Кей, — і при цьому примовляв: „Оце — курсор. Дивіться, що він робитиме далі!“»⁵⁴⁸

Галузь комп'ютерної графіки та природних користувацьких інтерфейсів бурхливо розвивалася, тож Кей черпав ідеї з великої кількості джерел. Він прослухав лекцію Марвіна Мінського з MIT про штучний інтелект та жахливе придушення творчих поривів юних учнів школами, які не навчають їх творчо підходити до складних проблем. «Він виголосив приголомшливу діатрибу* проти традиційних освітніх методів», — пригадував Кей.⁵⁴⁹ Потім він зустрівся із колегою Мінського Сеймуром Пейпертом, творцем мови програмування LOGO, яка була достатньо простою для використання школярами. З-поміж багатьох фокусів вона надавала учням можливість за допомогою простих команд керувати переміщенням роботизованої черепахи по класу. Вислухавши Пейперта, Кей почав малювати ескізи того, як міг би виглядати простий і зрозумілий для дітей персональний комп'ютер.

На конференції в Іллінойському університеті Кей побачив рудиментарний дисплей із пласким екраном із тонкого скла, наповненого неоном. Поєднавши його подумки з Енгельбартовою демонстрацією «онлайнової системи» та приблизно прикинувши наслідки дії закону Мура, він збагнув, що графічні дисплеї з вікнами, іконками, гіпертекстом та керованим «мишею»

* Діатриба — усна чи письмова промова, що містить у собі гостру, різку критику. — Прим. ред.

курсором можуть стати складовими малих комп'ютерів вже за десять років. «Ці висновки мене, можна сказати, налякали, — говорив він, ідучи на повідку у своєї схильності до драматичних оповідей. — Мабуть, саме такими ж дезорієнтованими почувалися люди, прочитавши Коперніка та вперше поглянувши з іншої Землі на інші Небеса».

Кей побачив це майбутнє надзвичайно чітко, і йому закортіло його наблизити. «Світ наповнять мільйони персональних машин та користувачів, переважно поза межами безпосереднього інституційного контролю», — збагнув він. Це потребувало винайдення малих персональних комп'ютерів із графічними дисплеями, достатньо простих для використання дитиною та достатньо дешевих, щоб їх міг придбати кожен. «Усе зійшлося до купи і сформувало образ того, яким насправді має бути персональний комп'ютер».

У своїй докторській дисертації він описав деякі його риси, передусім відзначивши, що він має бути простим («Щоб його можна було освоїти самотужки») та зрозумілим («Невід'ємною частиною має бути дружність»). Він конструював комп'ютер, наче був не лише інженером, а й гуманістом. Його нахненником був італійський друкар початку XVI століття Альд Мануцій, який збагнув, що персональні книжки повинні вміщатися у сідельні сумки, і в такий спосіб прийшов до деяких звичних форматів. Так само Кей зрозумів, що ідеальний персональний комп'ютер має бути не більший від записної книжки. «Далі було вже зрозуміло, що робити, — пригадував він. — Я виготовив картонну модель, щоб подивитися, яким він буде на вигляд та на дотик».⁵⁵⁰

Кея надихнуло те, що намагався зробити у своєму Науково-дослідному центрі з питань доповнення Енгельбарт. Проте замість влаштуватися туди на роботу, він приєднався до Стенфордської лабораторії штучного інтелекту (СЛШІ), якою керував професор Джон Маккарті. Там він був явно не в своїй тарілці. Маккарті фокусувався на штучному інтелекті, а не на способах доповнити людський інтелект, тож *персональні* комп'ютери його не цікавили. Натомість він вірив у великі комп'ютери, що використовуються за принципом розподілу часу.

У науковій статті, яку він написав 1970 року, невдовзі після приходу до СЛШІ Кея, Маккарті описав своє бачення часорозподілених систем, в яких використовувалися термінали із невеликою власною обчислювальною потужністю та малим обсягом пам'яті. «Термінал під'єднуватиметься за допомогою телефонної системи до часорозподіленого комп'ютера, який, своєю чергою, матиме доступ до файлів, в яких зберігаються усі книги, журнали, газети, каталоги, розклади авіаперельотів, — писав він. — За допомогою терміналу користувач зможе отримати будь-яку потрібну йому інформацію, купувати та продавати, зв'язуватися з людьми та інститутами й обробляти інформацію іншими корисними способами».⁵⁵¹

Маккарті передбачав, що це призведе до поширення нових джерел інформації, що конкуруватимуть із традиційними ЗМІ, щоправда, він помилково вважав, що вони підтримуватимуться за рахунок клієнтської оплати, а не реклами. «Оскільки витрати на збереження файлу інформації у комп'ютері та надання загального доступу до нього будуть малими, навіть старшокласник, якщо він умітиме досить гарно писати, і якщо «бабське радіо» та згадки оглядачів привернуть до нього увагу широкого загалу, зможе конкурувати із *New Yorker*». Він також передбачив появу краудсорсного контенту: користувач матиме можливість «запитати систему, чи працює випущений минулого року засіб від облісіння, і одержати резюме думок тих, хто записав свої відгуки про засіб, над використанням якого він наразі розмірковує». Розглядаючи те, що стане жвавою блогосферою, Маккарті явно користувався рожевими окулярами: «Суспільні розбіжності можна буде вгамовувати значно швидше, аніж зараз. Якщо я прочитаю щось, що здасться мені спірним, я зможу запитати систему, чи, бува, хтось іще не надіслав на це свій відгук. У поєднанні з можливістю автора переглянути своє попереднє твердження це дозволить людям значно швидше доходити згоди у розглянутих позиціях».

Бачення Маккарті було пророчим, проте воно відрізнялося від бачення Кея та нашого сьогоднішнього мережевого світу в одному суттєвому аспекті. Воно не ґрунтувалося на *персональних* комп'ютерах із власною пам'яттю та обчислювальною потужністю. Натомість Маккарті був переконаний, що люди матимуть недорогі тупі термінали, з'єднані з потужними віддаленими комп'ютерами. Навіть коли по всій країні почали виникати клуби шахувальників персональних комп'ютерів, Маккарті продовжував наполягати на планах створення «Клубу домашніх терміналів», який за 75 доларів на місяць здавав би людям в оренду прості телетайпоподібні термінали, що давали б їм змогу часорозподілено використовувати віддалений потужний мейнфрейм.⁵⁵²

Натомість Кей передбачав, що потужні маленькі комп'ютери, оснащені власною пам'яттю та обчислювальною потужністю, стануть персональними знаряддями індивідуальної творчості. Він мріяв про те, як діти ходитимуть у ліси та використовуватимуть їх під деревами, наче кольорові олівці та альбом для малювання. Тож після двох років поневірянь у СЛШП поміж проповідників поділу часу, Кей 1971 року прийняв пропозицію приєднатися до корпоративного дослідницького центру за три кілометри від Стенфорда, що приваблював юних інноваторів, які хотіли робити персональні, прості та зрозумілі комп'ютери, пристосовані до індивідуального використання. Пізніше Маккарті відкине ці цілі, назвавши їх «ерессю від Хегох»,⁵⁵³ проте зрештою саме вони визначать напрямок розвитку ери персональних комп'ютерів.

Херох PARC

Херох Corporation, наслідуючи Bell Systems, 1970 року запустила чистокровну дослідницьку лабораторію. Щоб не заразити її умонастроями корпоративної бюрократії чи повсякденними вимогами корпоративного бізнесу, її розмістили у Стенфордському технопарку приблизно за 5 тис. км від штаб-квартири компанії, розташованої у Рочестері, штат Нью-Йорк.⁵⁵⁴

Серед найнятих у ролі керівників Пало-Альтського дослідницького центру компанії Херох, більш відомого як Херох PARC, був Боб Тейлор, який нещодавно залишив Відділ методів обробки інформації ARPA, допомігши збудувати ARPANET. Завдяки своїм візитам до фінансованих ARPA дослідницьких центрів та конференціям, які він влаштовував для найкращих докторантів, у нього розвинулася здатність засікати таланти, наче радаром. «Упродовж цього періоду Тейлор працював із багатьма провідними комп'ютерознавчими дослідницькими групами та фінансував їх, — пригадував Чак Тейлор, один із Тейлорових рекрутів. — Як наслідок, він опинився в унікальному становищі, яке дозволяло йому залучати працівників найвищої кваліфікації».⁵⁵⁵

Тейлор мав ще одну лідерську навичку, яку відточив на зустрічах із дослідниками ARPA та докторантами: він був здатен провокувати «творче тертя», коли команда людей може допитувати один одного, навіть намагатися тельбушити ідеї один одного, проте після цього має чітко сформулювати протилежну точку зору. Тейлор проробляв таке на зустрічах, як він говорив, із «тими, хто здає карти» (алюзія до того, як гравці намагаються переграти того, хто здає у блекджеку), коли одна людина мала презентувати свою ідею, а інші надавали конструктивну (зазвичай) критику. Сам Тейлор не був техноклауном, проте знав, як змусити групу технарів-геніїв вигострити їхні шаблі у товариських дуелях.⁵⁵⁶ Його схильність зображати з себе тамаду дозволяла йому дражнити, улещувати, вмовляти та розважати темпераментних геніїв та спонукати їх до співпраці. Йому значно краще вдавалося дбати про самолюбство підлеглих, ніж догоджати своїм босам, але це додавало йому чарівливості — особливо, якщо ви не були одним із його босів.

Одним із перших Тейлорових рекрутів був Алан Кей, якого він знав ще з конференцій під егідою ARPA. «Я зустрів Алана, коли він був докторантом в Університеті Юти, і він мені дуже сподобався», — згадував Тейлор.⁵⁵⁷ Утім він не взяв Кея до власної лабораторії у PARC, натомість порекомендував його іншій зі сформованих там груп. У такий спосіб Тейлор засівав усю установу людьми, які його вражали.

Коли Кей прийшов до PARC на формальну співбесіду, його запитали, яке видатне досягнення він сподівається здобути в його стінах. «Персональний комп'ютер», — відповів він. Коли його запитали, що це таке, Кей узяв папку розміром із сучасний ноутбук, відкинув її обкладинку та сказав: «Оце буде

пласкопанельний дисплей. Тут унизу буде клавіатура, а всередині — достатня потужність для збереження вашої пошти, файлів, музики, творів мистецтва та книжок. Усе упаковано в корпус приблизно такого розміру і важить близько кілограма. Ось що я маю на увазі». Його співбесідник почував потилицю та пробурмотів під ніс: «Угу, аякже». Але роботу Кей отримав.

Мерехтливі очі та напрочуд рухливі вуса заробили Кею репутацію баламута, яким він і був. Він отримував пустотливе задоволення від спонукання виконавчих осіб компанії з виробництва копіювальних апаратів до створення маленького та простого у використанні комп'ютера для дітей. Директор із внутрішнього планування Хегох, Дон Пендері, суворий виходець із Нової Англії, був втіленням того, що гарвардський професор Клей Крістенсен назвав дилемою інноватора: він бачив майбутнє сповненим темними створіннями, які загрожували підточити підвалини копіювального бізнесу Хегох. Він постійно запитував Кея та інших про їхні оцінки «тенденцій», що передбачували майбутнє, яке могло очікувати компанію. Упродовж одного такого сеансу Кей, чії думки часто здавалися спеціально дібраними так, щоб з його язика записуватися відразу до Вікіцитатника, аж нестямився та огризнувся фразою, яка стане кредо PARC: «Найкращий спосіб передбачити майбутнє — винайти його».⁵⁵⁸

У 1972 році до Хегох PARC завітав Стюарт Бранд, який готував статтю для Rolling Stone, присвячену новій для Кремнієвої долини технарській культурі. Коли стаття вийшла друком, у корпоративній штаб-квартирі на сході стався переполох. Із вишуканим літературним смаком Бранд описав, як дослідження у PARC відходили «геть від колосальності та централізованості, рухаючись до маленького та персонального, до передачі максимальної комп'ютерної потужності в руки кожній людині, яка її забажає». Серед інтерв'юйованих ним був і Кей, який сказав: «Тут люди звикли метати громи і блискавки обома руками». Завдяки таким людям, як Кей, PARC була притаманна грайлива чуттєвість, успадкована від Клубу технічного залізничного моделювання при МІТ. «Це місце, де все ще можна бути ремісником», — сказав він Бранду.⁵⁵⁹

Кей збагнув, що маленькому персональному комп'ютеру, який він хотів збудувати, була потрібна примітна назва, тож він почав називати його Dynabook. Він також придумав прикольну назву для його операційного системного програмного забезпечення: Smalltalk («Розмова ні про що»). Назва мала бути такою, щоб не відлякувати користувачів та не завищувати очікування бувалих інженерів. «Я вирішив, що назва Smalltalk була настільки безневинною, що кожного разу, коли система робила щось гарне, люди були б приємно здивовані», — зазначав Кей.

Він поставив собі за мету досягти того, щоб запропонований ним Dynabook коштував менше 500 доларів, «щоб його можна було роздавати

в школах». Він також повинен бути маленьким та персональним, щоб «дитина могла брати його з собою щоразу, коли грається в хованки», та зі зрозумілою і простою для користувача мовою програмування. «Прості речі мають бути простими, складні речі — здійсненими», — проголошував він.⁵⁶⁰

Кей написав опис Dynabook за назвою «Персональний комп'ютер для дітей будь-якого віку» (A Personal Computer for Children of All Ages), який був почасти проектом продукту, але більшою мірою маніфестом. Він почав із цитування основоположного осяяння Ади Лавлейс про можливість використання комп'ютерів для творчих задач: «Аналітична машина плете алгебричні візерунки так само, як Жаккардів верстат плете квіти та листя». Описуючи, як діти (будь-якого віку) користуватимуться Dynabook, Кей проявив себе як представник табору тих, хто бачив персональні комп'ютери передусім знаряддями індивідуальної творчості, а не мережевими терміналами для спільної роботи. «Хоча він може використовуватися для комунікації з іншими через майбутні „утиліти знання“ на зразок шкільної „бібліотеки“, — писав він, — ми вважаємо, що значною мірою його використання буде пов'язане з рефлексивною комунікацією власника з самим собою через цей персональний носій, подібно до того, як нині використовуються папір та блокноти».

Dynabook, продовжував Кей, повинен бути не більшим за блокнот та важити не більше двох кілограмів. «Власник матиме можливість зберігати та редагувати свої текстові файли та програми, коли і де забажає. Чи є необхідність додавати, що ним можна буде користуватися в лісі?» Іншими словами, то був не просто тупий термінал, сконструйований для під'єднання мережею до часорозподіленого мейнфрейму. Проте Кей все-таки передбачав, що одного дня персональні комп'ютери та цифрові мережі зустрінуться. «Поєднання цього „всюди носимого“ пристрою та глобального інформаційного засобу на зразок мережі ARPA чи двостороннього кабельного телебачення перемістить бібліотеки та школи (не кажучи вже про магазини та дошки оголошень) у домівки».⁵⁶¹ То було дуже привабливе бачення майбутнього, проте на його винайдення знадобиться ще цілих два десятиліття.

Для просування свого хрестового походу заради Dynabook Кей зібрав навколо себе невелику команду та сформулював романтичну, натхненну та нечітку місію. «Я наймав лише тих, в кого спалахували очі, коли вони чули про ідею комп'ютера-блокнота, — пригадував Кей. — Ми багато часу проводили поза PARC. Ми грали в теніс, каталися на велосипедах, пили пиво, смакували страви китайської кухні та постійно розмовляли про Dynabook та його потенціал до збільшення можливостей людини та надання нових способів мислення цивілізації, яка досі спотикається та відчайдушно їх потребує».⁵⁶²

Як перший крок до втілення Dynabook у життя Кей запропонував створити «перехідну машину». Вона мала бути розміром із ручну валізу та мати невеличкий графічний дисплейний екран. У травні 1972 року він запропонував

босам із апаратного забезпечення Xerox PARC збудувати тридцять таких комп'ютерів, щоб випробувати їх у класах та подивитися, чи зможуть учні виконати на них прості задачки з програмування. «Очевидно, що персональний гаджет можна використовувати у ролі редактора, електронної книги, помічника для виконання домашніх завдань та інтелектуального терміналу, — сказав він інженерам та менеджерам, що сиділи у безкаркасних кріслах. — Тож давайте побудуємо тридцять таких штук, щоб піти далі».

То був романтичний заклик, проголошений із властивою Кею впевненістю, проте це не вразило Джері Елкінда, завідувача комп'ютерної лабораторії PARC. «Джері Елкінд та Алан Кей були неначе створіннями з різних планет: перший був суворим інженером, який усе робив за правилами, а другий — зухвалим філософічним флібустьєром», — писав Майкл Гілцник, автор історії Xerox PARC. Елкінд був не з тих, у кого спалахують очі при спробі уявити дітей, які програмують іграшкових черепах на машинах фірми Xerox. «З вашого дозволу я трохи побуду адвокатом диявола», — сказав він. Інші інженери нашорошили вуха, адже відчували, що гряде безжалісне патрання. Елкінд зазначив, що PARC мав мандат на створення офісу майбутнього, тож з якого це дива він мав займатися дитячими іграшками? Корпоративне середовище зробило вибір на користь часорозподіленого спільного використання корпоративних комп'ютерів, тож чи не варто PARC продовжувати рухатися саме в цьому напрямку? Після автоматної черги подібних питань Кей почувався так, наче відповзав рачки. По закінченню зустрічі він відповз геть. Його запит на побудову партії проміжних Dynabook було відхилено.⁵⁶³

Білл Інгліш, який раніше працював із Енгельбартом та сконструював першу «мишу», на той час уже був співробітником у PARC. Після зустрічі він відтягнув Кея убік, утішив та дещо порадив. Кей мав перестати бути замріяним одинаком та натомість підготувати ретельно складений проект із бюджетом. «Що таке бюджет?» — запитав Кей.⁵⁶⁴

Кей зменшив масштаби своєї мрії та запропонував тимчасово-проміжний план. Він зібрався витратити 230 тис. доларів, виділений йому бюджет, на емуляцію Dynabook на Nova — міні-комп'ютер розміром зі скриню виробництва компанії Data General. Утім, ця перспектива не дуже його захоплювала.

Саме тоді до його офісу зазирали дві зірки з PARC-групи Боба Тейлора, Батлер Лемпсон та Чак Такер, і запропонували інший план.

— Гроші є? — запитали вони.

— Так, близько 230 кусків баксів на Nova, — відповів Кей. — А що?

— Як би ти поставився до того, що ми змайструємо тобі твою машинку? — запитали вони, маючи на увазі зарубаний Елкіндом проміжний варіант Dynabook.

— Мене б це влаштувало, — погодився Кей.⁵⁶⁵

Такер хотів будувати власну версію персонального комп'ютера та збагнув, що Лемпсон і Кей прагнуть тієї самої загальної мети. Тож вони домовилися об'єднати ресурси та розпочати роботу, не чекаючи дозволу.

— А як бути з Джері? — запитав Кей, маючи на увазі свій нічний кошмар, себто Елкінда.

— Джері на кілька місяців полишає офіс для участі в корпоративній спеціальній комісії, — сказав Лемпсон. — Можливо, нам вдасться повернути це до його повернення.⁵⁶⁶

Боб Тейлор допоміг здійснити цей план, оскільки хотів відволікти свою команду від побудови часорозподілених комп'ютерів та натомість розробити «взаємопов'язаний набір маленьких машин на основі дисплея».⁵⁶⁷ Він був у захваті від того, що над цим проектом спільно працюватимуть троє його улюблених інженерів — Лемпсон, Такер та Кей. Команда мала двотактний принцип роботи: Лемпсон із Такером знали, що їм під силу, тоді як Кей націлювався на ідеальну машину мрії та вимагав від них неможливого.

Сконструйована ними машина дістала назву Xerox Alto (хоча Кей вперто називав її «проміжний Дупабук»). Вона мала растровий дисплей, тобто кожний піксель на екрані міг бути увімкнений чи вимкнений для відображення графіки, літери, мазка кисті тощо. «Ми вирішили реалізувати повний растр, тобто кожному пікселю екрана відповідав один біт основної пам'яті», — пояснював Такер. Це висувало серйозні вимоги до пам'яті, проте вони керувалися принципом, що продовжуватиме діяти закон Мура, тож пам'ять експоненційно дешевшатиме. Взаємодію користувача з дисплеєм контролювали клавіатура та «миша» — як і спроектував Енгельбарт. Коли в березні 1973 року комп'ютер було завершено, у комплекті з ним ішла написана Кеєм програма, яка малювала на екрані Коржика з програми «Вулиця Сезам»^{*} із літерою «С» в руках.

Орієнтуючись на дітей (будь-якого віку), Кей із колегами розвинули концепції Енгельбарта, показавши, що їх можна втілити в життя простим, зрозумілим та інтуїтивним для використання способом. Проте Енгельбарт їхнє бачення не поділяв. Натомість він присвятив себе вихованню якнайбільшої кількості функцій у свою «онлайнову систему», тож не мав жодного бажання зробити комп'ютер, який був би маленьким та персональним. «Це зовсім інший напрямок від того, куди рухаюсь я, — говорив він колегам. — Якщо ми почнемо втискатися в ці маленькі ніші, нам доведеться купу всього відкинути».⁵⁶⁸ Саме тому Енгельбарт попри те, що був теоретиком-провісником, не

* Міжнародна дитяча телевізійна освітня програма, у створенні якої активно брали участь педагоги та психологи, фахівці з розвитку дитини, які подбали про доступність та привабливість програми для дошкільнят та дітей до 12 років. Коржик — один із персонажів шоу. — *Прим. ред.*

став по-справжньому успішним інноватором: він постійно додавав до своїх систем функції, інструкції, кнопки та ускладнення. Кей робив речі простішими і за рахунок цього продемонстрував, чому для інновацій, що зробили комп'ютери персональними, вирішальне значення мав ідеал простоти — виготовлення продуктів, які люди вважають дружніми та простими у використанні.

Херох розіслала системи Alto до дослідницьких центрів по всій країні, поширюючи інновації, вигадані інженерами PARC. У цій системі було реалізовано навіть предтечу інтернетних протоколів — Універсальний пакет PARC (PARC Universal Packet), який давав можливість пов'язувати між собою різні пакетно-комутовані мережі. «Більша частина технологій, завдяки яким існує інтернет, була винайдена в 1970-ті роки у Херох PARC», — пізніше стверджував Тейлор.⁵⁶⁹

Утім зрештою виявилось, що хоча Херох PARC вказала шлях до розвитку персональних комп'ютерів — пристроїв, які можна було назвати своїми, власними — Херох Corporation не стала очільницею міграції. Вона виготовила дві тисячі Alto, передусім для використання в офісах Херох та афілійованих інституцій, проте не просувала Alto на ринку як споживацький продукт.* «Компанія не мала оснащення, щоб впоратися із інновацією, — пригадував Кей. — Для цього була потрібна абсолютно нова упаковка, абсолютно нові інструкції користувачів, налагодження випуску нових версій, навчання персоналу, локалізація для різних країн».⁵⁷⁰

Тейлор пригадував, що кожна його спроба достукатися до «піджаків» на Сході була биттям головою об стіну. Скажімо, голова дослідницької філії Херох у Вебстері, штат Нью-Йорк, пояснював йому, що «комп'ютер ніколи не стане таким же важливим для суспільства, як копіювальний апарат».⁵⁷¹

Система Alto була представлена на розкішній корпоративній конференції Херох у Бока-Ратоні, штат Флорида (де оплачуваним головним доповідачем був Генрі Кіссинджер). Зранку було проведено сценічний демонстраційний показ, який був відлунням «Матері всіх демопоказів» Енгельбарта, а у другій половині дня тридцять Alto було встановлено у виставковому залі для загального користування. Керівники компанії, усі чоловіки, не зацікавилися, а от їхні дружини негайно почали випробовувати «мишу» та друкувати доскоchu. «Чоловіки вважали, що володіти машинописом нижче їхньої гідності, — згадував Тейлор, якого на конференцію не запросили, але він все одно

* Робоча станція Херох Star була представлена лише 1981 року, через вісім років після винайдення Alto, і навіть тоді вона позиціонувалася не як окремий комп'ютер, а як частина «інтегрованої офісної системи», яка включала в себе файловий сервер, принтер та, як правило, інші мережеві робочі станції.

прийшов. — То була справа секретарок. Тож вони не сприймали Alto всерйоз, вважаючи, що він сподобається тільки жінкам. Тоді-то я й збагнув, що Хегох ніколи в житті не зробить персональний комп'ютер».⁵⁷²

Натомість першопрохідцями ринку персональних комп'ютерів стануть більш підприємливі та спритні інноватори. Деякі зрештою ліцензують або просто вкрадуть ідеї Хегох PARC. Але на самому початку найперші персональні комп'ютери були кустарним самопалом, який міг полюбитися виключно фанатам-ентузіастам.

Громадські діячі

За роки, що передували народженню персонального комп'ютера, серед хіпівських племен із берегів затоки Сан-Франциско сформувалася когорта громадських діячів та активістів боротьби за мир, які навчилися любити комп'ютери як знаряддя передачі влади людям. Вони вітали дрібносерійні технології, «Інструкцію з експлуатації космічного корабля „Земля“» (Operating Manual for Spaceship Earth) Бакмінстера Фуллера та ідеї і цінності «Каталогу всієї Землі» і при цьому не захоплювалися галюциногенами чи постійним прослуховуванням Grateful Dead.

Прикладом таких людей був Фред Мур. Син пентагонівського полковника сухопутних військ, він 1959 року вирушив на Захід вивчати інженерну справу в Берклі. Хоча на той час нарощення військової присутності США у В'єтнамі ще не почалося, Мур вирішив стати антивоєнним протестувальником. Він влаштувався просто неба на східцях Спраул-плази, яка невдовзі стане епіцентром студентських демонстрацій, із плакатом, що засуджував програму позавійськової підготовки офіцерів резерву. Його протест тривав лише два дні (батько приїхав, щоб забрати його додому), але 1962 року він знову вступив до Берклі і відновив бунтарську діяльність. Відсидівши два роки у в'язниці за ухиляння від призову, 1968 року він переїхав до Пало-Альто за кермом фургона Volkswagen та з маленькою дочкою, з матір'ю котрої вони розійшлися.⁵⁷³

Мур планував стати там організатором антивоєнних протестів, але в Стенфордському медичному центрі відкрив для себе комп'ютери та підсів на них. Оскільки ніхто не наважувався його прогнати, він проводив дні, вовтузячись із комп'ютерами, поки його дочка гуляла коридорами чи гралася у Volkswagen'і. Він увірував у спроможність комп'ютерів допомогти людям взяти під контроль своє життя та сформувати громади.

Мур був переконаний, що якщо простий люд зможе використовувати комп'ютери як знаряддя персонального розкріпачення та навчання, він звільниться з-під влади військово-промислового істеблїшменту. «Фред був радикальним пацифістом із ріденькою борідкою та напруженим

поглядом, — пригадував Лі Фельзенштейн, який входив до пало-альтських кіл громадських діячів та комп'ютерників. — Він міг ні з сього ні з того кинути обливати підводний човен кров'ю. Його було просто-таки неможливо здихатися».⁵⁷⁴

З огляду на антивоєнні технарські захоплення Мура немає нічого дивного в тому, що він втягнувся в орбіту Стюарта Бранда і компанії, що згуртувалася довкола «Каталогу усєї Землі». Навіть більше, 1971 року він став справжньою зіркою одного з найдивакуватіших заходів тієї ери: вечірка на честь закриття «Каталогу усєї Землі». Хоч як це дивно, але після закриття видання на його банківському рахунку лишилося 20 тис. доларів, тож Бранд вирішив орендувати Палац витончених мистецтв у Сан-Франциско, будівлю у псевдокласичному грецькому стилі в районі Марина, щоб у компанії тисячі споріднених душ вирішити, як бути з грошима. Він приніс пачку столарових купюр, плекаючи фантазію на межі маячні, що схиблений на рок-музиці та наркотиках натовп досягне розсудливого консенсусу, що з ними зробити. «Як можна просити когось на цьому світі доходити згоди, якщо ми самі на це не здатні?» — запитав у юрби Бранд.⁵⁷⁵

Дебати тривали десять годин. Одягнений у чорну чернечу сутану з капюшоном, Бранд давав кожному оратору пачку грошей у руки на час виступу, а сам записував пропозиції на дошці. Пол Креснер, член «Веселих пустунів» Кена Кізі, проголосив пристрасну промову про недолю американських індіанців — «Прибувши сюди, ми пограбували індіанців!» — та заявив, що гроші треба віддати їм. Брандова дружина, Лоїс, яка за збігом обставин була індіанкою, виступила з заявою, що їй та іншим індіанцям це непотрібно. Хтось на ймення Майкл Кей сказав, що вони мають просто поділити гроші між собою та заходився роздавати купюри натовпу; Бранд заперечив, що буде краще використати їх усі за раз, і попросив народ передати купюри йому назад. Дехто це зробив, заслуживши оплески. Пролунали ще десятки пропозицій від шалених до найтупіших: «Змити гроші в унітаз!», «Купити ще „розвесельного газу“ для вечірки!», «Збудувати гігантський фалічний символ та встромити у землю!». Якоїсь миті член гурту Golden Toad закричав: «Зберіть свої довбані мізки докупи! У нас вже дев'ять мільйонів пропозицій! Виберіть одну! Бо це триватиме ще цілий довбаний рік. Я прийшов сюди грати музику». Ніякого рішення внаслідок цього ухвалено не було, але відбулася музична пауза з участю дівчини, яка виконала танець живота, а наостанку впала на підлогу в корчах.

Цієї миті Фред Мур із ріденькою бородою та хвилястим волоссям підвівся і сказав, що його професія — бути людиною. Він засудив юрбу за зацікавленість у грошах, і, щоб донести свою думку до всіх, витяг із кишені дві доларові купюри та спалив їх. Виникла пропозиція голосувати, але Мур відкинув її, бо то був метод розділення, а не об'єднання людей. На той час була вже

третя ранку, і юрба ставала ще більш одурілішою та збентеженішою. Мур закликав усіх назвати свої імена, щоб вони могли триматися купи надалі. «Об'єднання людей тут і зараз занадто важливе, щоб дозволити грошам розсварити нас», — проголосив він.⁵⁷⁶ Зрештою йому вдалося переконати натовп, окрім плюс-мінус двадцяти міцних горішків, тож було вирішено віддати гроші йому, допоки не виникне краща ідея.⁵⁷⁷

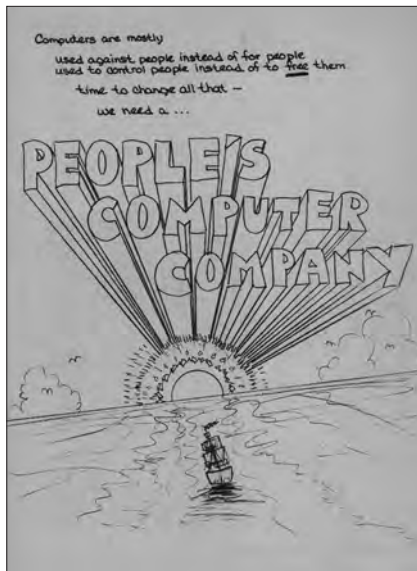
Оскільки Мур не мав банківського рахунку, він закопав те, що лишилося від двадцяти тисяч, а саме 14 905 доларів, на задвірку. Зрештою, після купи драматичних подій та небажаних візитів прохачів, він розподілив їх у вигляді позик та грантів між кількома спорідненими місцевими організаціями, котрі надавали доступ до комп'ютерів та навчали людей користування ними. Одержувачі були частиною технарсько-хіпської екосистеми, що виникла в Пало-Альто та Менло-Парку навколо Бранда і шанувальників його «Каталогу усієї Землі».

Одним із одержувачів став і видавець каталогу, Інститут імені Портоли — альтернативна некомерційна організація, що просувала «комп'ютерну освіту для всіх освітніх рівнів». Її не дуже вдало продуманою навчальною програмою завідував Боб Елбрехт, інженер, який відмовився працювати на корпорації, щоб навчати дітей комп'ютерного програмування, а дорослих, зокрема Дага Енгельбарта, грецьких народних танців. «Живучи у Сан-Франциско на верхньому кінці його звивистої вулиці, Ломбард-стріт, я часто влаштовував вечірки, присвячені комп'ютерному програмуванню, дегустуванню вин та грецьким танцям», — пригадував він.⁵⁷⁸ Вони з друзями відкрили загальнодоступний комп'ютерний центр, оснащений PDP-8, і він брав деяких своїх найкращих юних учнів на екскурсії, найпам'ятнішою з яких були відвідини Енгельбарта у його лабораторії з питань доповнень. На останній сторінці одного з перших видань «Каталогу усієї Землі» містилася фотографія Елбрехта з колючою стрижкою йоржиком, який навчає дітей користуватися калькулятором.

Елбрехт, автор посібників для самонавчання, в тому числі популярного «Я подобаюсь своєму комп'ютеру (коли розмовляю BASIC'ом)» (My Computer Likes Me (When I Speak BASIC), заснував видання People's Computer Company («Народна комп'ютерна компанія»), яке було не зовсім компанією, просто називалося так на честь групи Дженіс Джоплін Big Brother and the Holding Company. Як гасло для нечупарного бюлетеня було обрано фразу «Владу комп'ютерів — народу». На обкладинці першого випуску за жовтень 1972 року було зображено човен, який плив на захід сонця, та написано від руки декларацію: «Комп'ютери здебільшого використовуються проти людей, а не на їхню користь; щоб контролювати людей, а не робити їх вільними; настав час змінити це — нам потрібна народна комп'ютерна



Даг Енгельбарт (1925–2013)



Перший номер журналу,
жовтень 1972 р.



Стюарт Бранд (нар. 1938)



Перший випуск «Каталогу всієї Землі»,
осінь 1968 р.

компанія». ⁵⁷⁹ Більшість номерів містили безліч малюнків драконів («Я закохався у драконів, відколи мені було тринадцять», — пригадував Елбрехт) та статті про комп'ютерну освіту, програмування мовою BASIC і різноманітні освітні ярмарки та фестивалі технологічних саморобок. ⁵⁸⁰ Бюлетень сприяв об'єднанню ентузіастів-електронників, любителів саморобок та діячів навчальних громад.

Іншим втіленням цієї культури був Лі Фельзенштейн, завзятий пацифіст із дипломом Берклі за спеціальністю з електротехніки, який став одним із основних персонажів книги Стівена Леві «Хакери». Фельзенштейн був аж ніяк не «веселим пустуном». Навіть у буремні дні студентських заворушень у Берклі він цурався сексу та наркотиків. Він поєднував інстинкт політичного активіста до громадської діяльності зі схильністю гіка до побудови засобів комунікації та мереж. Відданий читач «Каталогу усєї Землі», Фельзенштейн вітав саморобну жилку американської громадської культури та вірив, що загальний доступ до засобів комунікації сприятиме відбиранню влади в урядів та корпорацій. ⁵⁸¹

Фельзенштейнові громадсько-організаторська риса та любов до електроніки розвинулися в нього ще в дитинстві, яке пройшло в Філадельфії, де він народився 1945 року. Його батько був машиністом локомотива, який спорадично підпрацьовував художником-дизайнером, а мати — фотографом. Обое були таємними членами комуністичної партії. «Вони були переконані, що все, що людям згодують ЗМІ, — туфта, і це було одним із улюблених слів мого батька», — пригадував Фельзенштейн. Навіть вийшовши з партії, його батьки залишилися діячами лівого крила.

Ще дитиною Фельзенштейн брав участь у пікетуваннях візитів військових чинів та допомагав із організацією демонстрацій перед універмагом Woolworth's на підтримку сидячих страйків за десегрегацію на Півдні. «У дитинстві я завжди мав із собою шматок паперу для малювання, оскільки батьки заохочували мене бути творчим та мати багату уяву, — пригадував він. — Зазвичай це була розмножена на мімеографі батькова листівка з якогось минулого заходу квартального осередку». ⁵⁸²

Його захоплення технікою були частково виPLEкані матір'ю, яка повсякчас розказувала йому, як її покійний батько створював маленькі дизельні двигуни, що використовувалися на вантажівках та потягах. «Я зрозумів натяк: вона хоче бачити мене винахідником», — згадував він. Одного разу, коли вчитель відчитав Фельзенштейна за те, що він ловить гав, той відповів: «Я не ловлю гав, я винаходжу». ⁵⁸³

Унікаючи товариства свого старшого брата та зведеної сестри, Фельзенштейн усамітнювався у підвалі, де грався з електронікою. Це пробудило в ньому відчуття, що комунікаційні технології повинні відкрити дорогу

індивідуальному розкріпаченню. «Технологія електроніки обіцяла дещо, чого я, безперечно, наймовірно жадав — комунікації поза ієрархічною структурою родини».⁵⁸⁴ Він записався на заочний курс, до якого додавалися буклети та тестове обладнання, а також купував довідники з радіо та 99-центові транзистори, щоб навчитися перетворювати схематичні креслення на робочі схеми. Як один із багатьох хакерів, які вирости, збираючи набори Heathkit та інші електронні проекти із серії «спаяй сам», пізніше він висловлював занепокоєння тим, що наступні покоління зростають в оточенні надбезпечних пристроїв, котрі не можна дослідити:^{*} «Ще дитиною я вивчив електроніку, порпаючись у старих радіоприймачах, які було легко розбирати, оскільки вони були сконструйовані так, щоб їх можна було ремонтувати».⁵⁸⁵

Політичні інстинкти та технологічні інтереси Фельзенштейна переросли в любов до наукової фантастики, зокрема творів Роберта Гайнлайна. Його, як і цілі покоління геймерів та комп'ютерників, які допомогли створити кіберкультуру, надихав найпоширеніший у цьому жанрі лейтмотив, а саме пригоди героя-хакера, який за допомогою техночаклунства скидає злу владу.

Він поїхав до Берклі вивчати електротехніку 1963 року, саме тоді, коли визрівав бунт проти війни у В'єтнамі. Серед його перших акцій було приєднання, разом із поетом Алленом Гінзбергом, до протесту проти візиту південно-в'єтнамського сановника. Протест затягнувся, тож йому довелося взяти таксі, щоб вчасно повернутися і встигнути на лабораторну з хімії.

Щоб сплачувати за навчання, він вступив до програми «Вчися і працюй», яка надала йому роботу у NASA на базі ВПС Ендрюз, але був змушений піти, коли влада виявила, що його батьки в минулому були комуністами. Він зателефонував батьку і спитав, чи це правда. «Я не хочу розмовляти про це по телефону», — відповів той.⁵⁸⁶

«Не пхай носа, куди не слід, синку, і без проблем отримаєш роботу знову», — сказав Фельзенштейну офіцер ВПС. Але це не було йому характерно. Той інцидент запалив у ньому антиавторитарну жилку. Він повернувся до кампусу в жовтні 1964 року, саме коли спалахнули протести Руху за свободу слова, і, наче герой науково-фантастичного твору, вирішив використати свої технологічні навички, щоб приєднатися до боротьби. «Нам була потрібна ненасильницька зброя, і я раптом збагнув, що найкращою ненасильницькою зброєю з усіх є інформаційний потік».⁵⁸⁷

Якось поширилася чутка, що кампус оточила поліція, і хтось крикнув Фельзенштейну: «Швидко! Зроби нам поліційну рацію!». Звісно, він не міг

* 2014 року Фельзенштейн працював над іграшковим набором для учнів середнього шкільного віку, схожим на конструктор Lego для складання електронної логічної плати, який мав би допомогти учням наочно уявити собі біти, електронні компоненти та логічні функції на зразок не, або та і.

зробити щось таке за одну мить, але саме тоді його пройняла думка: «Я вирішив, що маю очолити всіх тих, хто застосовує технологію на благо суспільства».⁵⁸⁸

Його найважливіше осяяння полягало в тому, що найкращим способом відібрати владу у великих інституцій є створення нових типів комунікаційних мереж. Він збагнув, що саме це є суттю руху за *свободу слова*. «Рух за свободу слова пропагував руйнування перешкод для міжособистісних комунікацій та уможливлення формування зв'язків та громад, не спущених згори потужними інституціями, — писав він пізніше. — Він заклав підвалини для справжнього повстання проти корпорацій та урядів, що панують над нашими життями».⁵⁸⁹

Фельзенштейн почав розмірковувати, яка структура інформації полегшить міжособистісні комунікації. Спершу він спробував випускати бюлетень для свого студентського кооперативу, але потім приєднався до підпільного тижневика Berkley Barb. Там він здобув напівіронічний титул «військового редактора» після того, як написав статтю про десантний корабель-док (landing ship dock), в якій у сатиричному ключі обіграв абревіатуру LSD. Він сподівався, що «підпільний друк може стати новим громадським ЗМІ», проте розчарувався в ньому, коли «побачив, як він перетворюється на централізовану розважальну структуру».⁵⁹⁰ Також він розробив мегафон із розгалуженою мережею вхідних дротів, що давали можливість перемовлятися людям у натовпі. «Не було центру, а отже, не було центральної влади, — казав він. — Це була інтернетоподібна конструкція, і саме таким способом можна було розподілити між усіма людьми комунікаційну владу».⁵⁹¹

Фельзенштейн збагнув, що майбутнє формуватиметься розділенням на ширококомовні ЗМІ на зразок телебачення, які «передають ідентичну інформацію з центрального пункту з мінімальною кількістю каналів зворотної інформації», та неширокомовні ЗМІ, «в яких кожен учасник є одночасно одержувачем та генератором інформації». Він вважав, що об'єднані мережею комп'ютери стануть інструментом, який дасть людям можливість взяти своє життя під власний контроль. «Вони мають перемістити центр влади донизу, до людей», — пояснював він пізніше.⁵⁹²

У ті доінтернетні дні, задовго до Craigslist та Facebook, існували громадські організації, відомі як «комутатори», які служили для встановлення зв'язків між людьми та під'єднання їх до затребуваних ними послуг. Більшість були низькотехнологічними, як правило, то були просто кілька людей, які сиділи навколо столу з парою телефонів та купою прикріплених до стіни оголошень та рекламок; вони слугували маршрутизаторами для створення соціальних мереж. «Складалося враження, що кожна субгромада мала такий свій „комутатор“, — пригадував Фельзенштейн. — Я відвідував їх, щоб дізнатися, чи потребують вони якої-небудь технології для полегшення роботи». Якось на

вулиці його зустрів приятель і повідомив захоплену новину: одна з цих громадських груп розчулила якихось заможних сан-франциських лібералів та розжилася комп'ютером-мейнфреймом. Ця звістка привела його до некомерційної організації Resource One, яка саме переналаштовувала мейнфрейм, щоб ним могли в режимі розподілу часу користуватися інші «комутатори». «У нас виникла ідея створити комп'ютер для контркультури», — згадував він.⁵⁹³

Приблизно в той самий час Фельзенштейн розмістив у Berkeley Barb персональне оголошення із таким текстом: «Людина епохи Відродження, інженер та революціонер, шукає співбесідників».⁵⁹⁴ Завдяки йому він зустрівся з однією з перших жінок-хакерок, що стояла біля витоків кіберпанку, Джуд Мілгон, відомою під псевдонімом Св. Юда. Вона, своєю чергою, познайомила його зі своїм компаньйоном, Єфремом Ліпкіном, системним програмістом. Resource One не вдалося знайти клієнтів для часорозподіленого використання свого комп'ютера, тож Ліпкін запропонував взятися за інший проект, що називався «Громадська пам'ять»; він передбачав використання комп'ютера в ролі публічної електронної дошки оголошень. У серпні 1973 року вони встановили під'єднаний до мейнфрейму за допомогою телефонної лінії термінал у Leopold's Records — музичному магазинчику в Берклі, який належав студентам.⁵⁹⁵

У Фельзенштейна виникла основоположна ідея: публічний доступ до комп'ютерних мереж має давати людям можливість сформувати клуби за інтересами за принципом «зроби сам». Рекламна листівка-маніфест проекту проголошувала, що «неієрархічні канали комунікації — з використанням комп'ютерів та модемів, ручок та чорнил, телефону чи віч-на-віч — є головним фронтом боротьби за відвоювання та воскресіння наших громад».⁵⁹⁶

Дуже розумним рішенням Фельзенштейна та його друзів було не впрограмувати в систему наперед визначені ключові слова на зразок «потрібна допомога», чи «автівки», чи «догляд за дітьми». Натомість користувачі могли придумувати для своїх оголошень будь-які ключові слова, які захочуть. Це дозволило людям із вулиці виробити власні способи використання системи. Термінал став дошкою оголошень для публікації поезії, організації спільного користування автомобілями, обміну ідеями ресторанів та пошуку сумісних партнерів для шахів, сексу, навчання, медитації та будь-чого іншого. Беручи приклад зі Св. Юди, люди створювали власні онлайніві персоналії та розвивали книжковий смак, неможливий раніше на звичайних корково-кнопкових дошках оголошень.⁵⁹⁷ «Громадська пам'ять» стала предтечею системи інтернетних дощок оголошень та онлайн-сервісів на зразок The WELL. «Ми відкрили двері в кіберпростір, який виявився гостинною територією», — відзначав Фельзенштейн.⁵⁹⁸

Інше не менш важливе для цифрової епохи осяння Фельзенштейна сталося після його суперечки з колишнім приятелем Ліпкіном, який хотів збудувати броньований термінал, що його люди з громади не могли б зламати.

Фельзенштейн обстоював протилежний підхід. Якщо місія полягала в наданні людям комп'ютерної влади, слід було шанувати практичний імператив. «Сфрем казав, що якщо люди дістануться до комп'ютера, то зламають його, — пригадував Фельзенштейн. — Я ж сповідував те, що стало філософією Wikipedia, тобто якщо дозволити людям працювати з ним власноруч, вони його захищатимуть та лагодитимуть, якщо він зламається». Він був переконаний, що комп'ютери мають бути іграшками. «Якщо заохочувати людей возитися з обладнанням, комп'ютер та громада зможуть розвиватися у симбіозі».⁵⁹⁹

Ці інстинкти викристалізувалися у філософію, коли вже після встановлення терміналу у Leopold's Фельзенштейнів батько надіслав йому книгу «Інструменти конвівельності» (Tools for Conviviality) Івана Ілліча — філософа та католицького священика австрійського походження, який виріс у США та виступав проти панівної ролі технократичних еліт. Запропонований Іллічем рецепт позбавлення від цього включав у себе створення технології, що буде інтуїтивною, легко засвоюваною та «компанійською». Він писав, що метою має бути «надання людям інструментів, які гарантуватимуть їхнє право на працю з високою, незалежною ефективністю».⁶⁰⁰ Як і Енгельбарт та Ліклайдер, Ілліч наголошував на потребі «симбіозу» між користувачем та інструментом.

Фельзенштейн всією душею сприйняв переконання Ілліча, що комп'ютери мають будуватися так, щоб заохочувати особисте вовтузіння з ними. «Його твори заохотили мене стати гамельнським щуроловом, котрий веде людей до обладнання, яке вони можуть використовувати». Десятки років по тому, коли вони нарешті зустрілися, Ілліч запитав: «Якщо ти хочеш об'єднувати людей, чому прагнеш встановити між ними комп'ютери?». На що Фельзенштейн відповів: «Я хочу, щоб комп'ютери були інструментами, що об'єднують людей, і щоб вони існували в гармонії з ними».⁶⁰¹

Фельзенштейн дуже по-американськи об'єднав ідеали майструвальної культури (радість та самореалізація від неформального самостійного навчання під керівництвом ровесників) із захопленням хакерської культури технологічними знаряддями та новолівим нутром громадської організації*. Під час Виставки ентузіастів руху «Зроби сам» у затоці Сан-Франциско 2013 року він виступав перед відданими радіоаматорами. Він зазначив, що вибір їхнього головного доповідача-революціонера 1960-х років дивний, але доречний. А далі сказав: «Коріння персонального комп'ютера сягає Руху за

* Коли в номері журналу Wired за квітень 2011 року було опубліковано статтю про майструвальну культуру, на його обкладинці вперше з'явилася фотографія жінки-інженера Лаймори Фрайд, підприємця-саморобниці, яка навчалася у MIT, чие прізвисько Ladyada, як і назва її компанії, Adafruit Industries, були виявом шани Аді Лавлейс.

свободу слова, який виник 1964 року в Берклі, та „Каталогу усієї Землі“, який розрекламував ідеали культури „зроби сам“.

Восени 1974 року Фельзенштейн склав докупи специфікації «Терміналу Тома Свіфта», який, за його словами, був «компанійським кібернетичним пристроєм», названим на честь «американського фольклорного героя, якого зазвичай можна було застати за порпанням із яким-небудь обладнанням».⁶⁰³ Це був величезний термінал, призначений для під'єднання людей до комп'ютера-мейнфрейму чи мережі. Фельзенштейну так і не вдалося повноцінно ввести його в експлуатацію, проте він виготовив на мімеографі копії специфікацій та роздав їх тим, кому ця ідея могла сподобатися. Це допомогло підштовхнути колектив користувачів «Громадської пам'яті» та читачів «Каталогу усієї Землі» до думки, що комп'ютери мають бути персональними та максимально спрощеними, тоді б вони могли стати знаряддями звичайних людей, а не лише технологічної еліти. Вони, за висловом поета Річарда Бротігана, мали стати «машинами благодаті і любові» (*machines of loving grace*), тож Фельзенштейн назвав засновану ним фірму *Loving Grace Cybernetics*.

Фельзенштейн був природженим організатором, тому вирішив створити громаду людей, які поділяють його філософію. «Слідом за Іллічем, моє переконання полягало в тому, що комп'ютер зможе вижити, лише якщо навколо нього виросте комп'ютерний клуб», — пояснював він. Разом із Фредом Муром та Бобом Елбрехтом він став завсідником імпровізованих вечер із того що Бог дав, які проводилися щосередини в Народному комп'ютерному центрі.

Ще одним завсідником був Гордон Френч, довготелесий інженер, який полюбляв конструювати власні комп'ютери. Серед обговорюваних ними тем була й така: «Який вигляд насправді матимуть персональні комп'ютери, коли вони нарешті з'являться?». Коли на початку 1975 року імпровізовані вечери вичерпалися, Мур, Френч та Фельзенштейн вирішили відкрити новий клуб. Їхня перша рекламна листівка проголошувала: «Збираєте власний комп'ютер? Термінал? TV Typewriter*? Пристрій введення/виведення? Чи ще якусь цифрову чорно-магічну скриньку? Якщо так, можливо, вам захочеться відвідати зібрання людей зі схожими зацікавленнями».⁶⁰⁴

Кустарний комп'ютерний клуб, як вони назвали своє дітище, зрештою привернув увагу цілого ряду ентузіастів із багатоманітних культурних груп цифрового світу району затоки Сан-Франциско. «Там були галюциногенні рейнджери (небагато), послідовники правил аматорського радіозв'язку, майбутні флагмани індустрії з університетів „Ліги плюща“, техніки другого та третього розрядів, інженери-невдахи та інший непересічний люд, в тому числі манірна та порядна леді, яка сідала в перших рядах та яка, як я згодом

* TV Typewriter — комп'ютерний термінал, який водображав текст на екрані телевізора. — Прим. ред.

дізнався, була особистим пілотом президента Ейзенгавера до того, як змінила стаття, — пригадував Фельзенштейн. — Усі вони хотіли, щоб існували персональні комп'ютери, і всі хотіли скинути обмеження інституцій, чи то уряд, чи ІВМ, чи їхні працедавці. Люди просто хотіли загнати під нігті цифровий бруд, і при цьому клеїли дурників».⁶⁰⁵

Перші збори Кустарного комп'ютерного клубу відбулися дощової середи 5 березня 1975 року в гаражі Гордона Френча у Менло-Парку. Це сталося саме тоді, коли з'явився перший по-справжньому персональний домашній комп'ютер, до того ж породила його не Кремнієва долина, а торговий центр на порослій полином дорозі посеред пустелі.

Ед Робертс та Altair

Був ще один тип героїв, які допомогли створити персональний комп'ютер: серійні підприємці. Зрештою, саме ці перекофеїнені майстри стартапів запанують у Кремнієвій долині, відтіснивши геть хіпі, «усеземлян»*, громадських діячів та хакерів. Але перший представник цієї породи, кому вдалося створити ходовий персональний комп'ютер, базувався однаково далеко від Кремнієвої долини та комп'ютерних центрів Східного узбережжя.

Коли в квітні 1974 року мав от-от з'явитися мікропроцесор Intel 8080, Еду Робертсу вдалося розжитися кількома аркушами з описом його специфікацій. Дебелому підприємцю з офісом на першому поверсі та виходом на вулицю у Альбукерке, штат Нью-Мексико, спала на думку вкрай проста ідея: з цього «комп'ютера на чіпі» можна зробити власне комп'ютер.⁶⁰⁶

Робертс не був ані комп'ютерознавцем, ані навіть хакером. У нього не було величних теорій про доповнення інтелекту чи симбіоз, створений графічними користувацькими інтерфейсами. Він ніколи не чув про Веннівера Буша чи Дага Енгельбарта. Натомість він був аматором. Навіть більше, йому були притаманні цікавість та пристрасть, які, за словами одного з його співробітників, робили його «найбільшим аматором у світі».⁶⁰⁷ Він був не з тих, хто розводить сентиментальну демагогію про майструвальну культуру, а з тих, хто задовольняє потреби (та сам поводить як збільшена версія) прищавих хлопчаків, які полюбують керувати моделями літаків та запускати з задвірків ракети. Робертс сприяв настанню того часу, коли світ персональних комп'ютерів розвивався зусиллями не розумників зі Стенфорду та МІТ, а фанатами наборів Heathkit, які любили солодкий запах плавленого припою.

Робертс народився 1941 року в Маямі в родині майстра з ремонту побутових приладів. Він вступив до Військово-повітряних сил, які відправили

* Походить від назви «Каталог усієї Землі». — Прим. ред.

його до Університету штату Оклахома для здобуття освіти інженера, після чого відрядили до лазерного відділу лабораторії озброєнь у Альбукерке. Там він заснував кілька бізнесів, зокрема зі створення композицій із рухомими персонажами для різдвяних вітрин універмагів. 1969 року Робертс та його товариш по службі у ВПС Форрест Мімз заснували компанію, націлену на маленький, проте жвавий ринок ентузіастів ракетомодельовання. Вона виготовляла набори на зразок «зроби сам», які давали можливість юним космонавтам на задвірках робити мініатюрні пробліскові вогні та радіо-гаджети для відстеження польоту їхніх іграшкових ракет.

Робертсу була притаманна енергійність стартапного наркомана. За словами Мімза, «він був абсолютно впевнений, що його підприємницькі таланти допоможуть заробити мільйон доларів, навчитися пілотажу, придбати власний літак, оселитися на фермі та закінчити медучилище».⁶⁰⁸ Вони назвали свою компанію MITS, щоб було схоже на MIT, після чого, застосувавши принципи зворотної розробки, розшифрували цю аббревіатуру як Micro Instrumentation and Telemetry Systems («Системи мікроприладобудування та телеметрії»). Її офісне приміщення за сто доларів на місяць, яке раніше слугувало звичайною забігайлівкою, було втиснуте між масажним салоном та пральнею самообслуговування мережі Laundromat у пошарпаному придорожньому торговельному центрі. Стара вивіска з назвою «Чарівна бутербродна» так і висіла над дверима MITS і була на диво доречна.

Робертс, який пішов стопами Джека Кілбі з Texas Instruments, своїм наступним кроком зробив вилазку у бізнес електронних калькуляторів. Він добре знав ментальність аматорів, тому продавав калькулятори у вигляді розібраних наборів «зроби сам», хоча в зібраному вигляді прилади коштували б ненабагато дорожче. Трохи раніше йому пощастило зустріти Лева Соломона, технічного редактора Popular Electronics, який завітав до Альбукерке у пошуках матеріалів для статей. Соломон замовив Робертсу статтю, заголовок якої «Електронний настільний калькулятор, який можна зробити самому» було винесено на обкладинку номера за листопад 1971 року. Станом на 1973 рік MITS мала 110 працівників, а виручка від продажів сягала мільйон доларів. Проте ціни на кишенькові калькулятори падали, і невдовзі бізнес перестав бути прибутковим. «У нас був період, коли ми постачали набір для збирання калькулятора за тридцять дев'ять доларів, а в магазині можна було купити готовий калькулятор за двадцять дев'ять», — пригадував Робертс.⁶⁰⁹ На кінець 1974 року MITS заборгувала понад 350 тис. доларів.

Як і личить зухвалому підприємцю, Робертс відреагував на кризу рішенням заснувати абсолютно новий бізнес. Він завжди захоплювався комп'ютерами і припустив, що інші ентузіасти відчувають те саме. Якимось він захоплено сказав приятелю, що в нього з'явилася мета побудувати комп'ютер для широких мас, який на віки вічні покладе край «комп'ютерному пасторству». Вивчивши

набір інструкцій до Intel 8080, Робертс дійшов висновку, що MITS може випустити набори «зроби сам» для складання рудиментарного комп'ютера, який буде настільки дешевий — менше 400 доларів, — що його придбає кожен ентузіаст. «Ми вирішили, що в нього дах поїхав», — пізніше зізнавався його колега.⁶¹⁰

Уроzdріб Intel продавала свої 8080 за 360 доларів, проте Робертс зумів ви торгувати їх за 75 за умови, що придбає тисячу. Тоді він взяв позику у банку, напологши, що продасть саме стільки, хоча подумки боявся, що обсяг початкових замовлень буде десь близько двох сотень. Проте це не мало значення. Він мав азартний світогляд підприємця: або він зазнає успіху та змінить історію, або збанкрутує ще швидше, ніж це відбувалося зараз.

Машина, збудована Робертсом та його різномастою командою, не вразила б Енгельбарта, Кея чи інших працівників лабораторій Стенфорду. Вона мала лише 256 байтів пам'яті, у неї не було ані клавіатури, ані інших пристроїв введення. Єдиним способом введення даних чи інструкцій було перемикання розташованих у рядок важільних перемикачів. У той час, як чарівники з Хегох PARC уже будували графічні інтерфейси для виведення інформації, машина, що з'явилася на світ у колишній «Чарівній бутербродній», могла давати відповіді лише у формі двійкового коду за допомогою вмикання чи вимикання кількох індикаторів на передній панелі. Але попри те, що ця машина не була технологічним тріумфом, вона була тим, чого нестямно ждали любителі. Вони створювали прихований попит на комп'ютер, який можна було зібрати і яким можна було користуватись так само, як аматорськими радіоприймачами.

Поінформованість суспільства є важливою складовою інновації. Комп'ютер, створений, скажімо, у підвалі в Айові, і для якого ніхто не пише програм, стає для історії чимось на зразок дерева, що падає у безлюдному лісі. Це порівняння — алюзія на слова єпископа Берклі: якщо ніхто не чув звуку падіння дерева, то, можливо, воно і не падало. Інновації Енгельбарта стали модними завдяки «Матері всіх демопоказів». Ось чому церемонії запуску продуктів настільки важливі. Машина MITS так і гнила б серед непроданих калькуляторів у Альбукерке, якби Робертс свого часу не потоваришував із Лезом Соломоном із журналу Popular Electronics, який для любителів наборів Heathkit мав таке ж значення, яке мав Rolling Stone для фанатів рок-музики.

Соломон, народжений у Брукліні шукач пригод, який замолоду встиг повоювати поряд із Менахемом Бегіном та іншими сіоністами в Палестині, палко прагнув знайти персональний комп'ютер для обкладинки свого журналу. Його конкуренти випустили топ-статтю про комп'ютерний набір Mark-8 — ящик із слабким процесором Intel 8008, який ледве працював. Соломон розумів, що йому треба якнайшвидше перевершити ту статтю.



Алан Кей (нар. 1940) у Xerox PARC, 1974 р.



Altair на обкладинці журналу,
січень 1975 р.

Робертс відправив йому єдиний робочий прототип MITS-машини, скориставшись послугами Railway Express Agency, яка його загубила (а кілька місяців по тому ця «поважна» служба доставки збанкрутіла). Тож на обкладинці номера Popular Electronics за січень 1975 року було зображено підробку.

Стаття вже терміново готувалася до друку, а Робертс ще навіть не обрав імені для свого комп'ютера. За словами Соломона, його дочка, фанатка серіалу «Зоряний шлях», запропонувала назвати його на честь зірки, до якої космічний корабель «Ентерпрайз» літав того вечора — Альтаїр. Тож перший справжній робочий персональний комп'ютер отримав назву Altair 8800⁶¹¹.

«Ера комп'ютера в кожному домі — улюблена тема письменників-фантастів — настала!» — волав перший абзац статті у Popular Electronics.⁶¹² Вперше робочий та доступний комп'ютер призначався широкому загалу. «Як на мене, — пізніше проголосить Білл Гейтс, — саме Altair є першою штукою, вартою звання персонального комп'ютера».⁶¹³

Вже того дня, коли свіжий номер Popular Electronics надійшов до газетних кіосків, на Робертса у Альбукерке ринула хвиля замовлень. Йому навіть довелося найняти додаткових людей, щоб вони відповідали на дзвінки. Лише за один день вони одержали чотириста замовлень, а впродовж кількох наступних місяців було продано п'ять тисяч наборів (хоча їх ще навіть не існувало, оскільки MITS аж ніяк не могла виготовляти їх настільки швидко). Люди надсилали чеки компанії, про яку ніколи не чули, в містечко, назву якого не могли вимовити, сподіваючись врешті-решт отримати коробку деталей, які можна було спаяти до купи, і отримати пристрій, який, якщо все пройде добре, поблимає якимись індикаторами залежно від того, яку інформацію вони ввели, намучившись із важливими перемикачами. З пристрасстю любителів вони прагнули мати свій власний комп'ютер — не спільно використовуваний пристрій і не зв'язаний мережею з іншими людьми, а такий, з яким вони могли б гратися самі у спальні або підвалі.

Отож члени клубу любителів електроніки, хіпі з «Усієї Землі» та хакери-кустарі спільними зусиллями започаткували нову індустрію — індустрію персональних комп'ютерів, яка стане локомотивом економічного зростання та докорінно змінить наш спосіб життя та праці. Під гаслом «Владу — народу!» комп'ютери були вирвані з-під виключного контролю корпорацій та військових і віддані у руки окремих людей, що зробило їх знаряддями особистого збагачення, продуктивності та творчості. «Антиутопічному суспільству, яке провіщав Джордж Орвел по закінченню Другої світової війни приблизно в той самий час, коли було винайдено транзистор, так і не судилося матеріалізуватися, — писали історики Майкл Ріордан та Лілліан Годдсон, — значною мірою завдяки тому, що транзисторні електронні прилади зробили творчих особистостей та спритних підприємців значно сильнішими за Старшого Брата».⁶¹⁴

Кустарний дебют

На першому зібранні Кустарного комп'ютерного клубу в березні 1975 року в центрі уваги був Altair. MITS надіслало його до «Народної комп'ютерної компанії» для рецензування, він пройшов через руки Фельзенштейна, Ліпкіна та інших, а далі його було представлено любителям, хіпі та хакерам, які зібралися у вщент заповненому гаражі. Більшість були розчаровані — «він не мав нічого, окрім перемикачів та індикаторів», — згадував Фельзенштейн. Проте щось підказувало їм, що ця машина знаменує нову еру. Тридцятьеро людей зібралися навколо нього та ділилися своїми знаннями. «Можливо, саме цієї миті персональний комп'ютер став компанійською технологією», — пригадував Фельзенштейн.⁶¹⁵

Один затятий хакер, Стів Домпьер, розповів, як особисто їздив до Альбукерке, щоб вирвати свою машину з лап MITS, яка мала великі труднощі із виконанням замовлень. До третього зібрання «кустарників» у квітні 1975 року він здійснив цікаве відкриття. Він написав програму сортування чисел і, поки вона працювала, слухав прогноз погоди на низькочастотному транзисторному приймачі. Раптом приймач почав видавати звуки бж-ж-бж-ж-ж-Б-З-З-З-З різної висоти, і Домпьер сказав собі: «Ти диви! Мій перший периферійний пристрій!». Тож він почав експериментувати. «Я спробував деякі інші програми, щоб подивитися, як звучали вони, і приблизно після восьми годин тикань і микань я написав програму, що могла видавати музичні звуки і грати справжню музику».⁶¹⁶ Він записав звуки, викликані різними програмними циклами, і зрештою зумів ввести за допомогою важільних перемикачів програму, яка, якщо її запустити, грала на його маленькому приймачі пісню The Fool on the Hill гурту The Beatles.* Звуки не можна було назвати прекрасними, проте юрба «кустарників» зустріла його «виступ» побожною тишею, а потім радісними вигуками та криками «на біс!». Тоді Домпьер змусив свій Altair зіграти варіацію Daisy Bell (Bicycle Built for Two) — пісні, що 1961 року стала першою, зіграною комп'ютером IBM 704 у Bell Labs, а 1968 року її виконав комп'ютер HAL у процесі його демонтажу у фільмі Стенлі Кубрика «Космічна одиссея 2001 року» (2001: A Space Odyssey). Домпьер назвав пісню «генетично успадкованою». Члени Кустарного клубу отримали комп'ютер, який можна було забрати додому і робити з ним різноманітні чудові речі, зокрема, як передбачала Ада Лавлейс, генерувати музику.

Домпьер опублікував свою музичну програму у наступному номері People's Computer Company, і вона отримала історично значущий відгук від спантеличеного читача. «У виданні People's Computer Company надрукована стаття Стівена Домпьера про музичну програму для Altair, — писав

* Почути, як Altair Домпьера виконує The Fool on the Hill, можна за посиланням: <http://startup.nmnaturalhistory.org/gallery/story.php?ii=46>.

у присвяченому Altair бюлетені Білл Гейтс, студент Гарварду, який впродовж відпустки розробляв програмне забезпечення для MITS у Альбукерке. — У статті він наводить лістинг своєї програми та музичні дані для виконання The Fool on the Hill та Daisy. Він не пояснює, а я не можу збагнути, як вона працює. Хто-небудь знає?»⁶¹⁷. Відповідь дуже проста: комп'ютер, виконуючи програму, створював частотні перешкоди, які можна було контролювати синхронізаційними циклами та вловлювати у вигляді тональних імпульсів АМ-приймачами.

На момент публікації свого запиту Гейтс вступив із Кустарним комп'ютерним клубом у фундаментальну суперечку. Вона стала типовим прикладом сутички між комерційною етикою, яка вірить у пропріетарність інформації, представником якої був Гейтс, та хакерською етикою вільного поширення інформації, представленої «кустарниками».

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Коли Пол Аллен приплентався до захищеного газетного кіоску посеред Гарвард-сквер та побачив січневий номер Popular Electronics за 1975 рік із Altair на обкладинці, він зрадів та злякався водночас. Йому аж подих перехоплювало від того, що настала ера персональних комп'ютерів, проте він боявся, що це свято життя пройде повз нього. Кинувши на прилавок 75 центів, він схопив журнал та почимчикував сльотавим снігом до кімнати у гуртожитку Гарвардського університету, яку займав його шкільний товариш та такий же, як і він, комп'ютерний фанатик із Сіетла Білл Гейтс, який свого часу переконав його кинути коледж та переїхати до Кембриджа. «Диви-но, що відбувається без нас», — заявив Аллен. Як завжди в напружені моменти, Гейтс почав хитатися вперед-назад. Дочитавши статтю, він зрозумів, що Аллен мав рацію. Упродовж наступних восьми тижнів вони з Алленом гарячково писали код, який змінить природу комп'ютерного бізнесу.⁶¹⁸

На відміну від своїх попередників — комп'ютерних піонерів, народжений 1955 року Гейтс у дитинстві не цікавився «залізом». Він не ловив кайф від складання радіоприймачів із наборів Heathkit чи паяння мікросхеми. Яюсь у старших класах вчитель фізики, роздратований зверхністю, яку Гейтс іноді демонстрував, чаклюючи за шкільним часорозподіленим терміналом, задав йому як навчальний проект зібрати пристрій із електронного набору Radio Shack. Коли Гейтс нарешті здав свою роботу, то, як пригадував учитель, «припій аж капав із задньої кришки», при цьому сам пристрій не працював.⁶¹⁹ Для Гейтса магія комп'ютерів полягала не в їхніх апаратних схемах, а у програмному коді. «Ми не апаратні гуру, Поле, — проголошував він щоразу, як Аллен пропонував склепати яку-небудь машину. — На чому ми знаємось, так це на програмному забезпеченні». Навіть його дещо старший приятель Аллен, який свого часу *складав* короткохвильові радіоприймачі, розумів, що майбутнє — за програмними кодами. «Апаратне забезпечення, — визнавав він, — не входило до нашої компетенції».⁶²⁰

Того грудневого дня 1974 року, коли вони вперше побачили обкладинку Popular Electronics, Гейтс та Аллен взялися робити ні багато ні мало, а програмне забезпечення для персональних комп'ютерів. Навіть більше, вони прагнули змінити баланс сил у новоспеченій індустрії так, щоб апаратне

забезпечення стало взаємозамінним товаром широкого вжитку, а більшу частину прибутків отримували б творці операційних систем та прикладного програмного забезпечення. «Коли Пол показав мені той журнал, такого явища, як індустрія програмного забезпечення, не існувало, — пригадував Ґейтс. — Нас осяйнуло, що ми здатні її створити. І ми це зробили». Багато років по тому, коли Ґейтс розмірковував про свої інновації, він сказав: «Це була найважливіша з ідей, що коли-небудь у мене виникали».⁶²¹

Білл Ґейтс

Хитання вперед-назад, що супроводжувало читання Ґейтсом статті у Popular Electronics, ще з дитинства було ознакою його напруженості. «Немовлям він часто самостійно гойдався у колисці», — пригадував його батько, успішний та шляхетний юрист. Його улюбленою іграшкою був пружинний кінь-качалка.⁶²²

Ґейтсова мати, поважна суспільна діячка з відомої родини сіетлівських банкірів, славилася своєю сильною волею, проте невдовзі вона зрозуміла, що власному синові і в слід не вступить. Частенько, коли вона кликала його обідати з його підвальної спальні, яку зневірилася змусити його прибрати, він не відповідав. «Що ти там робиш?» — одного разу суворо запитала вона.

— Думаю! — крикнув він у відповідь.

— Думаєш?

— Так, мамо, думаю! — відповів він. — Ти коли-небудь пробувала думати?

Вона відправила Білла до психотерапевта, який підсадив його на книги про Фрейда, котрі хлопчик проковтнув, проте так і не зміг приборкати свій темперамент. Після року сеансів психотерапевт сказав Ґейтсовій матері: «Ви програєте. Краще при звичайтеся до цього, бо намагатися його здолати марно». Батько своєю чергою пригадував: «Зрештою вона погодилася визнати, що змагатися з ним немає сенсу».⁶²³

Попри всі ці періодичні бунти, Ґейтсу подобалося бути частиною люблячої та згуртованої родини. Його батьки та дві сестри полюбили жваві бесіди за обіднім столом, кімнатні ігри, головоломки та карти. Оскільки повне ім'я Білла звучало Вільям Ґейтс Третій, його бабуся, затята шанувальниця бриджу (та зірка баскетболу), нарекла його Трійкою за аналогією з картою вартості «3», і це стало його дитячим прізвиськом. Разом із численними друзями родини вони проводили значну частину літа та деякі вікенди у котеджному містечку на каналі Гуда поблизу Сіетла, де діти влаштовували «Олімпіаду Чіріо»* з формальною церемонією відкриття — смолоскипною ходою, котра потім змінювалася парним бігом, метанням яєць та подібними іграми. «Грали всерйоз, — пригадував його батько. — Перемога мала значення».⁶²⁴ Саме

* Марка сухих сніданків у формі кілець. — Прим. пер.

там 11-річний Гейтс уклав свій перший формальний контракт: він склав та підписав з однією з сестер угоду про те, що вона надає йому неексклюзивні, проте необмежені права на використання її бейсбольної рукавички в обмін на п'ять доларів. Один із пунктів угоди звучав так: «Коли Трійці потрібна рукавичка, він її отримує».⁶²⁵

Гейтс уникав командних видів спорту, але став сильним тенісистом та вправно катався на водних лижах. Він також старанно відшліфовував веселі трюки на зразок вискакування зі сміттового бака, не зачіпаючи його край. Його батько був «Орлиним бойскаутом» (неважко переконалися, що впродовж життя він залишався вірним усім дванадцятьом чеснотам скаутського закону), і юний Білл своєю чергою також став затятим бойскаутом, досягнувши рангу «Пожиттєвого бойскаута» (йому не вистачило лише трьох значків, щоб стати «Орлом»). На одному зі зльотів він продемонстрував, як користуватися комп'ютером, проте це було ще до того, як з'явилися значки за комп'ютерні навички.⁶²⁶

Попри всі ці корисні для здоров'я заняття, його надзвичайний інтелект, великі окуляри, худорлява статура, писклявий голос та стиль ботана — Гейтс часто застібав сорочку на всі гудзики — робили з Білла справжнісінького нерда*. «Він був нердом ще до того, як винайшли цей термін», — заявив один із учителів. Про його інтелектуальні здібності ходили легенди. Коли у четвертому класі школярам задали написати п'ятисторінкову статтю з природознавства, він здав 30-сторінкову роботу. Того року у відповідь на запитання анкети про його майбутню професію він поставив позначку навпроти «вченого». Він також виграв обід на верхівці сітлівської вежі Спейс-Нідл, завчивши та дослівно переказавши Нагірну проповідь на конкурсі, влаштованому їхнім пастором.⁶²⁷

Восени 1967 року, коли Гейтсу майже виповнилося дванадцять, а на вигляд йому було не більше дев'яти, його батьки збагнули, що в приватній школі йому буде краще. «Коли він був готовий іти до середньої школи, ми почали дуже за нього непокоїтися, — згадував його батько. — Він був такий маленький та сором'язливий, так потребував захисту, а його зацікавлення надто відрізнялися від захоплень типових шестикласників».⁶²⁸ Вони обрали Лейксайд, яка завдяки старому цегляному кампусу нагадувала підготовчі школи Нової Англії та опікувалася синами (а незабаром і дочками) ділового та професійного істеблішменту Сіетла.

* Нерд (англ. nerd) — сленгове образливе прізвисько людини, яка дуже захоплена наукою або чимось, що вважається нудним у поп-культурі. Зазвичай нерд не бере участь у спортивних заходах і тримається осторонь від однолітків. Нерд не вміє жити в суспільстві нормальних людей, а спілкується переважно з такими ж одержимими наукою чи технологією, як він сам. — Прим. ред.

Через кілька місяців після вступу Ґейтса до школи Лейксайд його життя кардинально змінилося внаслідок появи в маленькій кімнаті на нижньому поверсі природознавчо-математичного корпусу комп'ютерного терміналу. Насправді то був не справжній комп'ютер, а телетайповий термінал, зв'язаний телефонною лінією із часорозподіленою комп'ютерною системою Mark-II виробництва General Electric. Клуб матерів школи Лейксайд на виручені з благодійного розпродажу 3 тис. доларів придбав право користуватися відрізком машинного часу системи за 4,8 долара за хвилину. Виявилося, що вони страшенно недооцінили популярність, а отже дороговизну, цієї жертви. Коли у сьомому класі вчитель математики показав термінал Ґейтсу, той миттєво на нього підсів. «Того першого дня я знав більше за нього, — пригадував учитель, — але лише того першого дня».⁶²⁹

Ґейтс почав відвідувати комп'ютерну кімнату за першої-ліпшої нагоди, щоденно, з купкою затятих друзів. «Ми поринали у власний світ», — пригадував він. Комп'ютерний термінал став для нього тим, чим іграшковий компас став для юного Ейнштейна: об'єктом, що заворожив його та пробудив у ньому найпотаємніші та найпристрасніші захоплення. Пізніше, коли Ґейтс намагався пояснити, за що саме він полюбив комп'ютери, він сказав, що причиною була проста краса їхньої логічної чіткості, яку він культивував у власному способі мислення. «Коли користуєшся комп'ютером, не можна використовувати розпливчасті формулювання. Допустимі лише точні формулювання».⁶³⁰

Той комп'ютер використовував мову BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code — універсальний код символічних інструкцій для початківців), розроблену кількома роками раніше у Дартмутському коледжі для того, щоб не-інженери мали можливість писати програми. Жоден із викладачів школи Лейксайд не знав мови BASIC, а от Ґейтс та його друзі буквально проковтнули 42-сторінковий посібник і стали справжніми чарівниками. Незабаром вони перейшли до вивчення складніших мов на зразок Fortran та COBOL, проте мова BASIC так і лишилася Ґейтсовим першим коханням. Ще в середній школі він написав програми для гри у хрестики-нулики та переведення чисел із одних систем числення у інші.

Коли Ґейтс зустрів у комп'ютерній кімнаті школи Лейксайд Пола Аллена, той був на два роки старший за нього та більш зрілий фізично (в нього навіть росли баки).

Високий та товариський, він не був типовим ботаном. Ґейтс його відразу ж приємно здивував і причарував. «Я побачив довготелесого, веснянкуватого восьмикласника, який із нервовою енергійністю продирався руками і ногами крізь натовп навколо терміналу, — пригадував Аллен. — Його біляве волосся розвивалося в усі боки». Двоє хлопців зійшлися та часто допізна засиджувались у комп'ютерній кімнаті. «Він був справжнім

змагальником, — говорив Аллен про Гейтса. — Він усім прагнув продемонструвати, наскільки він розумний. І він був дуже, дуже наполегливий». ⁶³¹

Якось Аллен, який походив зі значно скромнішої родини (його батько був бібліотечним адміністратором в Університеті штату Вашингтон), завітав до Гейтса додому та був приголомшений. «Його батьки виписували *Fortune*, і Білл читав його від початку до кінця». Коли Гейтс запитав його, що він думає про керування великою компанією, Аллен сказав, що й гадки про це не має. «Можливо, одного дня в нас буде власна компанія», — проголосив Гейтс. ⁶³²

Чим вони відрізнялися, так це сфокусованістю. Алленові думки витали поміж великої кількості ідей та пристрастей, а Гейтс, навпаки, був одержимий послідовністю. «Якщо мені було цікаво вивчати все, що впадало у вічі, то Білл фокусувався на одному завданні за раз і дотримувався суворої дисципліни, — казав Аллен. — Це було особливо помітно, коли він програмував: сидів із затиснутим у зубах маркером, притупував ногою та хитався з боку в бік, глухий до будь-чого, що могло б його відволікти». ⁶³³

Із першого погляду Гейтс міг здатися одночасно нердом та халамидником. Він повадився дуже зухвало навіть із викладачами, а коли злився, влаштовував істерики. Він був генієм, знав це та хизувався цим. «Це нісенітниця», — невимушено говорив він як однокласникам, так і вчителям. Він міг висловитися навіть образливіше, назвавши щось «найдурнішим, що я чув у своєму житті» чи «цілковитим ідіотизмом». Якось Гейтс підняв на сміх однокласника, який задовго над чимось розмірковував, змусивши популярного хлопця, що сидів перед ним, обернутися, схопити його за шкідарки та пригрозити натовкати пику. Довелося втручатися вчителю.

Але для тих, хто добре його знав, Гейтс був не просто нердом чи халамидником. Напружений та кмітливий, він також мав почуття гумору, любив пригоди, йшов на фізичний ризик та любив організовувати різні заходи. У шістнадцять йому купили новий червоний *Mustang* (із яким він не розлучився навіть сорок років по тому і досі тримає у гаражі свого маєтку), і він влаштовував із друзями швидкісні розважальні заїзди. Він також брав друзів до замиського будинку на каналі Гуда, де катався на водних лижах, тримаючись за прив'язаний до моторного човна трьохсотметровий канат. Гейтс вивчив напам'ять класичне оповідання Джеймса Тьорбера «Ніч, коли обрушилося ліжко» для студентської вистави та брав участь у постановці п'єси Пітера Шеффера «Чорна комедія». Приблизно тоді ж він почав невимушено повідомляти усім, хто його оточував, що заробить мільйон доларів ще до того, як йому виповниться тридцять. Гейтс страшенно себе недооцінив: у 30 років його статок становитиме 350 млн доларів.

Лейксайдська група з програмування

Восени 1968 року, коли Ґейтс саме закінчив сьомий клас, вони з Алленом сформували Лейксайдську групу з програмування. Почасти то була гіківська варіація на тему підліткової банди. «За своєю суттю Лейксайдська група з програмування була хлопчачим клубом із духом суперництва та тестостероном, що витали в повітрі», — згадував Аллен. Але вона швидко трансформувалася у прибутковий бізнес, причому дуже конкурентний. «Я був локомотивом, — проголошував Ґейтс. — Я був тим хлопцем, який сказав: „Давайте зателефонуємо реальному світу та спробуємо щось йому продати“». ⁶³⁴ Як пізніше дещо роздратовано відзначав Аллен, «хоча всі ми прагнули продемонструвати свої здобутки, найбільш зятим та суперницьким, безперечно, був Білл». ⁶³⁵

До складу Лейксайдської групи з програмування входили ще два завсідники шкільної комп'ютерної кімнати. Рік Вейланд, син інженера компанії Boeing, який разом із Алленом вчився у десятому класі, був прислужником у місцевій лютеранській церкві. Через два роки він у своєму підвалі збудував власний перший комп'ютер. На вигляд він дуже відрізнявся від інших одержимих, які ошивалися в комп'ютерній кімнаті. Вражаюче ставний, із квадратним підборіддям, високий та мускулистий, він поступово примирявся з тим, що був геєм, і це було дуже складно визнати відкрито в консервативній школі в 1960-х роках.

Іншим їхнім партнером був Кент Еванс, який вчився у восьмому класі разом із Ґейтсом. Син священника-унітарія, він був товариським та надзвичайно доброзичливим, з викривленою, проте чарівною усмішкою, що була результатом усунутої хірургічним шляхом вродженої вовчої пащі.

Кент Еванс був абсолютно безстрашним та розкутим, і байдуже, чи то він обдзвонював «у холодну» дорослих керівників, чи то видирався на прямовисні скелі. Саме він вигадав називатися Лейксайдською групою з програмування для одержання безкоштовних матеріалів від компаній, що розміщували рекламу в журналах про електроніку. Він також любив бізнес, і вони з Ґейтсом разом прочитували кожний номер журналу Fortune. Він став Ґейтсовим найкращим другом. «Ми збиралися завоювати світ, — згадував Ґейтс. — Ми постійно і без упину розмовляли по телефону. Я досі пам'ятаю його номер». ⁶³⁶

Свою першу роботу Лейксайдська група з програмування отримала восени того-таки 1968 року. Кілька інженерів із Університету штату Вашингтон створили невеличку компанію з надання розподіленого машинного часу. Вона розмістилася у покинутому автосалоні Buick та отримала назву Computer Center Corporation (CCC) та прізвисько «Сі в кубі». Вони придбали PDP-10 виробництва DEC — універсальний мейнфрейм, якому судилося

стати робочою конячкою індустрії часорозподіленого спільного використання комп'ютерів, що стрімко розвивалася, та улюбленою машиною Ґейтса — плануючи продавати його машинний час клієнтам на зразок Buick, що під'єднувалися б за допомогою телетайпних та телефонних ліній. Одним із компаньонів Computer Center Corporation була мати учня зі школи Лейксайда, і вона звернулася до Ґейтсової ватаги з пропозицією, що нагадувала запитування ватаги третьокласників, чи не погодяться ті, бува, попрацювати дегустаторами на кондитерській фабриці. Їхнім завданням було навантажувати новий PDP-10 так сильно та так довго, як їм хотілося би, програмуючи його та бавлячись із ним ночами та вихідними днями, щоб з'ясувати, як можна змусити його «впасти». Computer Center Corporation уклала з DEC угоду, згідно з якою вона не сплачувала останній орендну плату за користування машиною доти, доки та не стане відлагодженою та стабільною. DEC явно не очікувала, що її комп'ютер тестуватимуть жваві хлопці з Лейксайдської групи з програмування, які ледь досягли статевої зрілості.

Було два правила: якщо їм вдавалося «покласти» машину, вони були зобов'язані детально описати, що саме вони зробили, і вони не повинні були повторювати цей трюк, аж доки їм не скажуть це зробити. «Вони запустили нас шукати баґи, наче ми були якимись мавпами, — пригадував Ґейтс. — Тож ми доводили машину до межі за допомогою тотального брутфорсу*». PDP-10 мав три магнітні котушки, і Лейксайдські хлопчачки змушували їх крутитися одночасно, а потім намагалися «покласти» систему, запускаючи одразу майже десяток програм, щоб зайняти якомога більше пам'яті. «То було дуже тупо», — згадував Ґейтс.⁶³⁷ В обмін на влаштовану мейнфрейму прочуханку хлопці отримали можливість досхочу використовувати його для написання власних програм. Вони створили комп'ютерну версію гри «Монополія» з генераторами випадкових чисел для кидання кубиків, а Ґейтс реалізував своє захоплення Наполеоном (який також був видатним математиком), вистругавши складну воєнну гру. «У ній були армії, якими треба було вести війни, — пояснював Аллен. — Програма все розросталася і розросталася, і зрештою, якщо її повністю розтягнути, вона являла собою метрів п'ятнадцять телетайпного паперу».⁶³⁸

Хлопці їхали до ССС автобусом і проводили вечори та вікенди, сидячи навпочіпки перед терміналом. «Я буквально підсів, — вихвалявся Ґейтс. — Я там днював і ночував». Вони програмували, доки не починали помирати з голоду, а тоді йшли через дорогу до закладу Morning town Pizza, де тусувалися хіпі. Ґейтс став по-справжньому одержимий. Його кімната була усяяна одягом та телетайпними роздруківками. Батьки спробували запровадити

* Метод розв'язування задач шляхом цілковитого перебору всіх можливих варіантів. За великої розмірності задачі стає недоцільним. — *Прим. пер.*

комендантську годину, проте це не допомогло. «Трійка настільки втягнувся, — пригадував його батько, — що після того, як ми засинали, крадькома тікав через двері підвалу та проводив більшу частину ночі там». ⁶³⁹

Виконавчою особою Computer Center Corporation, яка стала їхнім ментором, був не хто інший, як Стів «Ледащо» Рассел, творчий та іронічний програміст, який під час навчання у MIT створив Spacewar. Естафету було передано наступному поколінню хакерів. «Біл та Пол отримували таке задоволення від „покладання“ машини, що мені доводилося повсякчас їм нагадувати, що вони не повинні повторювати це, доки ми їм не скажемо», — розповідав Рассел. ⁶⁴⁰ Також він згадував, що «коли я заглядав до них, мені ставили одне-два-п'ять питань, і мою природною реакцією було давати на них детальні відповіді». ⁶⁴¹ Особливо Рассела вражала здатність Ґейтса пов'язувати різні типи помилок із конкретними програмістами у штаб-квартирі DEC. Типовий звіт про знайдений баг у виконанні Ґейтса звучав так: «Ну, проблема в оцьому рядку коду містера Фаболі; він знову припустився тієї самої помилки, не перевіривши семафор при зміні статусу. Достатньо просто вставити оцей рядок сюди, і проблему буде вирішено». ⁶⁴²

Ґейтс та Аллен почали оцінювати як слід важливість операційної системи комп'ютера, яка була для нього своєрідною нервовою системою. Як пояснював Аллен, «вона виконує логістичну роботу, що дозволяє центральному процесору виконувати обчислення: перемикатися з програми на програму, виділяти файлам місце в пам'яті, переміщувати дані з та до модемів, дискових накопичувачів та принтерів». Операційна програмна система для PDP-10 називалася TOPS-10, і Рассел дозволив Ґейтсу та Аллену читати (але не забирати додому) інструкції до неї. Подеколи вони сиділи до світанку, проковтуючи їх.

Ґейтс збагнув: щоб сповна зрозуміти операційну систему, необхідно одержати доступ до вихідного коду, яким користувалися програмісти, щоб визначити кожну виконувану дію. Проте головні інженери тримали вихідний код у цілковитій таємниці, і для хлопців зі школи Лейксайд він був недоступний.

Це робило його ще більше схожим на Святий Грааль. Одного вікенду вони виявили, що роздруківки з доробком програмістів викинули у величезний контейнер для сміття позаду будівлі компанії. Тож Аллен склав долоні, щоб підсадити Ґейтса — «Він не міг важити більше п'ятдесяти кілограмів», — пригадував Аллен, — і той пірнув у контейнер, щоб серед залишків меленої кави та всілякого сміття знайти стосики заплямованих та зім'ятих складених гармошкою роздруківок. «Ми віднесли ту дорогоцінну купу до термінальної кімнати та годинами їх вивчали, — розповідав Аллен. — У мене не було розетського каменя як підказки і розумів я щонайбільше один-два рядки з десяти, проте елегантність того ґрунтовно виписаного коду все одно вражала».

Ця знахідка змусила Гейтса та Аллена копнути ще глибше. Щоб досягнути архітектуру операційної системи, необхідно було оволодіти асемблерним кодом, тобто базовими командами — «Завантажити Б. Додати В. Зберегти результат до А», — щоб безпосередньо спілкувалися з апаратним забезпеченням машини. Аллен пригадував: «Побачивши мою цікавість, Стів Рассел відвів мене вбік, дав мені обгорнутий глясовим пластиком посібник з асемблера та сказав: „Тобі потрібно прочитати оце“». ⁶⁴³ Коли хлопці читали посібники, вони інколи заходили в глухий кут. У таких випадках Рассел давав їм інший посібник і говорив: «Тепер саме час прочитати оце». Через деякий час вони оволоділи як складними, так і простими речами, що здатні зробити операційну систему такою ефективною та граційною.

Коли програмне забезпечення DEC врешті-решт було визнано стабільним, Лейксайдські хлопчачки втратили право безкоштовно використовувати PDP-10. «По суті, вони сказали: „А тепер, мавпочки, додому“», — казав Гейтс. ⁶⁴⁴ Їм на допомогу, принаймні частково, прийшов Клуб матерів школи Лейксайд, який оплатив персональні рахунки хлопчиків, але з ними були пов'язані часові та грошові ліміти. Гейтс та Аллен розуміли, що нізащо не зможуть прожити з лімітами, тож спробували перемогти систему, заволодавши паролем адміністратора, зламавши внутрішній обліковий файл системи та розшифрувавши кодування. Це дало їм можливість користуватися безкоштовними рахунками. Проте їх викрили ще до того, як вони встигли накоїти лиха: їхній вчитель математики знайшов у них сувій телетайпного паперу з усіма номерами рахунків та паролями. Справа дійшла до найвищих ешелонів CCC та DEC, і до школи для зустрічі у кабінеті директора завітала розлючена делегація. Гейтс та Аллен стояли, повісивши носи та вдаючи глибоке каяття, але це не подіяло. Їх відлучили від користування системою до кінця семестру і впродовж усього літа.

«На якийсь час я покинув комп'ютери та спробував бути нормальним, — розповідав Гейтс. — Я вирішив довести, що зможу отримати з усіх предметів найвищі оцінки, навіть якщо не забиратиму додому підручники. Натомість я читав біографії Наполеона та романи на зразок „Ловець у житі“». ⁶⁴⁵

Лейксайдська група з програмування призупинила роботу майже на рік. Але восени 1970 року школа почала купувати машинний час на PDP-10 у компанії з Портленда, штат Орегон, що називалася Information Sciences, Inc. (ISI). Ціна була висока — 15 доларів за годину. Гейтс із друзями швидко навчилися зламувати PDP-10 та працювати безкоштовно, але їх знову спіймали. Тож вони змінили підхід: надіслали ISI лист із пропозицією своїх послуг в обмін на безкоштовний машинний час.

Виконавчі особи ISI вагалися, тож четвірка вирушила до Портленда, прихопивши з собою роздруківки та програмні коди, щоб довести свою

кваліфікацію. «Ми розповіли про свій досвід та подали резюме», — пригадував Аллен. Гейтс, якому щойно виповнилося шістнадцять, написав своє олівцем на аркуші в лінійку з блокнота. Їм дали завдання написати зарплатну програму, що видавала б чеки з правильними сумами після всіх вирахувань та податків.⁶⁴⁶

Саме тоді стосунки між Гейтсом та Алленом дали перші тріщини. Програма мала бути написана не на BASIC (улюбленій мові Гейтса), а на COBOL — складнішій мові, розробленій Грейс Гоппер та її колегами у ролі стандарту для бізнесу. Рік Вейланд знав COBOL та написав програмний редактор для системи ISI, яким Аллен швидко оволодів. Тоді двоє старших хлопців дійшли висновку, що Гейтс та Кент Еванс їм не потрібні. «Пол і Рік вирішили, що роботи на всіх не вистачить, і сказали: „Хлопці, ми й без вас обійдемося“, — пригадував Гейтс. — Вони вважали, що самі все зроблять і отримають машинний час».⁶⁴⁷

Гейтс пішов із команди на шість тижнів, упродовж яких читав книжки з алгебри та уникав Алена з Вейландом. «А тоді Пол та Рік збагнули: „Трясця, в нас біда“», — розповідав Гейтс. Та програма вимагала не лише навиків кодування, а й когось, хто міг би розібратися з відрахуваннями на соціальне страхування, федеральними податками та страхуванням із боку штату на випадок безробіття. «І тоді вони такі кажуть: „Гей, у нас проблеми з цією штукаю, може, повернетесь та допоможете?“». Саме тоді Гейтс продемонстрував силу, що визначатиме усі їхні з Алленом подальші стосунки. Ось як це описував Гейтс: «І тоді я сказав: „Гаразд. Але головним буду я. І я звикну бути головним, тож відтепер зі мною буде дуже важко мати справу, якщо головним буду не я. Якщо ви зараз робите мене головним, то я буду головним у цій і будь-яких інших справах, які ми робитимемо“».⁶⁴⁸

Відтоді він був головним. Повернувшись до колективу, Гейтс наполіг на перетворенні Лейксайдської групи з програмування на легальне співтовариство шляхом укладання складеної з допомогою його батька угоди. І хоча зазвичай співтовариства не мають президентів, Гейтс почав називати себе саме так. Йому, нагадуємо, було шістнадцять. Після цього він розподілив зароблений ними обсяг машинного часу, еквівалентний 18 тис. доларів, при цьому реально обділивши Аллена. «Я виділив 4/11 собі, 4/11 Кенту, 2/11 Ріку та 1/11 Полу, — пригадував Гейтс. — Хлопці зустріли мою ідею ділити на 11 частин із подивом. Але я розмірковував просто: Пол був настільки ледачий, що так ніколи толком нічого й не зробив, тож між ними з Ріком має бути різниця у два рази, а Рік робив більш ніж удвічі менше, ніж ми з Кентом».⁶⁴⁹

Також спершу Гейтс хотів виділити собі трохи більше часу, ніж Евансу. «Проте Кент у житті мені цього не подарував би». Еванс кумекав у бізнесових питаннях не гірше за Гейтса. Коли зарплатну програму було завершено, Еванс зробив такий запис у своєму щоденнику, який вів дуже ретельно:

«У вівторок ми їдемо до Портленда здавати програму та, за їхніми словами, „виробляти угоду про майбутню роботу“. Досі ми робили це заради навчального досвіду та великих обсягів дорогого машинного часу. Але тепер ми хочемо ще й грошових виплат».⁶⁵⁰ Переговори видалися напруженими, і деякий час представники ISI намагалися зменшити обсяги надаваного групі машинного часу під приводом браку документації. Але завдяки написаному Ґейтсовим батьком листу суперечку було вирішено, і сторони уклали нову угоду.

Восени 1971 року, коли Ґейтс перейшов до передостаннього класу, школа Лейксайд об'єдналася зі школою для дівчат. Це спричинило жахіття із розкладом занять, тож адміністратори шкіл попросили Ґейтса та Еванса написати програму для вирішення цієї проблеми. Ґейтс знав, що шкільний розклад містить безліч змінних — обов'язкові предмети, графіки роботи вчителів, наявні класні кімнати, класи відмінників, факультативні предмети, плаваючий розклад, здвоєні лабораторні роботи, — які робили завдання страшенно складним, тож він відмовився. Натомість виклик прийняв один із вчителів, якому Ґейтс та Еванс давали уроки програмування. Але того січня, все ще не закінчивши програму, вчитель загинув внаслідок аварії легкомоторного літака. Ґейтс та Еванс погодилися продовжити його справу. Вони годинами сиділи в комп'ютерній кімнаті, часто прямо там і ночували, оскільки намагалися з нуля написати нову програму. Настав травень, а вони все ще билися над програмою, яка мала бути готова до початку наступного навчального року.

Саме тоді Еванс, попри цілковите виснаження, поїхав на давно заплановану альпіністську екскурсію. Він не був атлетом. «Записатися на ті альпіністські курси було зовсім на нього не схоже, — пригадував Ґейтс. — Вважаю, він хотів себе випробувати». Батько Еванса знав, наскільки його син виснажений, тому благав його скасувати поїздку: «Коли ми востаннє розмовляли, я намагався переконати його не їхати, проте він вважав своїм обов'язком завершувати розпочате». Група навчалася страхуватися на одному з більш-менш пологих схилів, аж раптом Еванс перечебився. Він спробував підвестися, але прокотився близько двохсот метрів снігом та льодовиком, інстинктивно закрившись руками замість того, щоб широко їх розставити, як слід було зробити. Він кілька разів вдарився головою об каміння та помер на борту гвинтокрила, що прилетів забрати його до лікарні.

Директор школи Лейксайд зателефонував до будинку Ґейтсів, і батьки покликали Білла до своєї спальні, де повідомили новину.* Відспівував Еванс вчитель живопису зі школи Лейксайд, Роберт Фулгум, який, як і Евансів

* Досягши успіху, Ґейтс та Аллен пожертвували школі Лейксайд кошти на новий природознавчий корпус, лекторій якого було названо на честь Кента Еванса.

батько, був священником-унітарієм, а пізніше став популярним письменником; його перу належить, зокрема, бестселер «Всього, що мені потрібно знати, я навчився ще в дитсадку». «Я ніколи не думав про те, що люди помирають, — казав Ґейтс. — Я мав виступити на поминальній службі, проте не зміг підвестися. Два тижні я взагалі нічого не міг робити». Після того він багато часу провів із Кентовими батьками. «Кент був окрасою їхнього життя». ⁶⁵¹

Ґейтс зателефонував Полу Аллену, який саме закінчив перший курс в Університеті штату Вашингтон, і попросив його повернутися до Сіетла та допомогти із написанням програми для складання розкладу. «Я планував зробити її разом із Кентом, — сказав йому Ґейтс. — Мені потрібна допомога». Він почувався зле. «Білл не виходив із депресії кілька тижнів», — пригадував Аллен. ⁶⁵² Того літа 1972 року вони притягли до кампусу розкладачки та, як за старих добрих часів, провели безліч ночей у комп'ютерній кімнаті в компанії з PDP-10. Завдяки гострому розуму Ґейтс зумів вирішити складну головоломку: він розбив її на маленькі задачі-складники, які можна було розв'язувати послідовно. Він також записався на уроки історії у групу з найкрасивішими дівчатами та лише одним хлопцем («справжнісіньким скиглієм») та влаштував так, щоб у його товаришів-старшокласників друга половина вівторка була вільна. Вони замовили собі футболки, на яких спереду красувалися зображення пивного келиха та напис «Вівторковий клуб». ⁶⁵³

Того літа Ґейтса та Аллена зачарував новий мікропроцесор 8008 виробництва Intel, потужний наступник їхнього «комп'ютера на чіпі» моделі 4004. Присвячена йому стаття у Electronics Magazine настільки їх захопила, що навіть багато років по тому Ґейтс пам'ятав номер сторінки, на якій вона розміщувалася. Якщо чіп насправді може працювати як комп'ютер та бути запрограмованим, запитував Аллен Ґейтса, чому б не написати для нього мову програмування, а саме нову версію BASIC? Аллен стверджував, що якщо їм вдасться це повернути, «комп'ютери зможуть купувати звичайні люди для своїх офісів та навіть домівок». Ґейтс вважав, що 8008 не потягне цього. «Він працюватиме повільно, як черепаха, це буде жалюгідне видовище, — відповідав він. — Сам по собі BASIC вже займе майже всю його пам'ять. Необхідної потужності банально немає». Аллен збагнув, що Ґейтс має рацію, тож вони домовилися почекати ще рік-два, аж доки, згідно з законом Мура, не з'явиться вдвічі потужніший мікропроцесор. Параметри їхнього партнерства окреслювались усе чіткіше. «Я був генератором ідей, який вигадував абсолютно фантастичні речі, — пояснював Аллен. — Білл слухав та опонував мені, а потім зосереджувався на моїх найкращих ідеях, щоб допомогти втілити їх у життя. Зрозуміло, наші стосунки були напруженими, але здебільшого вони також були продуктивними». ⁶⁵⁴

Ґейтс уклав контракт на аналіз закономірностей руху транспорту з компанією, яка підраховувала, скільки машин проїжджає розкладеними поперек доріг гумовими трубками. Вони з Аленом вирішили створити вузько-спеціалізований комп'ютер для обробки вихідних даних. Ґейтс обрав для їхнього нового проекту назву Traf-O-Data, зайвий раз проявивши недолугість свого смаку. Вони відправилися до найближчого магазину електроніки мережі Hamilton Avnet та дуже урочисто виклали 360 доларів готівкою за один чіп 8008. Аллен барвисто описував, як це було: «Продавець вручив нам картонну коробочку, яку ми відкрили прямо на місці, щоб вперше на власні очі побачити мікропроцесор. Там, загорнутий у алюмінієву фольгу та встромлений у невеличкий шматок непровідної чорної гуми, лежав тонкий прямокутник десь два з половиною сантиметра завдовжки. Для двох хлопців, чії роки становлення пройшли в оточенні масивних мейнфреймів, то було справжнє чудо». «Забагато грошей за таку крихітну штуку», — сказав продавцю Ґейтс, проте вони з Аленом були страшенно вражені, бо розуміли, що цей маленький чіп містив мізки цілого комп'ютера. «Присутнім здавалося дивовижним, що такі хлопчачки можуть сюди зайти та придбати 8008, — пригадував Ґейтс. — А ми, коли розгортали фольгу, страшенно боялися зламати цю штукенцію».⁶⁵⁵

Для написання програм, що працювали б на 8008, Аллен розробив спосіб емулювати роботу мікропроцесора на мейнфреймовому комп'ютері. Пізніше він пояснював, що це «було відображенням поширеного в технологічних колах трюїзму, що брав початок із теорій, сформульованих Аланом Тюрінгом ще у 1930-ті роки: будь-який комп'ютер можна запрограмувати так, щоб він себе поводив як будь-який інший комп'ютер». Крім того, як пояснював все той же Аллен, це алхімічне досягнення довело істинність іще одного твердження, яке склало основу їхнього з Ґейтсом внеску у комп'ютерну революцію: «Програми б'ють „залізо“».⁶⁵⁶

Зважаючи на їхнє благоговіння перед програмами та нехтування апаратним забезпеченням, немає нічого дивного в тому, що Ґейтс та Аллен зуміли написати для запропонованого ними табулятора руху якісну програму, проте так і не зуміли змусити нормально працювати його апаратні компоненти, передусім механізм, який мав зчитувати дані про рух із котушок. Якось, коли вони вирішили, що все працює як слід, до будинку Ґейтсів завітав офіційний представник інженерно-технічного управління Сіетла. Та коли трійця влаштувалася у вітальні, боги демопоказів, схоже, вирішили взяти реванш, оскільки стрічозчитувач вперто відмовлявся працювати, змусивши Ґейтса збігати за матір'ю. «Скажи йому, мамо! — благав він. — Скажи йому, що вчора ввечері все працювало!»⁶⁵⁷

Під час останнього семестру останнього року навчання Ґейтса у школі Лейк-сайд, навесні 1973 року, їх із Аленом найняло Бонневільське управління

енергетики, що по всій країні полювало на експертів із PDP-10, які могли б допомогти запрограмувати їхню систему керування електромережею. Гейтс із батьками поспілкувалися з директором школи Лейксайд, який погодився, що від цієї роботи буде більше освітнього зиску, ніж від відвідування занять упродовж останнього шкільного семестру. Аллен мав таку саму думку про семестр в Університеті штату Вашингтон: «То був шанс знову працювати разом на PDP-10, та ще й за гроші!». Вони завантажилися в Гейтсів кабриолет Mustang, менш ніж за дві години проїхали 265 кілометрів на південь від Сіетла до Бонневільського центру керування та зняли дешеве помешкання на двох.

Їхні робочі місця розташовувалися у підземному бункері на протилежному від Портленда березі річки Колумбія. «Там була така величезна зала керування, що вражала більше, ніж всі побачені мною телесеріали», — пригадував Гейтс. Їхні з Алленом сеанси безперервного програмування тривали по дванадцять і більше годин. «Щойно Білл відчував, що починає вирубатися, він хапав банку розчинного напою Tang, насипав на руку трохи порошку та злизував його, щоб підживитися чистим цукром, — пригадував Аллен. — Того літа його долоні мали хронічний помаранчевий відтінок». Подеколи після дводенного робочого чаду вони, за висловом Гейтса, «відсипалися», вирубаючись годин на вісімнадцять. «Ми влаштовували змагання, — згадував Гейтс, — хто зможе пробути в приміщенні, наприклад, три дні поспіль, чотири дні поспіль. Можливо, хтось манірніший скаже: „Йдіть додому та прийміть ванну“. Ми ж просто схибнулися на написанні коду».⁶⁵⁸

Зрідка Гейтс робив перерву для екстремального катання на водних лижах, у тому числі стартуючи з трамплінів для стрибків у воду, після чого повертався до бункера та знову брався за програмування. Вони з Алленом ладнали гарно, за винятком випадків, коли у грі в шахи методичний стиль останнього брав гору над безрозсуднішим та агресивнішим Гейтсовим підходом. «Одного разу, коли я його переміг, він так розізлився, що змахнув фігури на підлогу, — розповідав Аллен. — Коли таке повторилося ще кілька разів, ми просто припинили грати».⁶⁵⁹

На останньому році навчання у школі Гейтс подав документи лише до трьох коледжів — Гарвардського, Єльського та Принстонського, — і до кожного з них застосовував свій підхід. «Я був природженим подавачем документів у коледжі», — хизувався він. У Єлі він удавав із себе честолюбного політика та особливо підкреслював місячну інтернатуру в Конгресі. У Принстоні він сфокусувався лише на прагненні бути комп'ютерним інженером. А в Гарварді сказав, що його найбільша пристрасть — математика. Він також розглядав варіант МІТ, але останньої миті забив на співбесіду заради гри у пінбол. Його прийняли до всіх трьох коледжів, і він обрав Гарвард.⁶⁶⁰

— Май на увазі, Білле, — попереджав його Аллен, — як потрапиш до Гарварду, обов'язково зустрінеш значно кращих математиків, ніж ти.

— Нізачо, — відповідав Ґейтс. — Нізачо в житті!

— Побачиш, — сказав Аллен.⁶⁶¹

Ґейтс у Гарварді

Коли Ґейтса запитали, яким сусідам по кімнаті він надає перевагу, він попросив афроамериканця та іноземного студента. Його поселили у Вігглсворт-Холлі — гуртожитку для першокурсників на Гарвард-Ярді в одній кімнаті з Семом Цнаймером, закоханим у науку вихідцем із родини бідних біженців-євреїв, що тепер жили в Монреалі, та Джимом Дженкінзом, чорношкірим студентом із Чаттануги. Цнаймер, який ще ніколи не зустрічав привілейованих WASP'ів (white Anglo-Saxon protestant, білий англосакс-протестант), вважав Ґейтса надзвичайно дружнім, а його навчальні звички — таємничо чарівними. «Для нього було звичною річчю працювати 36 чи більше годин поспіль, потім звалитися спати на десять годин, тоді піти поїсти піцу і знову засісти за роботу, — згадував він. — І якщо це означало, що починати працювати треба о третій ночі, то нехай і так».⁶⁶² Він захоплювався Ґейтсовою здатністю впродовж кількох ночей поспіль заповнювати федеральні та штатні податкові декларації на прибутки Traf-O-Data. Коли Ґейтс поринав у роботу, він починав хитатися вперед-назад. А опісля тягнув за собою Цнаймера, щоб цілковито віддатися грі в Pong на встановленому в кімнаті для відпочинку гуртожитку відеоігровому автоматі Atari чи у Spacemar у комп'ютерній лабораторії Гарварду.

Комп'ютерну лабораторію було названо на честь Говарда Ейкена, який винайшов Mark I та разом із Ґрейс Гоппер працював на ньому в роки Другої світової війни. Там стояла улюблена Ґейтсова машина: PDP-10 виробництва DEC, виготовлена для використання військовими у В'єтнамі, але потім перенаправлена на допомогу фінансованим військовими дослідженням у Гарварді. Це було 1969 року, тож, щоб не спровокувати антивоєнні протести, її таємно доправили до лабораторії імені Ейкена рано-вранці у неділю. Роботу машини фінансувало Агентство з перспективних дослідницьких проєктів Міністерства оборони (на той час відоме як DARPA), але це замовчувалося, тож письмових вказівок про те, хто міг нею користуватися, не було. Також там було встановлено безліч комп'ютерів PDP-1, на яких можна було грати у Spacemar. У рамках свого комп'ютерного проєкту на першому курсі Ґейтс зв'язав PDP-10 із PDP-1, створивши відеогру у бейсбол. «Логіка програми розміщувалася на PDP-10, далі дані передавалися на PDP-1, оскільки потрібен був такий самий дисплей, як для Spacemar — графічний дисплей, якого нині годі й шукати», — пояснював він.⁶⁶³

Гейтс допізна писав алгоритм керування відскоком м'яча та кутом підбігання польових гравців. «Проекти, над якими він працював на першому курсі, не були комерційні — згадував Цнаймер. — Він виконував їх передусім з любові до комп'ютерів».⁶⁶⁴ Професор Томас Чітем, який завідував лабораторією, був про нього неоднозначної думки. «Він був із біса чудовим програмістом», — говорив він. Проте він також був «скалкою у дупі» та «нестерпною істотою... Він принижував людей, коли в тому не було потреби, і загалом був не з тих, із ким приємно бути поруч».⁶⁶⁵

Застереження Аллена про те, що Гейтс не буде найрозумніший на своєму курсі, справдилося. Був один першокурсник, який жив поверхом вище за Гейтса та був кращим математиком за нього — Енді Брейтермен із Балтимора. Вони ночами билися над наборами задач, поїдаючи піцу. «Білл був зайнятим», — пригадував Брейтермен, зазначаючи також, що той був «гарним резонером».⁶⁶⁶ Гейтс особливо безапеляційно наполягав на тому, що незбаром усі матимуть домашні комп'ютери, які можна буде використовувати для виведення на екран книжок та іншої інформації. Наступного року вони з Брейтерменом почали жити разом.

Гейтс вирішив спеціалізуватися не на чистій математиці, а на прикладній, і йому вдалося залишити в цій сфері невеличкий слід. У рамках курсу, який читав комп'ютерознавець Гері Льюїс, Гейтс познайомився з такою класичною задачею:

Шеф-кухар нашого закладу страшенно недбалий, і коли він готує гірку млинців, усі вони виходять різного розміру. Тож коли я несу їх клієнту, то дорогою до його столика сортую їх (так, щоб найменший був угорі, а найбільший — унизу). Я беру декілька верхніх та перевертаю їх, а потім повторюю це (беру різну кількість млинців) стільки разів, скільки потрібно. Якщо є n млинців, то якої максимальної кількості перегортань (у вигляді функції $f(n)$ від n) мені вистачить, щоб гарантовано відсортувати їх?

Щоб розв'язати цю задачу, потрібен був якісний алгоритм, як і для будь-якої комп'ютерної програми. «Я сформулював цю задачу на занятті та пішов далі, — пригадував Льюїс. — Десять день чи два по тому цей розумник-другокурсник заходить до мене в кабінет та каже, що має алгоритм на п'ять третіх N ». Іншими словами, Гейтс знайшов спосіб сортування, виконавши по п'ять третіх перегортань на один млинець у гірці. «Алгоритм базувався на складному аналізі варіантів, який саме вигляд може мати конфігурація кількох верхніх млинців. То було дуже розумне рішення». Пізніше асистент професора Христос Пападімітріу опублікував розв'язання цієї задачі у науковій статті, написаній у співавторстві з Гейтсом.⁶⁶⁷

Улітку 1974 року, по закінченні першого курсу, Гейтс переконав Аллена переїхати в район Бостона та влаштуватися на роботу до Honeywell на вакансію, яку спершу запропонували самому Гейтсу. Аллен покинув Університет штату Вашингтон, приїхав на своєму Chrysler на Схід та закликав Гейтса також залишити навчання, адже, на його думку, вони пропустять комп'ютерну революцію. За піцою вони фантазували про створення власної компанії. «Як вважаєш, якби все пройшло гладко, наскільки великою могла б бути наша компанія?» — спитав якось Аллен, на що Гейтс відповів: «Думаю, ми змогли б довести її до тридцяти п'яти програмістів».⁶⁶⁸ Проте Гейтс був вимушений скоритися тиску батьків, які вимагали, щоб він, принаймні поки що, залишився в Гарварді.

Як багато хто з інноваторів, Гейтс був бунтарем заради бунтарства як такого. Він вирішив, що не відвідуватиме жодної лекції з предметів, на які записався, і слухатиме лекції лише з тих предметів, на які не записувався. Він дуже ретельно дотримувався цього правила. «На другому році навчання я відвідував заняття, що проводилися у той самий час, що й заняття з моїх курсів, щоб гарантовано не помилитися, — пригадував він. — Ось наскільки довершеним відступником я був».⁶⁶⁹

Він також із головою поринув у покер. Його улюбленим різновидом гри був семикартковий стад хай-лоу. За ніч у нього можна було виграти або програти тисячу чи навіть більше доларів. Гейтс, у якого IQ перевищував EQ (кофіцієнт емоційного інтелекту), значно краще обраховував шанси, ніж читав думки інших гравців. «Білл був мономаном*, — згадував Брейтермен. — Якщо вже він на чомусь зосереджувався, то кидав на це всі сили». У якийсь момент Гейтс навіть віддав Аллену свою чекову книжку, щоб убезпечити себе від розтринькування завеликих сум грошей, проте невдовзі забрав її назад. «Уроки блефу дуже дорого йому обходилися, — говорив Аллен. — Одного вечора він вигравав триста доларів, а наступного програвав вже шістсот. Тієї осені Білл програвав тисячі, але повсякчас переконував мене: „Я граю дедалі краще“».⁶⁷⁰

На випускному курсі з економіки він зустрів студента, який жив у тому ж гуртожитку, трохи далі коридором від його кімнати. На перший погляд Стів Балмер дуже відрізнявся від Гейтса. Великий, галасливий та товариський, він був із тих фанатів кампусної діяльності, які полюбляють вступати або очолювати відразу кілька організацій. Він був членом клубу «Пудинг нашвидкуруч», що писав та ставив музичні театральні вистави, та з ентузіазмом чірлідера працював менеджером університетської футбольної команди. Він був одночасно видавцем кампусного літературного журналу Advocate та

* Мономан — людина, що страждає мономанією — нав'язливою і надмірною захопленістю однією ідеєю чи суб'єктом. — *Прим. ред.*

менеджером із реклами в газеті *Crimson*. Стів навіть вступив до одного зі старих чоловічих клубів та переконав зробити те саме свого нового найкращого друга Гейтса, який назвав це «хімерним досвідом». Сполучною ланкою між ними була їхня гіперпалккість. Вони багато розмовляли, сперечалися та навчалися разом, хитаючись уперед-назад. Потім разом ішли в кіно. «Ми сходили на „Співаючи під дощем“ та „Механічний апельсин“, які об'єднує лише використання однієї пісні, — згадував Гейтс. — Так ми й стали найкращими друзями».⁶⁷¹

Гейтсове хаотичне життя у Гарварді раптово скінчилося в грудні 1974 року, посередині другого року навчання, коли Аллен з'явився у його кімнати у Кур'є-Хаусі зі свіжим номером *Popular Electronics* із *Altair* на обкладинці. Алленів бойовий клич «Поглянь-но, що відбувається без нас!» змусив Гейтса діяти.

BASIC для Altair

Гейтс та Аллен взялися за написання програмного забезпечення, яке надало б можливість любителям писати власні програми для *Altair*. Якщо точніше, вони вирішили написати інтерпретатор мови програмування BASIC, який працював би на встановленому на *Altair* мікропроцесорі 8080 виробництва Intel. Це зробило б BASIC першою комерційною вбудованою високорівневою мовою програмування для мікропроцесорів. І дало б старт індустрії програмного забезпечення для персональних комп'ютерів.

Взявши старий бланк із шапкою компанії *Traf-O-Data*, вони написали лист до MITS, новоспеченої компанії з Альбуркерке, яка виробляла *Altair*, у якому стверджували, що вже створили інтерпретатор BASIC, здатний працювати на 8080. «Ми зацікавлені в продажі копій цього програмного забезпечення любителям за вашого посередництва», — писали вони.⁶⁷² То було не зовсім правдою. Ніякого програмного забезпечення вони ще не написали. Але вони знали, що якщо MITS зацікавиться, вони відразу ж візьмуться за справу.

Не дочекавшись відповіді, вони вирішили зателефонувати. Гейтс запропонував зробити це Аллену, оскільки той був старший. «Ні, телефонувати маєш ти; в тебе ці штуки краще виходять», — заперечував Аллен. Зрештою вони дійшли компромісу: телефонуватиме Гейтс, який замаскує свій писклявий голос, але він назветься Полом Алленом, оскільки було зрозуміло, що якщо їм поталанить, до Альбуркерке полетить саме Пол. «У мене вже почала рости борода, і я принаймні виглядав дорослим, тоді як Білл усе ще міг зійти за десятикласника», — пригадував Аллен.⁶⁷³

Коли Ед Робертс взяв слухавку і хрипло спитав, хто це, Гейтс удавано низьким голосом відповів: «Це Пол Аллен із Бостона. Маємо майже закінчений

BASIC для Altair і хотіли б приїхати та показати його вам». Робертс відповів, що отримує багато таких дзвінків. Контракт отримає той, хто перший увійде в його двері в Альбукерке з робочим BASIC'ом. Гейтс повернувся до Аллена і вигукнув: «Господи, треба чимдуж ставати до роботи!».

Оскільки в них не було Altair, Аллен мав земулювати його роботу на гарвардському PDP-10 — таку саму тактику вони застосували для побудови своєї машини Traf-O-Data. Тож вони придбали інструкцію до процесора 8080, і вже за кілька тижнів в Аллена були готові емулятор та інший інструментарій для розробки.

Поки суд та діло, Гейтс гарячково писав код інтерпретатора BASIC у жовтих блокнотах у лінійку. Коли Аллен закінчив емулятор, Гейтс уже мав загальну структуру програми та значну частину коду. «У мене досі стоїть перед очима, як він то ходить, то хитається довго вперед-назад, а потім заходить-ся швидко-швидко писати щось у жовтому блокноті заплямованими цілою веселкою різнокольорових фломастерів пальцями, — пригадував Аллен. — Щойно мій емулятор був готовий і можна було використовувати PDP-10, Білл пересів за термінал та, хитаючись, став вдивлятися у свій блокнот. Потім він, дивно розставивши руки, стрімко надрукував порцію коду. І так по колу. І в такому режимі він міг працювати декілька годин поспіль».⁶⁷⁴

Одного вечора вони вечеряли у Гейтсовому гуртожитку, Кур'є-Хаусі, за одним столом з іншими ботанами-математиками та почали жалітися на те, що стикнулися із трудомісткою задачею написання математичних процедур обробки чисел із рухомою комою, які мали дати програмі можливість обробляти як дуже маленькі, так і дуже великі числа та числа у експоненційному форматі представлення*. «Я вже писав такі процедури», — озвався раптом кучерявий хлопець із Мілуокі на ім'я Монті Давидов.⁶⁷⁵ Як бачимо, у Гарварді бути гіком мало свої плюси. Гейтс та Аллен буквально засипали його запитаннями про його здатність впоратися з кодом для обробки операцій із рухомою комою. Впевнившись, що Монті знає, про що говорить, вони запросили його до Гейтсової кімнати та домовилися, що він працюватиме з ними за 400 доларів. Так він став третім членом команди і зрештою заробив набагато більше.

Гейтс закинув підготовку до іспитів та навіть припинив грати в покер. Упродовж восьми тижнів вони з Алленом та Давидовим днювали і ночували в університетській лабораторії імені Ейкена, де творили історію на фінансованому Міністерством оборони PDP-10. Час від часу вони робили перерву на обід у Harvard House of Pizza чи псевдополінезійському ресторані Aku Aku.

* Небажання Стіва Возняка братися за цю трудомістку задачу при написанні інтерпретатора BASIC для AppleII врешті-решт привело до того, що Apple буде вимушена придбати в Аллена та Гейтса ліцензію на використання їхнього BASIC'а.

Інколи під ранок Гейтс засинав прямо за терміналом. «Пишучи рядок коду, він повільно хилився вперед, аж доки його ніс не торкався клавіатури, — розповідав Аллен. — Продрімавши годину чи дві, він розплющував очі, підсліпувато шурився на екран, двічі кліпав очима та продовжував саме з того місця, де закінчив — дивовижний талант концентрації».

Вони постійно писали в блокнотах, подеколи навіть змагалися, хто напише процедуру, використавши найменшу кількість рядків. «Я можу зробити це дев'ятьма рядками», — кричав один із них, а інший кричав у відповідь: «А я — п'ятьма!». Як зазначав Аллен, «ми розуміли, що кожен зекономлений байт означатиме більше місця для користувачьких програм». Мета полягала в тому, щоб програма займала менш ніж чотири кілобайти пам'яті, якими оснащувався вдосконалений Altair, щоб залишити місце для використання споживачами (для порівняння, сьогодні 16-гігабайтний смартфон має в чотири мільйони разів більше пам'яті). Ночами вони розкладали роздруківки на підлозі та шукали способи зробити код елегантнішим, компактнішим та ефективнішим.⁶⁷⁶

Наприкінці лютого 1975 року, після восьми тижнів інтенсивного програмування, вони закінчили роботу, геніально вписавшись в 3,2 кілобайти. «Питання було не в тому, чи зможу я написати цю програму, а в тому, чи зможу я впхнути її в менш ніж 4 кілобайти та зробити надшвидкою, — згадував Гейтс. — То була найкрутіша з коли-небудь написаних мною програм».⁶⁷⁷ Гейтс востаннє перевірів її на помилки, а тоді скомандував PDP-10 у лабораторії імені Ейкена видрукувати її на перфострічці, яку Аллен міг би відвезти до Альбукерке.

Вже в літаку Аллен згадав, що не написав завантажувальника — послідовність команд, які вкажуть Altair, як завантажити інтерпретатор BASIC до своєї пам'яті. Літак саме заходив на посадку, коли Аллен схопив блокнот і написав двадцять один рядок використовуваним мікропроцесором Intel машинним кодом, кожен із яких був тризначним числом у вісімковій системі числення. Ще до виходу з терміналу він спітнів, оскільки був одягнений у костюм із синтетичного поліестрового мікрОВОлокна та знервовано шукав Еда Робертса. Зрештою він помітив щокотого 120-кілограмового чоловіка в джинсах та краватці-стрічечці, який сидів у пікапі. «Я очікував зустріти владного керівника з якоїсь передової підприємницької фірми на зразок скупчених вздовж 128-го шосе, високотехнологічного поясу навколо Бостона», — пригадував Аллен.

Світова штаб-квартира MITS також не відповідала очікуванням Аллена. Вона розташовувалася у дешевому придорожньому торговому центрі, і єдиний екземпляр Altair із достатнім для запуску BASIC обсягом пам'яті досі лише проходив тестування. Тож вони відклали випробовування програми до наступного ранку та відправилися до «буфету у мексиканському закладі

Pancho's, де ти отримував саме те, за що заплатив три долари», — розповідав Аллен. Робертс відвіз його до місцевого готелю Sheraton, де регістратор повідомив, що номер коштуватиме 50 доларів. То було на 10 доларів більше, ніж мав із собою Аллен, тож він розгублено подивився на Робертса, якому довелося платити за номер самому. «Думаю, я теж не відповідав його очікуванням», — згадував Аллен.⁶⁷⁸

Наступного ранку Аллен повернувся до MITS для великого випробування. Введення коду написаного ними з Гейтсом інтерпретатора BASIC зайняло майже десять хвилин. Робертс та його колеги обмінялися насмішкуватими поглядами, сходу запідозривши, що демопоказ зазнає фіаско. Проте згодом ожив телетайп, запитавши: «О Б С Я Г П А М ' Я Т І ? ». «Гей, воно щось надрукувало!» — вигукнув один із членів команди MITS. Аллен був приємно приголомшений. Він надрукував відповідь: 7168. Altair відповів: «o k». Аллен надрукував: «p r i n t 2 + 2». Це була найпростіша команда, але вона перевірила б не лише Гейтсове програмування, а й математичні процедури обробки рухомої коми Давидова. Altair відповів: «4».

Досі Робертс спостерігав за подіями мовчки. Він загнав свою компанію, яка й так майже збанкрутувала, у ще більші борги, керуючись божевільним припущенням, що зможе зробити домашній комп'ютер, доступний для використання та придбання кожному. Тепер він спостерігав, як твориться історія. Уперше на персональному комп'ютері виконувався програмний продукт. «Господи! — заволав він. — Воно надрукувало „4“!»⁶⁷⁹

Робертс запросив Аллена до свого кабінету та погодився ліцензувати інтерпретатор BASIC для постачання в комплекті з усіма машинами Altair. «Усмішка не сходила з мого обличчя», — зізнавався Аллен. Коли він повернувся до Кембриджа з робочим Altair, який встановили у Гейтсовій кімнаті в гуртожитку, вони пішли святкувати. Гейтс пив те, що й завжди: безалкогольний «Ширлі Темпл» із імбирного елю з додаванням соку мараскинової вишні.⁶⁸⁰

Місяць по тому Робертс запропонував Аллену роботу у MITS на посаді директора із питань програмного забезпечення. Його колеги з Honeywell вважали, що з його боку було б божевіллям навіть розглядати це запрошення. «У Honeywell тобі гарантована робота, — говорили вони йому. — Ти можеш працювати тут роками». Але кар'єрна безпека не входить до переліку ідеалів, сповідуваних тими, хто прагне очоловати комп'ютерну революцію. Тож навесні 1975 року Аллен переїхав до Альбукерке — міста, про яке лише нещодавно дізнався, що воно не в Аризоні.

Гейтс вирішив принаймні на деякий час залишитися в Гарварді. Там він пережив те, що для багатьох найуспішніших студентів цього університету стало своєрідною посвятою, потішною лише в ретроспективі: притягнення таємничою Адміністративною радою університету до процесу, відомого

як «адміністративний розбір». Справа Ґейтса постала, коли аудитори з Міністерства оборони вирішили перевірити, як використовується фінансований ними PDP-10 в університетській лабораторії імені Ейкена. Виявилося, що більшу частину машинного часу використав другокурсник Вільям Гентрі Ґейтс. Страшенно наляканий Ґейтс написав на своє виправдання статтю, в якій виклав, як створив версію BASIC, використавши PDP-10 у ролі емулятора. Зрештою його виправдали за використання машини, проте «винесли догану» за дозвіл сторонній особі, Полу Аллену, входити в систему за допомогою його пароля. Він прийняв це несуттєве покарання та погодився зробити ранню версію свого інтерпретатора BASIC (але не відполіровану, над якою вони працювали спільно з Алленом) загальним надбанням.⁶⁸¹

На той час Ґейтс приділяв більше уваги спільній із Алленом розробці програм, аніж навчанню у Гарварді. Навесні 1975 року він закінчив другий курс, полетів на літо до Альбукерке, а восени вирішив залишитися там, а не повертатися на перший семестр третього року навчання. Навесні та восени 1976 року він повертався до Гарварду ще на два семестри, а потім покинув Гарвард остаточно за два семестри до випуску. У червні 2007 року, повернувшись до Гарварду для одержання почесного ступеня, він почав промову з коментаря, адресованого присутньому в аудиторії батьку: «Більше тридцяти років я чекав, щоб сказати: „Тату, я ж говорив, що повернуся та отримаю свій ступінь“».⁶⁸²

Micro-Soft

Коли влітку 1975 року Ґейтс прибув до Альбукерке, вони з Алленом все ще постачали BASIC для Altair у рамках усної угоди з Едом Робертсом. Ґейтс наполягав на формальній угоді і, після довгих суперечок, погодився надати MITS десятирічну ліцензію на постачання їхнього програмного продукту в комплекті з кожним комп'ютером Altair за 30 доларів роялті з кожної копії. Ґейтсу вдалося виторгувати два пункти, які матимуть історичне значення. Він наполіг на тому, що власниками програмного продукту залишаться вони з Алленом, а MITS просто матиме права його ліцензувати. Він також висунув умову, що MITS докладатиме «всіх зусиль», щоб субліцензувати цей програмний продукт іншим виробникам комп'ютерів, віддаючи частку прибутків Ґейтсу та Аллену. Це стало прецедентом для угоди, яку шість років по тому Ґейтс укладе з IBM. «Нам вдалося гарантувати, що наше програмне забезпечення працюватиме на багатьох типах машин, — говорив він. — Завдяки цьому умови на ринку почали диктувати ми, а не виробники апаратного забезпечення».⁶⁸³

Тепер їм була потрібна назва. Вони перебрали кілька ідей, в тому числі Allen & Gates, але вирішили, що це звучить дуже схоже на юридичну фірму.

Зрештою вони вибрали назву, яка не була особливо захопливою чи натхненною, проте чітко вказувала на те, що вони пишуть програмне забезпечення (software) для мікрокомп'ютерів. У кінцевих варіантах документів для угоди з MIT'S вони назвалися «Полом Алленом та Біллом Ґейтсом, які займаються бізнесом як Micro-Soft». У вихідному кодї їхнього єдиного на той момент програмного продукту з'явився рядок із інформацією про авторів: «Micro-Soft BASIC: службові файли написано Полом Алленом; виконуваний код написано Біллом Ґейтсом; математичний пакет написано Монті Давидовим». За два роки назву спростили до Microsoft.

Перебїдувавши певний час у motelі Sundowner на відрізку шосе 66, відомішого повіями, аніж програмістами, Ґейтс та Аллен переїхали до дешевого мебльованого помешкання. Пізніше туди ж переїхали Монті Давидов, славетний математикою з рухомою комою та Кріс Ларсон, молодий студент із Лейксайд-Хай, і помешкання перетворилося на так званий гіківський бункер. Вечорами Аллен вмикав свою гітару Stratocaster та підігрував Aerosmith чи Джімі Гендріксу, а Ґейтс мстився, голосно співаючи пісню Френка Сінатри My Way.⁶⁸⁴

З усієї компанії саме Ґейтс був яскравим прикладом інноватора. «Найімовірніше, інноватор — це фанатик; той, хто любить свою справу, працює день і ніч, може до певної міри ігнорувати нормальні речі, а отже, вважатися трохи схибленим, — говорив він. — У підлітковому віці та на третьому десятку я, безперечно, вписувався у цю модель».⁶⁸⁵ Як і в Гарварді, він працював ривками, що тривали до тридцяти шести годин, а потім згортався клубочком на підлозі свого кабінету та засинав. За висловом Аллена, «він жив у бінарних станах: або випромінював нервову енергію, підживлену десятком банок коли на день, або вмирав для світу».

Ґейтс мав ще одну рису інноваторів: він був бунтарем, який не дуже поважає авторитети. Людям на зразок Робертса, колишнього офіцера ВПС та батька п'ятьох синів, які називали його «сер», Ґейтс видавався халамидником. «То була в буквальному сенсі слова розпечена дитина, ось в чому полягала проблема», — визнавав пізніше Робертс. Але все було набагато складніше. Ґейтс важко працював та ощадливо жив на свої на той час дуже скромні заробітки, але він не вірив у шанобливість. Сухорлявий Ґейтс підходив вприпул до дужого Робертса заввишки під два метри та вступав із ним у такі палкі суперечки, що, як згадував Аллен, «їхні крики було чути по всьому заводу, і то було справжнє видовище».

Аллен припускав, що їхнє з Ґейтсом партнерство будуватиметься за принципом 50 на 50. Вони завжди були командою, тож здавалося, що з'ясовувати, хто зробив більше, не було жодного сенсу. Але відтоді, як у старших класах вони побити горщики через ту зарплатну програму, Ґейтс наполягав, що він головний. «Якщо ти отримуватимеш половину, це буде

неправильно, — говорив він Аллену. — Ти отримував зарплатню у MIT, тоді як я в Бостоні майже повністю зробив BASIC безоплатно. Я маю отримувати більше. Вважаю, ділити треба шістдесят на сорок». Справедливо вчинив Ґейтс чи ні, він за характером був дуже наполегливий, а Аллен — ні. Тож хоча Аллена це шокувало, він все ж погодився. Ба більше, за два роки Ґейтс наполіг на перегляді цього розподілу. «Я виконав більшу частину роботи над BASIC, і я багато від чого відмовився, покинувши Гарвард, — сказав він Аллену на прогулянці. — Я заслуговую більше, ніж шістдесят відсотків». Цього разу він вимагав розподілу 64 на 36. Аллен розлютився. «Ця ситуація викрила відмінності між сином бібліотекаря та сином юриста, — згадував він. — Мене вчили, що угода є угода і що слова потрібно дотримуватися. Білл був гнучкіший». Проте Аллен знову погодився.⁶⁸⁶

Заради правди, на той час Ґейтс дійсно керував новоспеченою компанією. Він не лише писав значну частину коду, а й керував продажами та особисто обдзвонював більшість клієнтів. Він годинами обговорював ідеї стратегії просування продукції з Алленом, проте саме він ухвалював остаточні рішення, які саме версії Fortran, BASIC чи COBOL будуть створені. Він також відповідав за бізнес-угоди з виробниками апаратного забезпечення, з якими вів переговори ще суворіше, ніж із Алленом. Крім того, він завідував персоналом, а отже, наймав і звільняв працівників, і часом обходився лише одним словом, коли говорив людям, що їхня робота — лайно, на що Аллен був просто не здатен. До того ж Ґейтс мав достатній для цього авторитет: коли в офісі влаштовувалися змагання з написання програми найменшою кількістю рядків коду, зазвичай перемагав саме Ґейтс.

Аллен часто запізнявся на роботу, а інколи навіть дозволяв собі піти раніше, щоб встигнути на вечерю. Ґейтс та його найближче коло навіть подумати такого не могли. «То був хардкор, — пригадував він. — Я й моя маленька група працювали до пізньої ночі. А інколи я сидів усю ніч і лягав спати в кабінеті, а моя секретарка приходила і будила мене, якщо в нас була призначена якась зустріч».⁶⁸⁷

Оскільки Ґейтс від народження був схильний до ризику, пізніми ночами він відривався і їздив на шаленій швидкості гірськими дорогами до покинутого цементного заводу. «Інколи я питав себе, чому Білл їздить так швидко, — згадував Аллен. — Зрештою я зупинився на тому, що в такий спосіб він спускав пару. Він настільки заганявся на роботі, що потребував чогось, щоб хоч на деякий час перестати думати про бізнес та код. Його карколомне кермування не дуже відрізнялося від покеру з високими початковими ставками чи водних лиж на межі можливого». Щойно вони заробили трохи грошень, Ґейтс витратився на зелений Porsche-911, на якому ганяв по шосе після півночі. Якось він пожалівся продавцю автівок, що максимальна швидкість автомобіля мала б бути 200 км на годину, але йому вдалося розігнатися



Пол Аллен (нар. 1953) та Білл Гейтс (нар. 1955) у комп'ютерній кімнаті школи Лейксайд



Гейтса заарештовано за перевищення швидкості, 1977 р.



Команда Microsoft
(Гейтс зліва внизу,
Аллен праворуч унизу)
перед самим від'їздом з Альбукерке,
грудень 1978 р.

лише до 195-ти. Однієї ночі його затримали за перевищення швидкості, після чого між ним і полісменом виникла суперечка з приводу того, чому в нього з собою не було водійських прав. Його кинули до в'язниці. «Мене арештували», — сказав він, коли Аллен зняв слухавку. За кілька годин його випустили, проте зроблений тієї ночі фотопортрет Гейтса у профіль та анфас став пам'ятною іконою гіківської історії.⁶⁸⁸

Гейтсова затятість себе виправдала. Завдяки їй Microsoft вкладалася в строки, які здавалися божевільними, випускала кожний новий продукт на ринок раніше за конкурентів та встановлювала настільки низькі ціни, що виробники комп'ютерів рідко замислювалися про написання чи володіння власним програмним забезпеченням.

Програмне забезпечення хоче бути вільним

У червні 1975 року, того ж місяця, коли до Альбукерке переїхав Гейтс, Робертс вирішив влаштувати турне з Altair, наче то був якийсь карнавальний атракціон. Його метою було поширити звістку про чудові можливості Altair та створити у містечках по всій Америці його фан-клуби. Він переобладнав автобудинок Dodge, охрестив його MITS-мобілем та вирушив у турне шістдесятма містами уздовж каліфорнійського узбережжя, а потім на південний схід, відвідавши такі гарячі точки, як Літл-Рок, Бетон-Руж, Мейкон, Гантсвіль та Ноксвіль.

Гейтс, який також проїхав частиною маршруту, вважав це розумним маркетинговим ходом. «Вони придбали той великий синій фургон та почали їздити країною, створюючи усюди, куди приїжджали, комп'ютерні клуби», — захоплено коментував він.⁶⁸⁹ Він брав участь у шоу в Техасі, а коли вони дісталися Алабами, до них приєднався Аллен. Презентацію у Holiday Inn у Гантсвілі відвідали шістдесят любителів-хіпстерів та коротко стрижених інженерів, які заплатили за вхід 10 доларів, що було приблизно учетверо дорожче за квиток у кіно. Презентація тривала три години. Наприкінці демонстрації гри про посадку на Місяць деякі з відвідувачів засумнівалися у тому, що бачать, та зазирали під стіл, підозрюючи, що під ним заховано кабелі до більшого міні-комп'ютера. «Але коли інженери впевнилися, що все по-справжньому, — пригадував Аллен, — вони мало не знепритомніли від захоплення».⁶⁹⁰

Одним із пунктів маршруту був готель Riskey's Hyatt House у Пало-Альто, куди вони прибули 5 червня і де після демонстрації Microsoft BASIC групі любителів, серед яких було багато членів новоствореного Кустарного комп'ютерного клубу, сталася доленосна подія. «Зала була забита аматорами та експериментаторами, які прагнули дізнатися більше про нову електронну

іграшку», — писав бюлетень клубу.⁶⁹¹ Деякі з них також ждали втілити в життя хакерське кредо, згідно з яким програмне забезпечення мало бути безкоштовним. З огляду на соціальні та культурні установки, які різко відрізнялися від підприємницької запопадливості, що панувала в Альбукерке, і які об'єдналися на початку 1970-х років, зрештою спричинивши створення Кустарного клубу, в цьому не було нічого дивного.

Багато членів Кустарного клубу, які зустрічали MITS-мобіль, вже збудували свої Altair та нетерпляче чекали, коли отримають до своїх послуг написаний Гейтсом та Алленом інтерпретатор BASIC. Дехто вже надіслав до MITS чеки для його придбання. Тож вони були неймовірно раді побачити, що його версія була встановлена на демонстраційних Altair. Чітко дотримуючись імперативу хакерів, один із членів клубу, Ден Сокол, «позичив» катушку з перфострічкою, що містила програму, та виготовив її копії за допомогою DEC PDP-11.⁶⁹² На наступному зібранні Кустарного клубу до послуг його членів була надана картонна коробка з безліччю катушок із BASIC*. Було єдине застереження: кожен мав зробити кілька копій для поповнення общинної коробки. «Не забудьте повернути більше копій, ніж узяли», — жартував Лі Фельзенштейн. Він часто вживав цей фірмовий вислів, говорячи про поширення будь-яких програм.⁶⁹³ І Microsoft BASIC почали розповсюджувати безоплатно.

Не дивно, що Гейтса це розлютило. Він написав пристрасний відкритий лист, у якому продемонстрував усю свою тактовність дев'ятнадцятирічного хлопця і який став першим пострілом у війні за захист інтелектуальної власності в еру персональних комп'ютерів:

Відкритий лист любителям...

Майже рік тому ми з Полом Алленом, передбачаючи розширення любительського ринку, найняли Монті Давидова та розробили BASIC для Altair. Хоча написання програми як такої зайняло лише два місяці, ми втрьох витратили більшу частину минулого року на документування, удосконалення та додавання до BASIC нових можливостей. Зараз ми вже маємо BASIC у версіях 4K, 8K, EXTENDED, ROM та DISK. Вартість витраченого нами машинного часу перевищує сорок тисяч доларів.

Усі відгуки, отримані нами від сотень людей, які стверджують, що користуються BASIC, були схвальні. Утім очевидними є два дивні моменти, а саме:

* Прочитавши чорновий онлайнний варіант книги, Стів Возняк сказав, що Ден Сокол виготовив лише вісім копій, оскільки робити їх було важко та довго. Проте Джон Марков, який описав цю подію у «Що сказав Сонько», поділився зі мною (а також із Возняком та Фельзенштейном) розшифрованою інтерв'ю, взятого ним у Дена Сокола, в якому той розповів, що використовував PDP-11 із високошвидкісним стрічковим зчитувачем та перфатором. Він виготовляв копії щоночі, і, за його власними підрахунками, зробив загалом сімдесят п'ять.

1) більшість із цих „користувачів“ ніколи не купували BASIC (його придбали менше, ніж 10 % усіх власників Altair); та 2) обсяг роялті, одержаних нами від продажів любителям, такий, що вартість витраченого нами на BASIC для Altair часу виходить менше ніж два долари за годину.

Чому це так? Більшість любителів мають бути свідомими того, що більша частина із вас крадуть програмне забезпечення, яким користуються. За „залізо“ треба платити, а програми — це щось таке, чим треба ділитися. Кому яке діло, чи буде оплачена праця людей, які його створили?

Хіба це чесно? Вкравши програмний продукт, ви не зможете звернутися до MITS для вирішення проблеми, яка може у вас виникнути... Вкравши програмний продукт, ви ставите хрест на написанні хорошого програмного забезпечення. Хто може собі дозволити виконувати професійну роботу задарма? Який любитель зможе витратити три людино-роки на програмування, виявлення всіх багів і документування свого продукту, а після цього поширювати його безкоштовно? Факт залишається фактом: ніхто, крім нас, не вклав купу грошей у програмне забезпечення для любителів. Ми написали 6800 BASIC, а зараз пишемо 8080 APL та 6800 APL, але ідея зробити це програмне забезпечення доступним для любителів виглядає дедалі менш привабливою. Відверто кажучи, те, чим ви займаєтесь, зветься крадіжкою...

Я буду радий листам від усіх, хто захоче сплатити гроші або висловити пропозицію чи дати коментар. Просто напишіть мені за адресою: 1180 Alvarado SE, #114, Albuquerque, New Mexico, 87108. Ніщо не принесе мені більшого задоволення, аніж можливість найняти десятьох програмістів та заповнити любительський ринок хорошим програмним забезпеченням.

Білл Гейтс,
головний партнер Micro-Soft

Лист було надруковано в бюлетені Кустарного комп'ютерного клубу, журналі Computer Notes спільноти користувачів Altair та в People's Computer Company.⁶⁹⁴ Зчинилося справжнє божевілля. «На мене вилили тонни лайна», — визнавав Гейтс. Із трьох сотень одержаних ним листів добровільну сплату містили лише п'ять. Більшість інших склалися з купи образ.⁶⁹⁵

Загалом, Гейтс мав рацію. Створення програмного забезпечення було не менш цінним за «залізо». Ті, хто виготовляв програми, заслуговували на винагороду. Якби вони нічого не отримували, то облишили б писати програми. Опираючись хакерському ідеалу, що все, що можна скопіювати, має бути вільним, Гейтс сприяв забезпеченню розвитку нової індустрії.

Утім його лист все-таки був дещо зухвалий. Зрештою, Гейтс із восьмого класу до другого курсу Гарварду включно сам був серійним крадієм машинного часу та маніпулював паролями для зламування рахунків. Як на те пішло, коли в своєму листі він стверджував, що на написання BASIC у них із Алленом пішло 40 тис. доларів машинного часу, він залишив поза увагою той факт, що насправді ні centa не заплатив за той час і що більшу частину

роботи було виконано на гарвардському комп'ютері, наданому військовими та профінансованому американськими платниками податків. Редактор одного з любительських бюлетенів написав таке: «Спільнотою комп'ютерників-любителів ширяться чутки, з яких випливає, що інтерпретатор BASIC, який згадує в своєму листі Білл Гейтс, було розроблено на комп'ютері Гарвардського університету, профінансованому, принаймні частково, урядовим коштом, і що були деякі питання про правомірність, якщо не взагалі законність, продажу одержаних результатів».⁶⁹⁶

Також, хоча на той час Гейтс цього не схвалював, у довгостроковій перспективі широкомасштабне піратське розповсюдження Microsoft BASIC пішло його новоспеченій компанії на користь. Поширившись настільки швидко, Microsoft BASIC став стандартом, тож інші виробники комп'ютерів повинні були брати дозвіл на його використання. Наприклад, коли National Semiconductor випустила новий мікропроцесор, їй був потрібен BASIC, і вона вирішила взяти BASIC від Microsoft, оскільки ним користувалися всі. «Ми зробили Microsoft стандартом, — згадував Фельзенштейн, — а він за це назвав нас крадіями».⁶⁹⁷

Наприкінці 1978 року Гейтс та Аллен перенесли свою компанію з Альбукерке назад до рідних околиць Сіетла. Перед самим від'їздом один із дванадцяти співробітників виграв безкоштовну фотосесію в місцевій студії, тож вони відпочували для світлини, на котрій Аллен та більшість співробітників більше нагадували біженців із комуни хіпі, а Гейтс сидів попереду і скидався на молодшого бойскаута-вовчєня. Згодом це фото стане історичною реліквією. Під час поїздки вздовж узбережжя Каліфорнії Гейтс отримав три штрафні квитанції за перевищення швидкості, до того ж дві з них — від одного полісмена.⁶⁹⁸

Apple

Одним із відвідувачів перших зборів Кустарного комп'ютерного клубу у гаражі Гордона Френча був соціально незграбний юний апаратний інженер на ім'я Стів Возняк, який кинув коледж та працював у калькуляторному підрозділі Hewlett-Packard у містечку Купертіно, що в Кремнієвій долині. Приятель показав йому рекламну листівку з текстом «Збираєте власний комп'ютер?», і він, набравшись хоробрості, прийшов сюди. «Той вечір виявився одним із найважливіших вечорів у моєму житті», — проголошував він пізніше.⁶⁹⁹

Батько Возняка був інженером компанії Lockheed і дуже любив роз'яснювати питання електроніки. «Один із моїх перших спогадів пов'язаний із тим, як він якось на вікенд привів мене на своє робоче місце та показав кілька електронних деталей, розклавши їх переді мною на столі, щоб я з ними погрався», — пригадував Возняк. По всьому будинку зазвичай лежали

поодинокі транзистори та резистори, і коли Стів запитував: «Що це таке?», його батько починав із самого початку, пояснюючи, як працюють електрони та протони. «Подеколи він витягав дошку і відповідав на всі питання, маючи відповідні схеми, — розповідав Возняк. — Він навчив мене робити І-вентилі та АБО-вентилі з наявних деталей — деталей, що називаються діодами та резисторами. Також він показав, чому поміж них треба ставити транзистор для підсилення сигналу та з'єднання виходу одного вентиля з входом іншого. До сьогодні усі до єдиного цифрові пристрої на планеті працюють саме за таким принципом». То був вражаючий приклад відбитку, який можуть залишити батьки, особливо в ті далекі часи, коли вони знали, як працюють радіоприймачі, та могли показати дітям, як перевірити радіолампи та замінити перегорілу.

У другому класі Возняк зробив детекторний радіоприймач із відшліфованих монет, у п'ятому — систему багатобудинкового внутрішнього зв'язку для сусідських дітлахів, у шостому — короткохвильовий приймач Hallicrafters (вони з батьком разом отримали ліцензії на аматорське радіомовлення), а пізніше того ж року навчився використовувати булеву алгебру для проектування електронних схем і застосував отримані знання на практиці, збудувавши автомат, який ніколи не програвав у хрестики-нулики.

У старших класах Возняк використовував свої знання з електроніки для розіграшів. Якось він збудував схожий на бомбу метроном, під'єднаний до батарейок, із яких він зняв оболонку. Коли директор школи виявив у шафці пристрій, що цокав, він швидко виніс його на ігровий майданчик подалі від дітей та викликав саперів. Возняку довелося провести ніч у місцевому слідчому ізоляторі, де він показав співкамерникам, як витягти дроти зі стельового вентилятора та приєднати їх до ґрат, щоб коли тюремник відчинить двері, його вдарило струмом. Він досить гарно навчився програмувати, проте, на відміну від рафінованіших майстрів ПЗ на зразок Гейтса, в душі був апаратним інженером. Якось він побудував рулеткоподібну гру, в якій гравці клали пальці в гнізда, і коли кулька зупинялась, одного з них било струмом. «„Залізничники“ із задоволенням грали в цю гру, а от програмісти завжди виявлялись боягузами», — згадував він.

Як і решта, він поєднував любов до технологій зі світоглядом хіпі, хоча не до кінця сприймав контркультурний стиль життя. «Я носив тонку індіанську головну пов'язку, відростив по-справжньому довге волосся та бороду, — пригадував він. — Вище шиї я був схожий на Ісуса Христа. Але нижче шиї я носив звичайний одяг для хлопчиків, хлопчиків-інженерів. Брюки. Сорочка з комірцем. У мене ніколи не було тих дивних вбрань хіпі».

Задля розваги він вивчав інструкції офісних комп'ютерів виробництва Hewlett-Packard та DEC, а потім намагався переробити їх із використанням меншої кількості чіпів. «Гадки не маю, чому саме це стало для мене розвагою

на все життя, — зізнавався він. — Я займався цим сам у кімнаті, щільно зачинивши двері. Це було таке собі особисте хобі». Такий вид діяльності аж ніяк не міг зробити його душею компанії, тож він став практично самотнім, але той талант економити чіпи дуже йому допоміг, коли він вирішив зібрати власний комп'ютер. Він зробив це за допомогою лише двадцяти чіпів, тоді як більшість справжніх комп'ютерів склалися з сотень. Приятель, який жив у тому ж кварталі, допомагав йому з паянням, а оскільки в процесі вони випили дуже багато крем-соди Cragmont, вони охрестили своє дітище «Крем-содовим комп'ютером». Він не мав ані екрана, ані клавіатури; інструкції вводилися за допомогою перфокарт, а відповіді виводилися за допомогою індикаторів на передній панелі.

Саме цей приятель і познайомив Возняка із хлопцем, який жив за кілька кварталів та поділяв їхній інтерес до електроніки. Стів Джобс був майже на п'ять років молодший та досі навчався в школі Гомстед-Хай, до якої свого часу ходив і Возняк. Вони сідали на тротуар та обмінювалися розповідями про влаштовані ними розіграші, свої улюблені пісні Боба Ділана та електронні пристрої власної розробки. «Зазвичай мені було дуже складно пояснити людям, у чому полягають розробки, над якими я працюю, проте Стів ловив усе на льоту, — згадував Возняк. — Він мені подобався. Він був такий худорлявий, жиливий та сповнений енергії». Джобс також був вражений. «Воз був першим із тих, кого я зустрів, хто знався на електроніці краще за мене», — розповідав він пізніше, сильно перебільшуючи свою компетентність.

Їхня найграндіозніша витівка, що заклала підвалини сформованої ними пізніше комп'ютерної компанії, була пов'язана зі штуkenцією, що називалася «синя скринька». Восени 1971 року Возняк прочитав у журналі Esquire статтю, в якій описувалося, як «телефонні шахраї» створили пристрій, який емітував тональні сигнали, що дозволяли обдурити Bell System та здійснювати безкоштовні міжміські дзвінки. Ще навіть не дочитавши статтю, Возняк зателефонував Джобсу, який щойно перевівся до випускного класу Гомстед-Хай, та вголос зачитав йому уривки. Була неділя, проте вони знали, як проникнути до бібліотеки у Стенфорді, де міг бути Bell System Technical Journal, в якому, якщо вірити статті в Esquire, містилися частоти всіх тональних сигналів. Перебравши безліч стосів, Возняк зрештою знайшов потрібний журнал. «Мене буквально трусило, я весь покритися сиротами та все таке інше, — пригадував він. — Це було справжнісіньке осяяння». Вони поїхали до Sunnyvale Electronics, щоб купити потрібні деталі, спаяли їх до купи та провели тестування обчислювачем частот, збудованим Джобсом у рамках шкільного проекту. Але то був аналоговий пристрій, і їм не вдалося змусити його емітувати достатньо точні та стійкі сигнали.

Возняк збагнув, що потрібно збудувати цифрову версію з використанням схеми з транзисторами. Цієї осені трапився один із тих рідкісних випадків,

коли він на семестр завітав до коледжу, цього разу до Берклі. Скориставшись допомогою студента-музикознавця зі свого гуртожитку, він встиг збудувати свій пристрій до Дня подяки. «За все життя я не розробив схеми, якою пишався б більше, ніж цією, — згадував він. — Я досі вважаю її неймовірною». Вони випробували її, зателефонувавши до Ватикану, і Возняк, вдаючи з себе Генрі Кіссинджера, зажадав переговорити з Папою; офіційні особи Ватикану далеко не відразу здогадалися, що то був розіграш, проте зрештою второпали, що й до чого, ще не розбудивши понтифіка.

Возняк розробив дотепний пристрій, проте завдяки партнерству з Джобсом зумів зробити значно більше: створити комерційне підприємство. Якось Джобс запропонував: «Гей, давай це продавати». Так народилася схема, що призведе до виникнення одного з найвидатніших партнерств цифрової епохи на одному рівні з парами Аллен — Гейтс та Нойс — Мур. Возняк вигадував якесь кмітливе інженерне досягнення, а Джобс знаходив спосіб його відполірувати, запакувати та продати з великою маржею. «Я зібрав до купи решту компонентів, як-от корпус, джерело живлення та кнопкові панелі, а потім визначив, яку слід встановити ціну», — розповідав про «синю скриньку» Джобс. Для виготовлення однієї «синьої скриньки» вони використовували комплект деталей за 40 доларів, виготовили сто екземплярів, а продавали їх по 150 доларів за штуку. Витівка скінчилася, коли їх під дулом пістолета пограбували при спробі продати одну зі «скриньок» у якійсь піцерії, але з зерняткою цієї пригоди виросла ціла компанія. «Якби не „сині скриньки“, не було б ніякого Apple, — пізніше розмірковував Джобс. — Ми з Возом навчилися працювати разом». Возняк погоджувався: «Так ми змогли допетрати, чого можемо досягти, об'єднавши мої інженерні навички з його баченням».

Упродовж наступного року Джобс спорадично відвідував Рід-коледж, а потім вирушив у паломництво до Індії у пошуках духовного просвітлення. Повернувшись восени 1974 року до Америки, він пішов працювати до Atari під проводом Нолана Бушнелла та Ела Елкорна. Atari, яка буйно розквітла після успіху з Pong, наймала працівників пачками. Одне з її рекламних оголошень, розміщене у San Jose Mercury, проголошувало: «Розважайтеся; заробляйте гроші». Джобс заявився до них у хіпівському прикиді та оголосив, що не піде з приймальні, доки його не візьмуть на роботу. Бушнелл пристав на поради Ела Елкорна та дав йому шанс. Так найкреативніший підприємець в історії відеоігор передав естафету людині, яка стане найкреативнішим підприємцем в історії персональних комп'ютерів.

Попри новоздобуте дзен-просвітлення, Джобс був схильний повідомляти колегам, що вони «тупе лайно» з лажовими ідеями. Але при цьому йому якимось вдавалося залишатися привабливим та надихати інших. Подеколи він вдягав шафранне вбрання, ходив босоніж та вірив, що суворя фруктова

та овочева дієта означає, що йому не обов'язково часто приймати душ чи користуватися дезодорантом. За спогадами Бушнелла, «то була помилкова теорія». Тож він перевів Джобса на нічну зміну, коли майже нікого поблизу не було. «Стів був дратівливий, проте він мені більш-менш подобався. Тож я попросив його ходити в нічну зміну. Так я зміг його врятувати».

Пізніше Джобс говоритиме, що отримав в Atari кілька важливих уроків, найґрунтовнішим із яких була необхідність робити інтерфейси якомога простішими та інтуїтивнішими. Інструкції мали бути до божевільного простими: «Вкинь четвертак, уникай Клінґонів*». Пристроями мають користуватися без інструкцій. «Ця простота засіла йому в душу, перетворивши його на вкрай сфокусованого продакт-менеджера», — розповідав Рон Вейн, який працював разом із Джобсом у Atari. Крім того, Бушнеллу вдалося посприяти формуванню Джобса як підприємця. «Кожному підприємцю притаманне щось, що неможливо описати словами, і я бачив це у Стіві, — пригадував Бушнелл. — Він цікавився не лише інженерною справою, але й бізнесовими аспектами. Тож я навчив його, що якщо поводитися так, наче ти можеш щось зробити, то тобі це вдасться. Ще я говорив йому, що якщо вдавати, що в тебе все під контролем, люди вважатимуть, що так воно і є».

Дуже часто після робочого дня у Hewlett-Packard Возняк полюбляв приходити до Atari, щоб потусуватися з Джобсом та пограти у врешті-решт випущену Atari гру — автоперегони Gran Trak 10, яку називав «своєю найулюбленішою грою». На дозвіллі він зібрав домашню версію Pong, щоб грати на своєму телеприймачі. Йому вдалося запрограмувати її казати: «Чорт» чи «Трясця» щоразу, коли гравець промазував повз м'яч. Одного вечора він показав її Елкорну, а в того відразу ж виникла ідея. Він доручив Джобсу розробити версію Pong для одного гравця, яка мала називатися Breakout, і в якій користувач повинен був бити м'ячиком об цегляну стіну, розбивати цеглинки та заробляти бали. Елкорн правильно розрахував, що Джобс переконає Возняка сконструювати потрібні схеми. Джобс не був видатним інженером, але йому чудово вдавалося організовувати людей. «Для мене це було пропозицією з серії „два за ціною одного“ — пояснював Бушнелл. — Воз був кращим інженером». Крім того, за характером він був милим та наївним плюшевим ведмежатком і погодився допомогти Джобсу зробити відеогру так само, як друзі Тома Сойера погодилися побілити за нього паркан. «То була найкраща пропозиція в моєму житті — розробити справжню гру із сучасним дизайном, яку використовуватимуть люди», — пригадував він.

Воз залишився на ніч і почав розпланувати елементи конструкції, а Джобс сидів ліворуч від нього на лавці та накручував ізольовані й зачищені

* Клінґони — вигадана інопланетна цивілізація гуманоїдів-воїнів із науково-фантастичного всесвіту «Зоряний шлях». — Прим. ред.

на кінцях провідники на прямокутні штирі чіпів. Воз був упевнений, що на вирішення цієї задачі підуть тижні, але тут Джобс чи не вперше продемонстрував те, що колеги називали його «полем викривлення реальності» — він, не змигнувши оком, подивився на Воza та зумів переконати того, що він впо-рається за чотири дні.

Перше зібрання Кустарного комп'ютерного клубу відбулося в березні 1975 року, майже відразу після того, як Возняк закінчив розробляти Breakout. Попервах він почувався не в своїй тарілці. Він будував калькулятори та домашні телевізійні ігрові дисплеї, а присутні захоплювалися передусім новим комп'ютером Altair, який доти його не цікавив. Возняк був сором'язливим навіть за найсприятливіших обставин, тому забився в куток. Пізніше він описував ті події так: «Хтось тримав над головою журнал Popular Electronics із фото комп'ютера Altair на обкладинці. Виявилося, що всі ці люди насправді були фанатиками Altair, а не любителями ТБ-терміналів, як мені здавалося раніше». Усі представилися, і коли дійшла Вознякова черга, він сказав: «Я — Стів Возняк, працюю у Hewlett-Packard над калькуляторами, а ще я сконструював відеотермінал». Згідно з записами, які вів Мур, він також додав, що полюбляє відеоігри та готельні системи платного перегляду кінофільмів.

Але там знайшлася одна річ, що розпалила Вознякову цікавість. Хтось із учасників зібрання роздавав роздруківку зі специфікаціями нового мікропроцесора від Intel. «Того вечора, — пригадував Возняк, — я переглянув специфікації мікропроцесора та побачив, що він передбачав інструкцію для додавання адреси місця у пам'яті до регістру А. Я подумав: „Стривай-но“. А потім побачив, що він має іншу інструкцію, за допомогою якої можна відняти адресу від регістру А. Моя реакція була: „Вау“. Можливо, для вас це пусті слова, але я точно знав, що означали ті інструкції, і це було найбільш захопливе відкриття в моєму житті».

Возняк конструював термінал із відеомонітором та клавіатурою. Він планував зробити його «дурним» терміналом; той не повинен був мати власних обчислювальних потужностей, натомість з'єднувався за допомогою телефонної лінії з часорозподіленим комп'ютером деінде. Але коли Возняк побачив специфікації того мікропроцесора — чіпа, що містив центральний процесор, — його пройняла думка: він міг скористатися мікропроцесором, щоб надати деяку обчислювальну потужність терміналу, який будував. Порівняно з Altair це був би величезний стрибок уперед: комп'ютер, екран та клавіатура, інтегровані в одне ціле! «У мене в голові просто з нічого виник довершений образ персонального комп'ютера, — розповідав він. — Того вечора я почав накидати на папері ескіз того, що пізніше стане відомим як Apple I».

Присвятивши робочий день розробці калькуляторів у HP, Возняк ішов додому задля вечери нашвидкуруч, після чого знову повертався до своєї кабінки

для роботи над комп'ютером. О десятій годині вечора в неділю, 29 червня 1975 року, сталася історична подія: Возняк натиснув кілька клавіш на клавіатурі, мікропроцесор обробив отриманий сигнал, і на екрані з'явилися літери. «Я був шокований, — зізнавався він. — Уперше в історії хтось натиснув клавішу з літерою на клавіатурі та побачив її на екрані просто перед собою». То була не зовсім правда, але то був насправді перший випадок інтеграції клавіатури та монітора з персональним комп'ютером, розробленим для любителів.

Місією Кустарного комп'ютерного клубу було вільне поширення ідей. Це зробило його мішенню Білла Гейтса, але Возняк радо сприйняв громадський ідеал і: «Я настільки проиннявся місією клубу просувати комп'ютери, що накопював майже сотню примірників повного опису своєї розробки та роздав їх усім охочим». Попервах він був занадто сором'язливий, щоб виступити перед усією групою і влаштувати формальну презентацію, але він настільки пишався своєю розробкою, що полюбляв стояти в кінці залу, хизувався своїм досягненням та роздавав схеми тим, хто збирався навколо. «Я хотів безкоштовно роздавати її іншим».

Джобс, як і у випадку з «синьою скринькою», був іншої думки. І, як виявилось, саме його прагнення пакувати та продавати легкий у використанні комп'ютер — і його інстинктивне розуміння, як це зробити — змінило сферу персональних комп'ютерів тією ж мірою, що й розроблені Возняком кмітливі конструкції схем. Та й справді, якби Джобс не наполіг на створенні ними компанії для комерціалізації його винаходу, слава Возняка обмежилася б кількома побіжними згадками у бюлетені Кустарного клубу.

Джобс заходився обдзвонювати виробників чіпів на зразок Intel з приводу безкоштовних зразків. «Кажу вам, він знав, як розмовляти із менеджерами з продажів, — захоплено розповідав Возняк. — У мене так ніколи не вийшло б. Я — занадто сором'язливий». Джобс також почав супроводжувати Возняка на зборах Кустарного клубу; він приносив із собою телеприймач та влаштовував демопокази, а також додумався продавати монтажні плати із заздалегідь видрукованими на них схемами Вознякової розробки. То було типово для їхнього партнерства. «Щоразу як я конструював щось видатне, Стів знаходив спосіб зробити на тому гроші для нас обох, — розповідав Возняк. — Мені ніколи не спадало на думку продавати комп'ютери. Саме Стів сказав: „Давай підніmemo їх над головою та продамо кілька штук“». Щоб дістати гроші на проект, Джобс продав свій мікроавтобус Volkswagen, а Возняк — свій калькулятор HP.

Вони склали дивну, проте могутню пару: Воз був схожим на панду про-стаканом-янголятком, Джобс — демоном-спокусником, який нагадував гончака. Гейтс притиснув Аллена, змусивши того віддати йому більше половини їхніх спільних прибутків. У випадку Apple Возняків батько, який поважав

інженерів, оскільки сам ним був, та зневажав маркетологів і менеджерів, налягав на тому, щоб його син, автор усіх розробок, отримував більше 50 відсотків. Коли Джобс прийшов до них додому, він поставив йому ультиматум: «Ти нічого нічого не заслуговуєш. Ти нічого не створив». Джобс заплакав та сказав Стіву, що він готовий розірвати їхнє партнерство. «Якщо ти не згоден на 50 на 50, — сказав він, — можеш забирати собі геть усе». Проте Возняк розумів, у чому полягав Джобсів внесок у їхнє підприємство, і знав, що він вартий принаймні 50 відсотків. У вільному плаванні Возняк навряд чи доріс би до чогось більшого, ніж роздавання безкоштовних схем.

Після демонстрації їхнього комп'ютера на зібранні Кустарного клубу до Джобса підійшов Пол Террел, власник невеликої мережі комп'ютерних магазинчиків The Byte Shop. Переговоривши з Джобсом, Террел дав йому свою візитівку зі словами: «Тримаймо зв'язок». Наступного дня босоногий Джобс зайшов до його крамниці та проголосив: «Я тримаю зв'язок». Коли він закінчив свою надривну промову, Террел погодився замовити п'ятдесят екземплярів того, що стане відомим як комп'ютер Apple I. Але він хотів отримати їх не у вигляді монтажних плат і купки деталей, а повністю зібраними. То був наступний крок еволюції персональних комп'ютерів. Відтоді вони вже ніколи не будуть надбанням тільки озброєних паяльниками любителів.

Джобс розгледів цей тренд. Коли настав час будувати Apple II, він не став марнувати час на вивчення специфікацій мікропроцесорів. Натомість він пішов до універмагу Macy's у стенфордському торговому центрі та вивчив кухонну техніку марки Cuisinart. Джобс вирішив, що наступний персональний комп'ютер має бути схожий на побутовий прилад: повністю зібраний у гладенькому корпусі та такий, що не потребує самостійного складання. Усе, від джерела живлення до програмного забезпечення, від клавіатури до монітора, має бути щільно інтегрованим. «Моє бачення полягало у створенні першого повністю укомплектованого комп'ютера, — пояснював він. — Ми більше не націлювалися на жменьку любителів, які полюбляють збирати свої комп'ютери власноруч та знають, де купити трансформатори й клавіатури. На кожного з них припадала тисяча людей, які хотіли б отримати готову до використання машину».

Станом на початок 1977 року з Кустарного клубу та інших подібних казанів вигулькнули кілька інших любительських комп'ютерних компаній. Лі Фельзенштейн, ведучий на заходах клубу, заснував Processor Technology та випустив комп'ютер Sol. Іншими новоспеченими компаніями були Cromemco, Vector Graphic, Southwest Technical Products, Commodore та IMSAI. Але саме Apple-II став першим простим та повністю, від апаратного до програмного забезпечення, інтегрованим персональним комп'ютером. Він надійшов у продаж у червні 1977 року за ціною 1298 доларів, і впродовж трьох років було продано 100 тис. екземплярів.

Розквіт Apple знаменував собою занепад любительської культури. Десятиліттями юні інноватори на зразок Кілбі та Нойса знайомилися зі світом електроніки, дізнаючись, як розрізняти різні типи транзисторів, резисторів, конденсаторів та діодів, а потім навчаючись з'єднувати їх дротами чи припаювати до макетів електронних схем, створюючи плати, які ставали аматорськими радіоприймачами, пристроями керування іграшковими ракетами, підсилювачами та осцилоскопами. Але 1971 року мікропроцесори почали витісняти складні монтажні плати, а японські компанії-виробники електроніки налагодили масове виробництво пристроїв, дешевших за виготовлені в домашніх умовах. Продажі наборів «зроби сам» зійшли нанівець.

Апаратні хакери на зразок Возняка віддали першість програмістам-кодеграм на зразок Ґейтса. Своім Apple II, а особливо пізнішим Macintosh 1984 року, Apple започаткувала практику створення таких машин, які не передбачали того, що користувачі їх відкриватимуть та порпатимуться в них. Apple II також започаткував доктрину, що стала філософією Стіва Джобса: апаратне забезпечення, випущене його компанією, тісно інтегрувалося з її програмними операційними системами. Він був перфекціоністом, який обоюнував цілком та повністю контролювати переживання користувача. Він не хотів давати людям можливість купити комп'ютер виробництва Apple та запустити на ньому чужу незграбну операційну систему, так само як купити операційну систему від Apple та встановити її на чужий апаратний мотлох.

Утім ця інтегрована модель не стала загальноприйнятою практикою. Поява Apple II розбудила великі комп'ютерні компанії, передусім IBM, та спровокувала появу альтернативи. IBM — а точніше, IBM, яку обвів навколо пальця Біл Ґейтс, — візьме на озброєння підхід, згідно з яким апаратне забезпечення персонального комп'ютера та його операційна система виготовлятимуться різними компаніями. Як наслідок, корона відійде програмному забезпеченню, а більша частина комп'ютерного «заліза», за винятком продукції тієї ж таки Apple, перетвориться на товар широкого вжитку.

Ден Бриклін та VisiCalc

Щоб персональні комп'ютери стали корисними, і навіть у практичних людей з'явилися причини купувати їх, вони мали стати не просто іграшками, а знаряддями праці. Навіть Apple II міг би виявитися скороминущою примхою, час якої минув би одночасно зі згасанням захоплення любителів, якби користувачі не зуміли застосувати його до вирішення практичних задач. Тож зріс попит на те, що стало відоме під назвою прикладного програмного забезпечення — тобто програм, що могли застосувати обчислювальну потужність персонального комп'ютера до конкретних видів робіт.

Найвпливовішим піонером у цій сфері був Ден Бриклін, який розробив перший фінансовий табличний редактор VisiCalc.⁷⁰⁰ Бриклін був випускником-комп'ютерником МІТ, який кілька років розробляв програмне забезпечення для обробки текстів у Digital Equipment Corporation, після чого вступив до Гарвардської школи бізнесу. Сидячи якось на лекції навесні 1978 року, він спостерігав за тим, як професор креслить на дошці стовпчики і рядки для фінансової моделі. Коли професор виявляв помилку або хотів змінити значення в одній із комірок, йому доводилося брати ганчірку та змінювати значення в багатьох інших комірках.⁷⁰¹

Бриклін бачив демонстрацію Дагом Енгельбартом його «онлайнової системи», прославленої «Матір'ю всіх демопоказів», що включала в себе графічний дисплей та «мишу» для наведення та натискання на потрібні місця екрана. Бриклін почав мріяти про електронний табличний редактор, що використовував би «мишу» та простий інтерфейс «навив-перетягнув-натиснув». Того літа, катаючись на велосипеді островом Мартас-Віньярд, він вирішив перетворити свою ідею на товар. Бриклін мав усе для здійснення цього проєкту. Він був інженером-програмістом із інстинктами продакт-менеджера: у нього був нюх на потреби користувачів. Його батьки були підприємцями, і перспектива розпочати власний бізнес його захоплювала. А ще він був хорошим командним гравцем, який умів знаходити саме таких партнерів, яких потрібно. «Я мав оптимальну комбінацію досвіду та знань для розробки програмного забезпечення, яке задовольняло би потреби людей», — відзначав він.⁷⁰²

Тож він об'єднався із другом, якого зустрів у МІТ, — Бобом Френкстоном, ще одним інженером-програмістом, чий батько був підприємцем. «Наша з Деном здатність працювати як одна команда була ключовою», — згадував Френкстон. Бриклін був здатен написати програму самотужки, проте лише накидав її схему, а власне розробку доручив Френкстону. «Це розв'язало йому руки, дозволивши зосередитися на тому, що програма має робити, а не на тому, як це зробити», — так описував їхню співпрацю Френкстон.⁷⁰³

Першим їхнім рішенням було розробляти програму для використання на персональних комп'ютерах, а не на бізнес-комп'ютерах DEC. Вони обрали Apple II, бо Возняк зробив його архітектуру достатньо відкритою та прозорою, тож необхідні розробникам програмного забезпечення функції були легко доступні.

Упродовж вікенду вони написали прототип програми на Apple II, позиченому у того, хто, по суті, стане третім учасником команди — у Дена Фильстри. Новоспечений випускник Гарвардської школи бізнесу, Фильстра заснував компанію з видання програмного забезпечення, що займалася передусім іграми на зразок шахів, якою він керував зі свого помешкання у Кембриджі. Для того, щоб індустрія програмного забезпечення змогла розвиватися

незалежно від індустрії апаратного забезпечення, були необхідні видавці, які знаються на просуванні та розповсюдженні продукції.

Оскільки і Бриклін, і Френкстон мали гарне ділове чуття та нюх на бажання користувачів, вони зосередилися на тому, щоб зробити з VisiCalc не просто програму, а *програмний продукт*. Вони використовували друзів та професорів у ролі фокус-груп, щоб переконатися, що інтерфейс насправді інтуїтивний та легкий у використанні. «Мета полягала у наданні користувачеві зрозумілої концептуальної моделі, — пояснював Френкстон. — Ми називали це принципом якнайменшого подиву. Ми були ілюзіоністами, що синтезують враження».⁷⁰⁴

Серед тих, хто посприяв перетворенню VisiCalc на бізнес-феномен, був аналітик, що тоді працював на Морган Стенлі, на ім'я Бен Розен, котрий згодом перетворив свій впливовий бюлетень та конференції на самостійний бізнес, після чого заснував на Мангеттені фірму з венчурних інвестицій. У травні 1979 року Фильстра продемонстрував ранню версію VisiCalc на Розенівському форумі персональних комп'ютерів у його рідному Новому Орлеані. «VisiCalc візуально оживає... Вже за кілька хвилин люди, що ніколи досі не користувалися комп'ютером, писали та використовували програми», — захоплено писав Розен у своєму бюлетені. Закінчив він передбаченням, яке справдилося: «Можливо, одного дня VisiCalc стане програмним хвостом, який виляє персональним комп'ютерним собакою (та продає його)».

VisiCalc катапультивав Apple II до тріумфу, оскільки впродовж року його версій для інших персональних комп'ютерів не існувало. «Ось що насправді спричинило досягнутий Apple II успіх», — говорив пізніше Джобс.⁷⁰⁵ Услід за ним швидко з'явилися програми для обробки текстів на зразок AppleWriter та EasyWriter. Отже, VisiCalc не лише простимулював ринок персональних комп'ютерів, а й посприяв виникненню цілком нової, націленої на отримання прибутків, індустрії видання пропріетарного прикладного програмного забезпечення.

Операційна система IBM

Упродовж 1970-х років IBM зі своїми комп'ютерами 360-ї серії домінувала на ринку мейнфреймів. Проте на ринку міні-комп'ютерів розміром із холодильник її побили DEC та Wang, і все йшло до того, що на ринку персональних комп'ютерів вона також пастиме задніх. «Персональний комп'ютер виробництва IBM — це як слон, якого навчили танцювати чечітку», — проголошував один із експертів.⁷⁰⁶

Схоже на те, що топ-менеджмент компанії притримувався такої ж думки. Тож вони задумалися над тим, щоб просто ліцензувати домашній комп'ютер Atari 800 та приліпити на нього ярлик IBM. Проте коли в червні 1980 року цей

варіант винесли на обговорення на загальних зборах, виконавчий директор ІВМ Френк Кері відкинув його, сказавши, що найвидатніший комп'ютерній компанії в світі, безперечно, під силу створити власний персональний комп'ютер. Утім він пожалівся, що для того, щоб у цій компанії зробити щось нове, потрібні три сотні людей і три роки їхньої роботи.

Саме тоді подав голос Білл Лоув, директор конструкторського бюро ІВМ у Бока-Ратоні, штат Флорида. «Ні, сер, ви помиляєтесь, — проголосив він. — Ми можемо реалізувати цей проект за рік».⁷⁰⁷ Його самовпевненість призвела до того, що саме йому доручили курувати проектом зі створення персонального комп'ютера ІВМ під кодовою назвою «Жолудь».

Очільником нової команди Лоува став Дон Естридж, який призначив головним із питань збирання програмного забезпечення Джека Семза, сумирного уродженця Півдня, який на той момент пропрацював у ІВМ вже двадцять років. З огляду на річний термін виконання проекту, Семз розумів, що йому доведеться не писати програмне забезпечення силами компанії, а купувати його у сторонніх виробників. Тож 21 липня 1980 року він зателефонував Біллу Гейтсу та попросив про термінову зустріч. Коли Гейтс запросив його наступного тижня прилетіти до Сіетла, Семз відповів, що вже їде до аеропорту і хоче зустрітися з ним наступного дня. Гейтс відчув, що справа пахне великою рибиною, яка тільки й чекає, щоб її зловити, і затамував подих.

Кількома тижнями раніше Гейтс запропонував посаду бізнес-менеджера Microsoft своєму товаришу по гарвардському гуртожитку Стіву Балмеру, тож тепер попросив його бути присутнім на зустрічі з ІВМ. «Ти єдиний, крім мене, кому пасує костюм», — вказав Гейтс.⁷⁰⁸ Коли Семз прибув, на Гейтсі також був костюм, проте він не дуже йому пасував. «До нас вийшов такий собі молодик та повів нас вглиб приміщення, і я подумав, що то якийсь посильний», — пригадував Семз, який одягнув стандартний для ІВМ синій костюм із білою сорочкою. Проте вже незабаром у нього та його команди голови пішли обертом від геніальності Гейтса.

Спершу представники ІВМ збиралися обговорити купівлю Microsoft BASIC, проте Гейтс перетворив розмову на жваве обговорення напрямку розвитку технологій. Кількома годинами пізніше йшлося вже про надання прав на використання не лише BASIC, а всіх мов програмування, які випустила чи планувала випустити Microsoft, у тому числі Fortran та COBOL. «Ми сказали ІВМ: „Гаразд, ви отримаєте все, що ми зробимо“, хоча ми ще нічого з того не зробили», — пригадував Гейтс.⁷⁰⁹

За кілька тижнів команда з ІВМ завітала до Сіетла ще раз. На додачу до всіх тих мов програмування ІВМ бракувало ще одного ключового елемента програмного забезпечення. Їй була потрібна операційна система — програма, що слугувала б фундаментом для всіх інших програм. Операційна система обробляє базові інструкції, використовувані іншим програмним

забезпеченням, зокрема на неї покладені обов'язки визначати, де мають зберігатися дані, як мають розподілятися пам'ять та обчислювальна потужність та як прикладне програмне забезпечення взаємодіє з апаратним забезпеченням комп'ютера.

Досі Microsoft не випускала операційних систем. Натомість вона використовувала ОС за назвою CP/M (Control Program for Microcomputers, Керуюча програма для мікрокомп'ютерів), що була власністю Гері Кіддела, Гейтсового друга дитинства, який нещодавно переїхав до Монтерея, штат Каліфорнія. Тож безпосередньо за присутності Семза, який сидів у його кабінеті, Гейтс зняв слухавку та зателефонував Кідделу. «Я надсилаю до тебе кількох хлопців, — сказав він, описавши, що саме потрібно виконавчим особам IBM. — Поводься з ними чемно, це важливі хлопці».⁷¹⁰

Кіддел його не послухав. Пізніше Гейтс називав цей випадок «днем, коли Гері вирішив пролетіти». Кіддел вирішив злітати на власному літаку, який він страшенно любляв пілотувати, до Сан-Франциско на іншу задалегідь призначену зустріч, а зустрітися з чотирма одягненими у темні костюми чоловіками з команди IBM у орнаментованому вікторіанському будинку, що слугував штаб-квартирою його компанії, доручив своїй дружині. Коли вони поклали перед нею довгу угоду про нерозголошення, вона відмовилася її підписувати. Після довгих суперечок роздратовані IBM-івці пішли геть. «Ми дістали наш документ, в якому було написано „будь ласка, не кажіть нікому, що ми тут були, і ми також не хочемо чути нічого конфіденційного“, і вона прочитала його і сказала: „Я не можу це підписати“, — пригадував Семз. — Ми цілий день провели у Пасіфік-Гроув, обговорюючи із ними, нашими адвокатами та її адвокатами і всіма іншими, чи зможе вона коли-небудь поговорити з нами про нашу з нею розмову, і потім ми пішли». Так маленька Кідделова компанія втратила свій шанс стати домінуючим гравцем у сфері комп'ютерного програмного забезпечення.⁷¹¹

Семз повернувся до Сіетла, знов зустрівся з Гейтсом та попросив його придумати інший спосіб роздобути операційну систему. На щастя, Пол Аллен знав у Сіетлі декого, хто міг допомогти: Тіма Патерсона, який працював на дрібну фірму Seattle Computer Products. Кількома місяцями раніше Патерсона роздратовувала відсутність версії CP/M Кіддела для новітніх мікропроцесорів Intel, тож він переробив її на операційну систему, яку охрестив QDOS, що означало Quick and Dirty Operating System («Спритна і ница операційна система»)⁷¹².

На той час Гейтс вже дійшов висновку, що якась одна операційна система, і, найімовірніше, та, яку обере IBM, зрештою стане стандартною операційною системою, яку використовуватиме більшість персональних комп'ютерів. Він також дійшов висновку, що власник цієї операційної системи стане царем гори. Тож замість того, щоб відправляти IBM-івців до Патерсона, Гейтс

та його команда сказали, що владнають усе своїми силами. «Ми просто взяли і сказали ІВМ: „Знаєте що, ми підемо і візьмемо операційну систему в цієї дрібної місцевої компанії, подбаємо про неї, підкрутимо її“», — пізніше пригадував Балмер.

Фірма Патерсона ледве зводила кінці з кінцями, тож Алену вдалося укласти зі своїм приятелем дуже вигідну угоду. Спершу Аллен придбав лише неексклюзивну ліцензію, проте щойно угода з ІВМ стала реальнішою, він повернувся та придбав програму Патерсона повністю, навіть не пояснивши, навіщо це йому. «Зрештою ми уклали угоду про придбання в нього цієї операційної системи з правом використовувати її як нам заманеться за п'ятдесят тисяч доларів», — пригадував Аллен.⁷¹³ В обмін на цю подачку Microsoft отримала до своїх послуг програмне забезпечення, яке, після відповідного доопрацювання, дало їй можливість упродовж більш як трьох десятиліть посідати панівне місце в індустрії програмного забезпечення.

Але потім Гейтс ледь не кинув усе. Він незвично для себе хвилювався, що Microsoft, і так вже геть по маківку зайнята іншими проектами, не впроваджується із перетворенням QDOS на операційну систему, гідну ІВМ. У штаті Microsoft було лише сорок різномасштабних працівників, деякі з яких спали на підлозі, а вранці обтиралися вологою губкою, а очолював її двадцятичотирирічний юнак, якого досі можна було прийняти за посильного. У неділю наприкінці вересня 1980 року, через два місяці після першого дзвінка з ІВМ, Гейтс зібрав своїх найближчих соратників, щоб ухвалити остаточне рішення: «братися чи не братися». Найнепохитнішим виявився Кей Нісі, молодий підприємець-комп'ютерник із Японії із Гейтсівською палкістю. «Беремося! Беремося!» — лементував він, мов заведений, і схвильовано гасав кімнатою. Гейтс вирішив, що він має рацію.⁷¹⁴

Гейтс та Балмер вилетіли нічним рейсом до Бока-Ратона, щоб укласти угоду. 1980 року їхній прибуток становив 7,5 млн доларів, а прибуток ІВМ — 30 млрд доларів, проте Гейтс збирався вилізти зі шкіри, але укласти угоду, що зберігала б за Microsoft права власності на операційну систему, яку ІВМ перетворить на світовий стандарт. Відповідно до угоди з компанією Патерсона, Microsoft не просто мала право на використання DOS, а придбала її цілком, «із правом використовувати, як заманеться». Це було дуже вигідно, але тепер потрібно було проявити значно більшу тямущість, щоб не дати ІВМ примусити Microsoft до аналогічної угоди, але вже на користь першої.

Приземлившись в аеропорту Маямі, вони пішли до туалету, щоб переодягтися у костюми, аж раптом Гейтс збагнув, що забув краватку. Проявивши нехарактерну для нього вибагливість, він наполіг на тому, щоб дорогою до Боки вони зупинилися біля універмагу Burdine's, щоб придбати цей аксесуар. Утім повною мірою бажаного враження на одягнених як на весілля виконавчих осіб ІВМ, що вже зачекалися на них, йому справити не вдалося.

Один із інженерів-програмістів пригадував, що Гейтс скидався на «хлоп'я, яке ганялося за кимось по всьому кварталу і вкратило в нього костюм, який виявився завеликий. Його комірець високо стирчав, і він був схожий на якогось малолітнього панка, тож я спитав: „Хто це в біса такий?“»⁷¹⁵.

Утім щойно Гейтс розпочав презентацію, усі забули про його розпатланий вигляд. Він глибоко вразив команду IBM володінням як технічними, так і юридичними тонкощами, а коли наполягав на своїх умовах, випромінював спокійну впевненість. Усе це було грою. Повернувшись до Сіетла, Гейтс пішов до свого кабінету, ліг на підлогу та істерично вголос виклав Балмеру всі свої сумніви.

Після місяця тяганини, в листопаді 1980 року 32-сторінкову угоду було врешті-решт підписано. «Ми зі Стівом знали той контракт напам'ять, — проголошував Гейтс.⁷¹⁶ — Отримували ми не дуже багато, в сумі виходило приблизно 186 тисяч доларів». Але це був лише початок. Угода містила два положення, які, і Гейтс знав це, змінять співвідношення сил у комп'ютерній індустрії. Згідно з першим, ліцензія IBM на використання операційної системи, яка отримала назву PC-DOS, була неексклюзивна. Гейтс мав право давати ліцензію на використання цієї операційної системи, але вже під назвою MS-DOS, іншим виробникам персональних комп'ютерів. По-друге, Microsoft зберігала за собою контроль над вихідним кодом. Це означало, що IBM не мала права змінювати чи розвивати це програмне забезпечення у щось патентоване виключно для своїх машин. Вносити зміни могла лише Microsoft, і після цього вона мала право надавати ліцензію на використання кожної нової версії будь-якій компанії, якій заманеться. «Ми знали, що в IBM PC з'являться клони, — згадував Гейтс. — Ми вибудували той вихідний контракт так, щоб уможливити їхню появу. То був ключовий пункт наших перемовин».⁷¹⁷

Ця угода нагадувала ту, яку Гейтс уклав із MITS, коли зберіг за собою право надавати ліцензії на BASIC іншим виробникам комп'ютерів. Завдяки цьому підходу BASIC від Microsoft, а згодом, що найголовніше, її операційна система стали промисловим стандартом, який контролювала Microsoft. «Як на те пішло, ключовою фразою у нашій рекламі було „Ми задаємо стандарт“, — сміючись, пригадував Гейтс. — Але коли ми таки задали реальний стандарт, наш антимонопольний юрист сказав нам її позбутися. Це одне з тих гасел, які можна використовувати, лише якщо це неправда».^{*718}

* Юристи хвилювалися даремно. Пізніше Microsoft була втягнута в тривалий антимонопольний судовий процес за позовом Міністерства юстиції США, яке звинуватило компанію у неправомірному використанні панівного становища своєї операційної системи на ринку задля досягнення переваги у класі браузерів та інших продуктів. Зрештою справу було владнано після того, як Microsoft погодилася змінити деякі зі своїх практик.

Гейтс похизувався перед матір'ю важливістю своєї угоди з IBM, адже сподівався тим самим довести, що він вчинив правильно, покинувши Гарвард. Так сталося, що Мері Гейтс була членом ради директорів некомерційної організації United Way, так само як і президент IBM Джон Опель, який от-от мав замінити Френка Кері на посаді виконавчого директора IBM. Якось вона летіла разом із Опелем його літаком на якусь зустріч, і згадала про цей зв'язок: «До речі, мій синочок працює над одним проектом, до того ж спільно з вашою компанією». Опель, судячи з усього, був не в курсі про Microsoft. Тож, повернувшись додому, мати попередила Білла: «Слухай, я розповіла Опелю про твій проект, про те, як ти покинув школу і все оце, і він не знав, хто ти, тож, мабуть, твій проект не настільки важливий, як тобі здається». Кілька тижнів по тому виконавчі особи з Бока-Ратона відвідали штаб-квартиру IBM, щоб відзвітувати Опелю про свої досягнення. «Ми залежимо від Intel вони роблять для нас чіпи, а розповсюдження візьмуть на себе Sears та ComputerLand, — пояснював лідер команди. — Але, гадаю, насправді ми найбільше залежимо від досить невеличкої компанії-розробника ПЗ з Сітла під керівництвом хлопця на ім'я Білл Гейтс». На що Опель відповів: «Це ви сина Мері Гейтс маєте на увазі? Так-так, вона чудова жінка».⁷¹⁹

Як і передбачав Гейтс, виготовлення усього необхідного програмного забезпечення для IBM було справжнім викликом, проте різномаста команда Microsoft працювала заради цього цілодобово впродовж дев'яти місяців. Гейтс і Аллен востаннє були командою, коли сиділи поруч цілими ночами та запекло писали код, як свого часу в Лейксайді та Гарварді. «Ми з Полом посварилися лише один раз, коли він захотів з'їздити подивитися на запуск шатла, а я не хотів, бо ми спізнювалися», — згадував Гейтс. Зрештою, Аллен таки поїхав. «То був найперший запуск, — розповідав він. — А відразу ж після запуску ми полетіли назад. Нас не було менше 36 годин».

Написавши цю операційну систему, вони вдвох посприяли формуванню стилю персонального комп'ютера. «Ми з Полом визначили, який вигляд матиме кожна дрібничка у ПК, — згадував Гейтс. — Розкладка клавіатури, як працює касетний порт, як працює звуковий порт, як працює графічний порт».⁷²⁰ На жаль, кінцевий результат був відображенням нердівського дизайнерського смаку Гейтса. Окрім хіба що примушення орди користувачів вивчити-таки, де розташована клавіша зі зворотним слешем. А людино-машинні інтерфейси, що поклалися на запрошення на зразок «с:\>», та файли із незграбними назвами як, наприклад, AUTOEXEC.BAT та CONFIG.SYS, ще потребували вдосконалення. Багато років по тому під час заходу у Гарварді приватний акціонер Microsoft Девід Рубенштейн запитав Гейтса, чому він обтяжив світ пусковою комбінацією клавіш Ctrl + Alt + Del: «Чому, коли

я хочу увімкнути своє ПЗ та комп'ютер, мені необхідні три пальці? Хто це взагалі вигадав?».

Ґейтс почав пояснювати, що дизайнери клавіатури з ІВМ не зуміли придумати легкий спосіб подачі апаратному забезпеченню сигналу про запуск операційної системи, але потім замовк, сором'язливо усміхнувся і визнав: «То була помилка».⁷²¹ Подеколи хардкорні програмісти забувають, що все геніальне — просте.

ІВМ РС із оголошеною ціною 1565 доларів було представлено широкому загалу в нью-йоркському готелі Waldorf Astoria в серпні 1981 року. Ґейтса та його команду на захід не запросили. «Найдивніше сталося, — розповідав Ґейтс, — коли ми попросилися прийти на урочистий офіційний запуск, а ІВМ нам відмовила».⁷²² На думку ІВМ, Microsoft була лише постачальником.

Утім останнім сміявся все ж таки Ґейтс. Завдяки укладеній ним угоді, Microsoft вдалося перетворити ІВМ РС та його клони на взаємозамінні товари широкого вжитку, зведені до цінової конкуренції і приречені мати крихітну рентабельність. У інтерв'ю, надрукованому кілька місяців по тому в першому номері часопису PC Magazine, Ґейтс зазначив, що незабаром усі персональні комп'ютери використовуватимуть однакові стандартизовані мікропроцесори. «По суті, „залізо“ стане набагато менш цікаве, — говорив він. — Усю роботу виконуватиме програмне забезпечення».⁷²³

Графічний користувацький інтерфейс

Стів Джобс та його команда з Apple придбали новий ІВМ РС, щойно той надійшов у продаж. Вони хотіли подивитися, який вигляд має їхній конкурент. Одностайно зійшлися на тому, що, якщо скористатися словами Джобса, то був «відстій». Ця оцінка не лише відобразила інстинктивну зверхність Джобса, хоча почасти це було так. То була реакція на той факт, що ІВМ РС зі своїми непривітними запрошеннями на зразок «с:\>» та кубістичним дизайном викликав нудьгу. Джобсу навіть не спало на думку, що корпоративні менеджери технічних процесів навряд чи прагнуть відчувати на робочому місці захоплення та розуміють, що, віддавши перевагу нудному бренду на зразок ІВМ перед сміливим Apple, вони точно не втраплять у халепу. Так сталося, що в день оголошення про вихід ІВМ РС Білл Ґейтс перебував у штаб-квартирі Apple. «Складалося враження, що їм байдуже, — говорив він. — Лише за рік вони збагнули, що саме трапилося».⁷²⁴

Конкуренція збуджувала Джобса, особливо якщо він вважав конкурентів відстоєм. Він бачив себе просвітленим воїном «дзену», який бореться із силами потворності та зла. З його подачі Apple розмістила у Wall Street Journal складене з його участю рекламне оголошення із заголовком: «Ласкаво просимо, ІВМ. Серйозно».

Одна з причин, чому Джобс так зневажливо поставився до IBM PC, полягала в тому, що він уже бачив майбутнє і приступив до його винайдення. Під час відвідин Хегох PARC йому показали багато ідей, розроблених свого часу Аланом Кеєм, Дагом Енгельбартом та їхніми колегами, найвидатнішою з яких був графічний користувацький інтерфейс (Graphical User Interface, GUI), в якому було образно представлено поверхню робочого столу з віконцями, іконками та «мишею» у ролі вказівника. Творча наснага команди Хегох PARC у поєднанні з дизайнерським та маркетинговим генієм Джобса зроблять GUI наступним великим стрибком у полегшенні людино-комп'ютерної взаємодії в тому вигляді, в якому її собі уявляли Буш, Ліклайдер та Енгельбарт.

Два основні візити Джобса і його команди до Хегох PARC відбулися в грудні 1979 року. Джеф Раскін, інженер з Apple, який розробляв простий у використанні комп'ютер, що врешті-решт стане легендарним Macintosh, уже бачив, що робили у Хегох, та прагнув переконати Джобса розглянути їхні здобутки. Проблема була в тому, що Джобс вважав Раскіна нестерпним — і називав його «дупоголовим відстійником» — але зрештою Джобс здійснив паломництво. Він домовився із Хегох, що хлопці з Apple вивчать їхню технологію в обмін на дозвіл Хегох інвестувати в Apple мільйон доларів.

Звісно, Джобс не був першою сторонньою особою, яка ознайомилася зі здобутками Хегох PARC. Її дослідники вже влаштували своїм відвідувачам сотні демонстрацій і навіть уже встигли збути більше тисячі екземплярів Хегох Alto — дорогого комп'ютера, розробленого Лемпсоном, Такером та Кеєм, у якому використовувалися графічний користувацький інтерфейс та інші інновації від PARC. Проте Джобс був перший, ким заволоділа ідея інкорпорувати ідеї інтерфейсу від PARC у простий та недорогий персональний комп'ютер. Знову ж таки, авторами найвидатнішої інновації стали не ті, хто створив проривну технологію, а ті, хто придумав, як її використати з користю.

Під час першого візиту Джобса інженери Хегох PARC на чолі з Адель Голдберг, яка працювала ще з Аланом Кеєм, поводитися недовірливо та мало що показали Джобсу. Проте він надзвичайно роздратувався, повсякчас кричав «Досить цього лайна!», і зрештою, з дозволу вищого керівництва Хегох, йому влаштували повноцінний показ. Поки інженери Apple вивчали кожен піксель на екрані, Джобс гасав кімнатою з криками: «Ви сидите на золотій жилі! Просто неймовірно, що Хегох цим не користується!».

Їм продемонстрували три великі інновації. Першою був Ethernet — розроблені Бобом Меткалфом технології для створення локальних мереж. Подібно до Гейтса та інших піонерів індустрії персональних комп'ютерів, Джобса мережеві технології цікавили не дуже — принаймні точно не так, як мали б. Він був зосереджений на здатності комп'ютерів надавати силу

індивідам, а не сприянні їхній взаємодії. Другою інновацією було об'єктно-орієнтоване програмування. Воно також не захопило Джобса, який не був програмістом.

Зате його увагу привернув графічний користувацький інтерфейс, який мав вигляд поверхні робочого столу та був настільки ж інтуїтивний та дружний, як ігровий майданчик у сусідньому дворі. Він мав милі іконки для позначення документів, папок та інших речей, які могли закохати в себе користувачів, у тому числі корзини для сміття, та керований «мишею» курсор, завдяки якому на них було дуже легко клацати. Джобс сам не просто закохався в нього, але й побачив способи його покращити, зробити ще простішим та елегантнішим.

GUI став можливим завдяки растеризації — ще одній інновації, започаткованій у Xerox PARC. Доти більшість комп'ютерів, в тому числі Apple II, генерували на екрані лише цифри чи літери, зазвичай мертвотно зелені на чорному тлі. Растеризація дозволяла комп'ютеру керувати — тобто вмикати, вимикати чи заповнювати будь-яким кольором — кожним окремим пікселем екрана. Це давало можливість зображувати різноманітні чудові картинки, шрифти, креслення та графіку. Джобса із його нюхом на дизайн, знайомством зі шрифтами та любов'ю до каліграфії растеризація просто приголомшила. «Із моїх очей ніби спала завіса, — пригадував він. — Я побачив, як саме приречене виглядати майбутнє обчислювальної техніки».

Коли Джобс повертався до офісу Apple у Купертіно на швидкості, якій позаздри б навіть Гейтс, він сказав своєму колезі Біллу Аتكінсону, що вони мають зробити графічний інтерфейс від Xerox частиною майбутніх комп'ютерів Apple на зразок прийдешніх Lisa та Macintosh. «Це те, що треба! — кричав він. — Нам конче необхідно це зробити!» Це був спосіб наблизити комп'ютери до людей.⁷²⁵

Пізніше, коли йому закинули крадіжку ідей Xerox, Джобс відповів цитатою Пікассо: «Гарні художники копіюють, видатні — крадуть», після чого додав: «Ми ніколи не соромилися красти видатні ідеї». Він також із гордістю говорив, що Xerox сама прогавила свою ідею. «Ті копіювальноголові гадки не мали про те, на що здатен комп'ютер, — відгукувався він про менеджмент Xerox. — Замість одержати найвидатнішу перемогу в комп'ютерній індустрії, вони зазнали поразки. Xerox могла стати володаркою всієї комп'ютерної індустрії».⁷²⁶

Як на те пішлося, жодне з цих пояснень не дає справедливої оцінки заслугам Джобса та Apple. Приклад забутого винахідника з Айови Джона Атанасова свідчить, що концепція — то лише перший крок. По-справжньому має значення лише виконання. Джобс та його команда взяли ідеї Xerox, вдосконалили їх, втілили та продали. Xerox мала всі шанси це зробити, і вона, до речі, намагалася, випустивши машину під назвою Xerox Star. Вона була

грубезною, недопрацьованою, дорогою і, як наслідок, провалилася. Команда Apple спростила «мишу», залишивши на ній лише одну кнопку, наділила її владою пересувати документи та інші елементи екраном, дозволила змінювати розширення файлів простим перетяганням і «скиданням» документів у відповідну папку, створила випадні меню та уможливила ілюзію нагромадження документів, що перекидали один одного.

У січні 1983 року Apple випустила Lisa, а наступного року — значно успішніший Macintosh. Презентуючи Мак, Джобс розумів, що він стане локомотивом персонально-комп'ютерної революції, оскільки був достатньо простим у використанні комп'ютером, щоб узяти його додому. У ході ефектної церемонії запуску продукту він прокрокував темною сценою, а потім витягнув новий комп'ютер із сукняного мішка. Заграв головний саундтрек із фільму «Вогняні колісниці»*, а екраном по горизонталі проповзло слово MACINTOSH, під яким поступово, наче з-під неспішного пера, з'явилися написані вишуканим почерком слова: «Безумно чудовий!». У залі запанувала побожна тиша, яку перервали кілька зітхань. Більшість із присутніх ніколи не бачила і навіть не уявляла собі щось настільки ефектне. Далі екраном, змінюючи одне одного, пронеслися зображення різноманітних шрифтів, документів, діаграм, малюнків, гри в шахи, електронної таблиці та зображення самого Джобса із коміксовою хмаринкою-думкою біля голови, у якій було написано слово Macintosh. Овації тривали п'ять хвилин.⁷²⁷

Запуск Macintosh супроводжувався пам'ятним рекламним роликом за назвою: «1984», у якому юна героїня втікала від поліції авторитарного режиму і кидала молот у екран, знищуючи Старшого Брата. То бунтар Джобс кидав виклик ІВМ. І цього разу Apple мала перевагу: вона довела до досконалості та втілила в життя графічний користувацький інтерфейс, новітній величезний стрибок у людино-машинній взаємодії, тоді як ІВМ із постачальником їхньої операційної системи, компанією Microsoft, досі використовувала грубі командні рядки з запрошеннями на зразок «с:\ >».

Windows

На початку 1980-х років, до появи Macintosh, стосунки між Microsoft і Apple були дружніми. Того серпневого дня 1981 року, коли ІВМ оголосило про вихід свого РС, Ґейтс відвідував Джобса в офісі Apple, що траплялося регулярно,

* Художній фільм, історична драма, що відображає історію двох британських спортсменів-бігунів, один із яких — єврей, а інший — місіонер, відданий християнській релігії, що брали участь в Олімпійських іграх 1924. Головну композицію до фільму написав грецький композитор Вангеліс (справжнє ім'я: Евангеліс Одіссеас Папатанасіу). Саме ця композиція отримала у 1981 році Оскара як найкраща композиція до фільму. Згодом вона стала міжнародним хітом і її багато разів виконували різні виконавці. — *Прим. ред.*

оскільки джерелом більшої частини прибутку Microsoft в той час було програмне забезпечення, яке вона писала для Apple II. У цих стосунках Гейтс досі був прохачем. 1981 року прибуток Apple становив 334 млн, тоді як у Microsoft було 15 млн доларів. Джобс жадав, щоб Microsoft написала нові версії свого програмного забезпечення для Macintosh, який на той час залишався таємним дослідно-конструкторським проектом. Тож під час їхньої зустрічі у серпні 1981 року він розкрив Гейтсу свої плани.

Гейтсові ідея Macintosh — недорогого комп'ютера для широких мас із простим графічним користувацьким інтерфейсом — видалася, за його словами, «суперкрутою». Він був готовий, ба навіть жадав, навантажити Microsoft написанням прикладного ПЗ для цього комп'ютера. Тож він запросив Джобса до Сіетла. На презентації, влаштованій інженерам Microsoft, Джобс виявляв чудеса харизми. Дозволивши собі трохи метафоричності, він описав своє бачення фабрики в Каліфорнії, яка поглинатиме пісок, сировину для одержання кремнію, і видаватиме на-гора «інформаційний побутовий прилад», настільки простий, що не потребуватиме інструкції для користувача. Microsoft'івці присвоїли проекту кодову назву Sand («Пісок»). Вони навіть придумали для нього розшифровку: «Новий фантастичний прилад Стіва» (Steve's Amazing New Device).⁷²⁸

Джобс був всерйоз занепокоєний тим, щоб Microsoft не скопіювала графічний користувацький інтерфейс. Його нюх на те, що викликатиме фурор у середньостатистичних споживачів, підказував, що образ робочого столу з навігацією за принципом «вказав та клацнув», якщо його правильно реалізувати, стане проривом, що зробить комп'ютери по-справжньому персональними. 1981 року на дизайнерській конференції у Аспені він красномовно просторікував про те, наскільки простими стануть комп'ютерні екрани, якщо використовуватимуть «образи, вже зрозумілі людям, на зразок розкладених на столі документів». Його страх, що Гейтс вкраде цю ідею, був дещо іронічний, оскільки Джобс сам поцупив концепцію у Херох. Але за логікою Джобса виходило, що він уклав бізнес-угоду на придбання прав на привласнення ідеї Херох. До того ж він її вдосконалив.

Тож Джобс вніс у свій контракт із Microsoft пункт, який, на його думку, мав дати Apple принаймні рік форти у використанні графічного користувацького інтерфейсу. Він проголошував, що впродовж певного періоду Microsoft не виготовлятиме для жодної компанії, окрім Apple, жодного програмного забезпечення, яке «використовує „мишу“ або трекбол» або має графічний інтерфейс типу «вказав та клацнув». Але цього разу Джобсівське поле викривлення реальності зіграло з ним злий жарт. Він так прагнув вивести Macintosh на ринок до кінця 1982 року, що навів самому собі, що так воно і станеться. Тож погодився на те, що заборона діятиме до кінця 1983 року. Але сталося так, що поставки Macintosh почалися лише в січні 1984 року.

У вересні 1981 року Microsoft почала потай розробляти нову операційну систему, яка мала замінити DOS та базувалася на концепції робочого столу з віконцями, іконками, «мишею» та курсором. Вона найняла Чарльза Симо-ні, інженера-програміста з Xerox PARC, який свого часу працював із Аланом Кеєм над створенням графічних програм для Xerox Alto. У лютому 1982 року газета Seattle Times надрукувала фотографію Гейтса та Аллена, за спинами яких гострозорі читачі могли помітити білу дошку з кількома ескізами, над якими було написано слова «Віконний менеджер». Влітку того ж року, коли Джобс почав розуміти, що вихід Macintosh відкладається щонайменше до кінця 1983 року, він впав у відверту параною. Його страхи посилювалися ще дужче, коли його близький товариш Енді Герцфельд, інженер із команди, що працювала над Macintosh, доповів, що його контактна особа у Microsoft почала детально розпитувати його про принципи роботи растеризації. «Я сказав Стіву, що підозрюю, що Microsoft збирається клонувати Мак», — пригадував Герцфельд.⁷²⁹

Страхи Джобса матеріалізувалися в листопаді 1983 року, за два місяці до виходу Macintosh, коли Гейтс провів прес-конференцію у мангеттенському готелі Palace. Він оголосив про розробку Microsoft нової операційної системи, яку можна буде встановлювати на IBM PC та його клони і яка матиме графічний користувацький інтерфейс. І що називатиметься вона Windows.

Гейтс мав цілковите право це робити. Дія його обмежувальної угоди з Apple добігала кінця наприкінці 1983 року, а Microsoft планувала розпочати поставки Windows значно пізніше (як виявилось, на випуск навіть дуже неоковирної версії 1.0 в Microsoft пішло стільки часу, що поставки Windows почалися лише в листопаді 1985 року). Проте Джобс оскаженів, і тоді було на що подивитися. «Гейтса сюди, негайно!» — наказав він одному зі своїх менеджерів. Гейтс підкорився, проте не злякався. «Він викликав мене, щоб виляяти, — пригадував Гейтс. — Я вирушив до Купертіно, наче актор на виставу за наказом короля. Я сказав йому: „Ми робимо Windows“. І ще додав: „Ми робимо ставку на графічний інтерфейс“». У відповідь Джобс несамовито заволав на весь по зав'язку набитий сповненими побожного трепету працівниками офіс Apple: «Ти плагіатор! Я тобі вірив, а тепер ти нас грабуєш!».⁷³⁰ Коли Джобс накручував себе до несамовитої люті, Гейтс, навпаки, мав звичку заспокоюватися та холонуги. Тож щойно Джобс закінчив свою тираду, Гейтс подивився йому у вічі та своїм писклявим голосом сказав фразу, що стала класикою дотепності: «Розумієш, Стіве, вважаю, на це можна дивитися з багатьох боків. Як на мене, це радше ніби ми мали багатого сусіда на ім'я Ксерокс, і якийсь я вломився до нього в хату, щоб украсти телевізор, але виявилось, що ти вкрав його ще до мене».⁷³¹

Джобс до кінця життя тримав на нього зуб. «Вони просто геть усе передрали у нас, бо Гейтс абсолютно безсоромний тип», — говорив він незадовго до

своєї смерті майже тридцять років по тому. Дізнавшись про це, Гейтс відповів: «Якщо він так вважає, то він і справді потрапив в одне з власних полів викривлення реальності».⁷³²

Зрештою суди постановили, що з точки зору закону Гейтс мав рацію. У рішенні федерального апеляційного суду зазначалося, що «GUI розроблявся як спрощений для користувачів спосіб комунікації простих смертних із комп'ютером Apple... базованого на образі поверхні робочого столу з вікнами, іконками та випадними меню, якими можна маніпулювати на екрані за допомогою ручного пристрою за назвою „миша“». Проте він виніс вирок, що «Apple не має права вимагати патентноподібного захисту для ідеї графічного користувацького інтерфейсу чи ідеї образу поверхні робочого столу». Захистити патентом інновацію, що стосувалася вигляду та відчуття взаємодії з комп'ютером, було майже неможливо.

Хай що вирішив суд, Джобс мав право злитися. Рішення від Apple було інноваційним, творчим, вишуканішим у виконанні та геніальнішим з погляду дизайну. Своєю чергою GUI від Microsoft був дуже нековирним, із плитковими вікнами, нездатними накладатися одне на одне, та графічними елементами, які мали такий вигляд, наче їх спроектували алкаші з якогось сибірського підвалу.

Проте Windows зрештою продряпала собі шлях до панування не завдяки кращому дизайну, а кращій бізнес-моделі. Станом на 1990 рік частка Microsoft Windows на ринку сягнула 80 % і продовжувала зростати, 2000 року досягнувши позначки у 95 %. Із точки зору Джобса, успіх Microsoft — це естетичний дефект функціонування Всесвіту. «Єдина проблема Microsoft у тому, що в них просто немає смаку, абсолютно немає смаку, — казав він пізніше. — І я не кажу про дрібниці, я кажу про все взагалі, в тому сенсі, що вони не вигадують оригінальних ідей та не вкладають у свою продукцію хоч якоїсь культури».⁷³³

Головною причиною успіху Microsoft була її готовність та прагнення дати право використовувати свою операційну систему будь-якому виробнику апаратного забезпечення. Натомість Apple дотримувалась інтегрованого підходу. Її апаратне забезпечення постачалося лише у комплекті з програмним забезпеченням і навпаки. Джобс був митцем, перфекціоністом, а отже людиною, одержимою ідеєю контролювати все особисто та керувати переживаннями користувача від початку до кінця. Підхід Apple призвів до виникнення якісніших продуктів, більшої рентабельності та рафінованіших переживань користувачів. Підхід Microsoft привів до ширшого вибору апаратного забезпечення. А ще — виявився кращим шляхом до завоювання частки ринку.

Річард Столмен, Лінус Торвальдс та рухи за вільне та відкрите програмне забезпечення

Наприкінці 1983 року, саме коли Джобс готувався представити широкому загалу Macintosh, а Ґейтс анонсував Windows, виник ще один підхід до створення програмного забезпечення.

Його просував один із запеклих завідників Лабораторії штучного інтелекту та Клубу технічного залізничного моделювання MIT Річард Столмен, одержимий істиною хакер із зовнішністю старозавітного пророка. Столмен з іще більшою моральною затятістю, аніж члени Кустарного комп'ютерного клубу, які копіювали катушки з Microsoft BASIC, був переконаний, що програмне забезпечення має створюватися спільними зусиллями та поширюватися абсолютно вільно.⁷³⁴

На перший погляд здавалося, що такий підхід не здатен зацікавити людей виробляти якісне програмне забезпечення. Ґейтса, Джобса та Брикліна спонукала аж ніяк не радість вільного поширення. Але завдяки існуванню колаборативної та громадської етики, якою була просякнута хакерська культура, рухи за вільне та відкрите програмне забезпечення зрештою стали могутніми силами.

Народжений 1953 року, Річард Столмен зростав на Мангеттені та з дитинства дуже цікавився математикою, ще малим самостійно опанувавши математичний аналіз. «У математики є щось спільне з поезією, — говорив він пізніше. — Вона складається з настільки точних відношень, настільки точних кроків і настільки точних наслідків, що стає красивою».

На відміну від однокласників, йому було притаманне глибоке неприйняття змагальності. Коли у старших класах вчитель поділив учнів на дві команди для участі у вікторині, Столмен відмовився відповідати на будь-які запитання. «Я опирався самому поняттю змагання, — пояснював він. — Я розумів, що мною маніпулюють, і що мої однокласники стають жертвами цієї маніпуляції. Усі вони хотіли перемогти інших, які були не меншими їхніми друзями, ніж члени їхньої команди. Вони почали вимагати, щоб я відповідав на запитання, щоб ми перемогли. Але я опирався цьому тиску, оскільки не надавав переваги жодній із команд».⁷³⁵

Столмен вступив до Гарварду, де став легендою навіть серед чаклунів-математиків, і щоліта, а також після випуску, працював у Лабораторії штучного інтелекту MIT, розташованій у Кембриджі на відстані двох станцій метро. Там він зробив внесок у побудову залізничної мережі Клубу технічного залізничного моделювання, написав для PDP-10 симулятор PDP-11 та закохався в колаборативну культуру. «Я став частиною спільноти з багаторічною історією вільного поширення програм, — пригадував він. — Щоразу, як люди з інших університетів чи компаній мали бажання портувати чи використати

нашу програму, ми радо погоджувалися. І завжди можна було попросити подивитися вихідний код». ⁷³⁶

Як і належить справжньому хакеру, Столмен відкидав будь-які обмеження. Він та його друзі-студенти розробили силу-силенну способів вламуватися в кабінети, де були встановлені заборонені термінали. Сам він вмів пролізати через підвісну стелю, відсовуючи одну з плиток, та повертати дверну ручку за допомогою довгої магнітної стрічки, до кінчика якої були приліплені шматки скотчу.

Коли в MIT запровадили базу даних користувачів та систему надійних паролів, Столмен чинив опір та закликав своїх колег робити те саме: «Я вважав це огидним, тож не заповнив форму та створив порожній пароль». Якось один із професорів пригрозив йому, що університет видалить його файловий каталог. Столмен відповів, що від цього постраждають усі, оскільки в його каталозі містяться деякі з системних файлів. ⁷³⁷

Хоч як це було прикро для Столмена, на початку 1980-х років хакерське братство MIT почало розпадатися. Лабораторія придбала новий часорозподілений комп'ютер із пропріетарною програмною системою. «Навіть для отримання копії виконаного файла необхідно було підписати угоду про нерозголошення, — лементував Столмен. — Тобто першим кроком до використання комп'ютера була обіцянка не допомагати своєму сусіду. Кооперативна спільнота була заборонена». ⁷³⁸

Замість бунтувати, багато його колег приєдналися до комерційних програмістських фірм, зокрема до відгалуження лабораторії MIT за назвою Symbolics, де завдяки відмові від вільного поширення ПЗ заробили купу грошей. Столмен, який подеколи спав у своєму кабінеті та мав такий вигляд, наче скуповується у секонд-хенді, не поділяв їхніх меркантильних мотивів та вважав їх зрадниками.

Останньою краплею стала ситуація, що виникла, коли Хегох пожертвував інституту новий лазерний принтер і Столмен зажадав встановити програмний хак, який попереджав би під'єднаних до мережі користувачів, що принтер заклинило. Він попросив когось надати йому вихідні коди драйвера принтера, проте той відмовив, сказавши, що підписав угоду про нерозголошення. Столмен сприйняв це як моральну наругу.

Усі ці події сприяли остаточному утвердженню Столмена в образі Ієремії, який бореться з ідолопоклонством та читає проповіді з Книги Плачу. «А й справді, інколи мене порівнюють зі старозавітним пророком, і причиною цього є те, що старозавітні пророки стверджували, що певні соціальні практики погані, — наголошував він. — Вони ніколи не йшли на компроміс у питаннях моралі». ⁷³⁹ Не йшов на компроміс і Столмен. Він був переконаний, що пропріетарне програмне забезпечення є «злом», оскільки «люди не могли вільно всім ділитися, що робило суспільство потворним». Він вирішив,

що єдиним способом опиратися силам зла та здолати їх є створення вільного програмного забезпечення.

Тож 1982 року, відштовхнутий егоїзмом, яким, здавалося, було просякнута все суспільство ери Рейгана, а не лише програмісти-підприємці, Столмен узявся за створення вільної та абсолютно непропріетарної операційної системи. Щоб завадити МІТ висувати на неї будь-які права, він звільнився з Лабораторії штучного інтелекту, хоча його поблажливий куратор дозволив йому залишити собі ключ та продовжити користуватися ресурсами лабораторії. Столмен вирішив розробляти операційну систему, подібну до UNIX, яка була створена 1971 року у Bell Labs та стала стандартом для більшості університетів та хакерів. Проявивши витончене програмістське почуття гумору, Столмен придумав для своєї операційної системи рекурсивну аббревіатуру, GNU, що розшифровувалася «GNU — не UNIX» (GNU's Not UNIX).

У часописі Dr. Dobbs's Journal — виданні, що постало з Кустарного комп'ютерного клубу та People's Computer Company — за березень 1985 року було надруковано маніфест Столмена: «Я вважаю, що Золоте правило вимагає від мене, якщо мені подобається якась програма, ділитися нею з іншими, кому вона подобається. Продавці ПЗ прагнуть розділяти користувачів та панувати над ними, змушуючи кожного користувача програми погодитися не ділитися нею з іншими. Я відмовляюся порушувати в такий спосіб солідарність із іншими користувачами... Щойно GNU буде написана, кожен зможе отримати добротне системне ПЗ вільно, зовсім як повітря».⁷⁴⁰

Назва Столменового руху «за вільне програмне забезпечення» не зовсім точно відображає його суть. Його мета полягала не в тому, щоб зробити все програмне забезпечення безоплатним, а щоб звільнити його від будь-яких обмежень. Столмену доводилося неодноразово пояснювати, що «коли ми називаємо програмне забезпечення „вільним“, то маємо на увазі, що воно поважає невід'ємні свободи користувачів: право його запускати, вивчати та змінювати, а також перепоширювати копії зі змінами чи без. Це питання свободи, а не ціни, тож найпершою асоціацією має бути „свобода слова“, а не „безкоштовне пиво“».

Для Столмена рух за вільне програмне забезпечення був не просто способом розробки ПЗ силами рівноправних однодумців, а моральним імперативом для побудови хорошого суспільства. Він говорив, що проголошені його рухом принципи «є ключовими не лише для добробуту окремих користувачів, а й для суспільства в цілому, оскільки ратують за суспільну солідарність, тобто спільне використання та кооперацію».⁷⁴¹

Щоб увіковічнити та затвердити своє кредо, Столмен придумав загальну громадську ліцензію GNU (GNU General Public License, GNU GPL), а також підказану товаришем концепцію копілефту (copyleft) — цілковитої проти-лежності копірайту (copyright). Столмен стверджував, що суть GPL у тому,

що вона надає «кожному дозвіл запускати програму, копіювати програму, змінювати програму та поширювати змінені версії — але не дозволяє встановлювати власні додаткові обмеження». ⁷⁴²

Столмен особисто написав перші складові операційної системи GNU, в тому числі текстовий редактор, компілятор та багато інших інструментів. Проте ставало дедалі очевидніше, що одного ключового елемента бракує. «А як же ядро?» — запитав його 1986 року в ході інтерв'ю кореспондент журналу Byte. Ядро — це центральний модуль операційної системи, який обробляє запити від програмного забезпечення та перетворює їх на інструкції для центрального процесора комп'ютера. «Спершу я закінчу компілятор, а тоді візьмуся за ядро, — відповів Столмен. — Також мені доведеться переписати файлову систему». ⁷⁴³

Із різних причин написання ядра для GNU виявилось заскладною для нього задачею. Але 1991 року таке ядро з'явилося, до того ж написав його не Столмен і не члени його Фонду вільного програмного забезпечення, а найнесподіваніший персонаж: 21-річний зубатий та пустотливий шведськомовний фін із Гельсінського університету Лінус Торвальдс.

Батько Лінуса Торвальдса був членом комуністичної партії та тележурналістом, мати — студенткою-радикалом, а згодом журналісткою друкованих ЗМІ, але їхнього сина, який зростає у Гельсінкі, більше зацікавили технології, аніж політика. ⁷⁴⁴ Він описував себе як «гарний математик та гарний фізик без жодних соціальних навичок, і це ще до того, як бути нердом стало вважатися хорошою манерою». ⁷⁴⁵ Тим паче у Фінляндії.

Коли Торвальдсу було одинадцять, його дідусь, професор статистики, подарував йому уживаний Commodore Vic 20 — один із перших персональних комп'ютерів. Торвальдс почав писати власні програми мовою BASIC, зокрема й таку, яка приємно здивувала його молодшу сестру, оскільки повсякчас виводила на екран повідомлення «Сара найкраща». «Однією з найбільших моїх радостей, — згадував він, — було дізнатися, що комп'ютери подібні до математики: можна зробити власний світ зі своїми власними правилами».

Не звертаючи увагу на батькові підбурювання зайнятися баскетболом, Торвальдс натомість зосередився на написанні програм машинною мовою — мовою числових інструкцій, що виконуються безпосередньо центральним процесором комп'ютера, яка відкрила йому радість «близькості із машиною». Пізніше він згадував, що йому пощастило вивчати мову асемблера та машинний код на дуже простому пристрої: «Хоч як це дивно, але комп'ютери були кращими для дітей, коли були не такими складними, і коли очкарики, подібні до мене, могли вовтузитися „під капотом“». ⁷⁴⁶ Як і автомобільні двигуни, комп'ютери, зрештою, стало вельми складно розбирати та збирати назад.

Вступивши 1988 року до Гельсінського університету та відслуживши рік у Сухопутних військах Фінляндії, Торвальдс придбав клон IBM із процесором Intel 386. Встановлена на ньому MS-DOS виробництва Ґейтса і його компанії його не вразила, тож він вирішив, що краще було б встановити на нього UNIX, яка йому припала до душі ще часів роботи із нею на університетських мейнфреймах. Але UNIX коштувала 5 тис. доларів за копію і не була налаштована для запуску на домашніх комп'ютерах. Торвальдс вирішив це виправити.

Він прочитав книгу з операційних систем, написану професором комп'ютерних наук із Амстердама Ендрю Таненбаумом, який розробив MINIX — маленький клон UNIX для навчальних цілей. Торвальдс вирішив на свій новий PC поставити MINIX замість MS-DOS, сплатив 169 доларів за ліцензію («Я вважав це неподобством»), інстальював ОС із шістнадцяти дискет і взявся доповнювати та змінювати MINIX під свої смаки.

Першим його доповненням стала програма для емуляції терміналу, що дозволяла під'єднуватися до університетського мейнфрейму. Він написав програму з нуля мовою асемблера, «на голому апаратному рівні», щоб не залежати від MINIX. Наприкінці весни 1991 року, коли сонце після зимової сплячки знову з'явилося на небосхилі, він, як проклятий, продовжував сидіти над кодом. Усі шли на вулицю, лишень не він. «Більшість часу я проводив у халаті, зігнувшись над своїм непривабливим новим комп'ютером, закрившись від сонця цупкими чорними фіранками».

Щойно рудиментарний емулятор терміналу запрацював, він захотів мати змогу скачувати та завантажувати файли, тож написав дисковий драйвер та драйвер файлової системи. «Коли я це зробив, стало очевидно, що проект стоїть на шляху до перетворення на операційну систему», — пригадував він. Іншими словами, він узявся за створення програмного пакета, який міг би слугувати ядром UNIX-подібної операційної системи. «От я сиджу в потертому халаті і мучу емулятор терміналу з додатковими функціями, а тоді раптом розумію, що він перетворився на зародок нової операційної системи». Він розібрався із сотнями «системних викликів», які здатна була виконувати UNIX, щоб змусити комп'ютер виконати основні операції на зразок відкриття та закриття, зчитування та запису, після чого написав власні програмні реалізації для них усіх. Він досі жив у материній квартирі й повсякчас сварився з сестрою Сарою, яка вела нормальне суспільне життя, тому що їхня телефонна лінія була постійно зайнята його модемом. «До нас ніхто не міг додзвонитися», — жалілася вона.⁷⁴⁷

Спершу Торвальдс планував назвати свою нову програму Freax — комбінація слів free (вільний), freaks (фріки) та UNIX. Проте власнику використованого ним FTP-сайта ця назва не сподобалася, тож Торвальдс зупинився на варіанті Linux, схожим вимовою на його власне ім'я.⁷⁴⁸ «Я не хотів



Стів Джобс (1955–2011)
та Стів Возняк (нар. 1950), 1976 р.



Графічне зображення Джобса
на першому Macintosh, 1984 р.



Річард Столмен (нар. 1953)



Лінус Торвальдс (нар. 1969)

використовувати цю назву, бо вважав, що це трохи заєгоїстично», — згадував він. Але пізніше він визнав, що якась частина його «я» отримувала задоволення від одержання визнання після багатьох років, проведених у тілі нерда-затворника, і він був радий, що вибрав саме цю назву.⁷⁴⁹

На початку осені 1991 року, коли в Гельсінкі світловий день ставав коротшим, Торвальдс вийшов на люди з оболонкою своєї системи, що містила десять тисяч рядків коду.^{*} Замість спробувати вивести свій витвір на ринок, Лінус вирішив викласти його для широкого загалу. Незадовго перед цим вони з приятелем відвідали лекцію Столмена, який став мандрівним проповідником доктрини вільного програмного забезпечення. Не можна було сказати, що Торвальдс прийняв певну догму: «Вважаю, на той момент це не мало великого впливу на моє життя. Мене цікавила технологія, а не політика — політики мені вистачало вдома».⁷⁵⁰ Проте він розгледів практичні переваги відкритого підходу. Радше інстинктивно, аніж як філософський вибір, він відчув, що Linux слід поширювати вільно та з надією, що хтось із її користувачів допоможе її вдосконалити.

П'ятого жовтня 1991 року він опублікував у присвяченій MINIX мережівій тематичній конференції зухвале повідомлення: «Оплакуєте добрі часи minix-1.1, коли чоловіки були чоловіками і писали власні драйвери пристроїв? — почав він. — Я працюю над безкоштовною версією аналога minix для комп'ютерів AT-386. Вона нарешті стала придатною до використання (хоча це залежить від ваших потреб), і я готовий викласти її вихідні коди для широкого розповсюдження».⁷⁵¹

«Не можу сказати, що написати те повідомлення було якимось важливим рішенням, — пригадував він. — Я звик саме до такого способу обміну програмами». У комп'ютерному світі існувала (і досі існує) міцна культура умовно безкоштовних програм, у рамках якої люди добровільно надсилають кілька доларів автору завантаженої ними програми. «Я отримував електронні листи, автори яких запитували, чи не був би я проти, якщо вони надішлють мені тридцять баксів чи близько того», — розповідав Торвальдс. Він накопичив 5 тис. доларів боргу за студентськими позиками та досі щомісяця віддавав 50 доларів за придбаний на виплат комп'ютер. Проте замість пожертв він попросив надсилати йому листівки, і вони ринули потоком із усіх куточків світу, де люди користувалися Linux. «Зазвичай пошту забирала Сара, і її невимовно вразило, що її забіякуватий старший брат якимось чином завів друзів у таких далеких краях, — пригадував Торвальдс. — То для

* Станом на 2009 рік версія 5.0 варіанта GNU/Linux Debian містила 324 млн рядків вихідного коду, і проведене дослідження показало, що її розробка традиційними засобами коштувала б приблизно 8 млрд доларів (<http://gsyc.es/~frivas/paper.pdf>).

неї був перший дзвіночок, що я робив щось потенційно корисне упродовж усіх тих годин, коли займав телефонну лінію».

Пізніше Торвальдс пояснював, що його рішення уникати оплати базувалося на суміші причин, однією з яких було бажання підтримати сімейну традицію:

Я почувався послідовником науковців та інших учених, котрі впродовж століть будували свою роботу на закладених іншими підвалинах... Також я хотів відгуків (ну і похвал, куди без цього). Не було жодного сенсу виставляти рахунок людям, які потенційно могли допомогти мені вдосконалити роботу. Вважаю, я підійшов би до цього питання інакше, якби не виріс у Фінляндії, де на кожного, хто виявляє найменші ознаки жадоби, дивляться підозріло, якщо не заздрісно. І я, безсумнівно, підійшов би до всього цього принципу „жодних грошей“ зовсім інакше, якби не виховувався під впливом діда, запеклого вченого, та батька, затятого комуніста.

«Жадоба до добра не доведе», — проголошував Торвальдс. Такий підхід сприяв його перетворенню на народного героя, ідеальну кандидатуру для прославлення на конференціях та обкладинках журналів як «анти-Гейтса». Йому було за честь усвідомити, що він цим визнанням насолоджується, і що це робить його трохи егоїстичнішим, ніж видається шанувальникам. «Я ніколи не був безкорисливим та позбавленим егоїзму технарем-хіпі, яким мене наполегливо виставляє у своїх мареннях преса», — визнавав він.⁷⁵²

Торвальдс вирішив використати GNU GPL не тому, що повною мірою сприйняв ідеологію вільного поширення Столмена (чи, в цьому випадку, своїх батьків), а тому, що вважав, що якщо надати код до послуг хакерів із усього світу, це дасть поштовх до відкритої спільної праці, що перетворить його ОС на воістину чудову перлину програмного забезпечення. «Я виклав Ліпих у вільний доступ із вельми егоїстичних міркувань, — розповідав він. — Я хотів уникнути мороки, пов'язаної з копірванням у тих частинах операційної системи, які вважав цілковитим відстоєм. Я хотів, щоб мені з ними допомогли».⁷⁵³

Інстинкт його не підвів. Випуск ядра Ліпих спричинив справжнє цунамі однорангової добровільної співпраці, яка стала взірцем спільного виробництва, локомотивом інновацій цифрової епохи.⁷⁵⁴ Станом на осінь 1992 року, за рік після випуску Linux, відповідна тематична конференція в інтернеті налічувала десятки тисяч користувачів. Безкорисливі співавтори зробили такі вдосконалення, як Windows-подібний графічний інтерфейс та інструменти для полегшення мережевої взаємодії комп'ютерів. Щойно хтось знаходив якийсь баг, дуже швидко з'являвся той, хто його усував. У своїй книзі «Собор та базар» Ерік Реймонд, один із основоположних теоретиків руху за відкритим програмним забезпеченням, сформулював твердження, яке назвав «законом Лінуса»: «За достатньої кількості очей усі баги лежать на поверхні».⁷⁵⁵

Одноранговий обмін та громадська співпраця не були якимось новим явищем. Навколо питання про те, чому люди та представники деяких інших біологічних видів співпрацюють на альтруїстичних, на перший погляд, засадах, виникла ціла галузь еволюційної біології. Традиція формування добровільних асоціацій, що простежується у всіх суспільствах, була особливо сильна в ранній Америці, свідченням чого є кооперативні справи від стьобання ковдр до побудови амбарів. «У жодній країні світу принцип асоціації не використовувався настільки успішно і не застосовувався з таким завзяттям до настільки величезного розмаїття задач, як в Америці», — писав Алексіс де Токвіль.⁷⁵⁶ Бенджамін Франклін у своїй «Автобіографії» (Autobiography), пояснюючи причини, що спонукали його формувати добровільні асоціації задля створення шпиталю, ополчення, загонів прибиральників, пожежної бригади, бібліотеки з видачею книг додому, патрулів нічної варти та багатьох інших громадських проєктів, сформулював громадянське кредо у вигляді лозунгу: «Працювати на користь загального блага — богоугодна справа».

Корпорація хакерів, що виросла довкола GNU та Linux, продемонструвала, що добровільну співпрацю можуть рухати не лише фінансові винагороди, а й емоційні принади. «Гроші — не найкращий рушій, — говорив Торвальдс. — Найкраще люди працюють, коли ними рухає пристрасть. Коли вони отримують задоволення. Це справедливо не лише для інженерів-програмістів, а й для драматургів, скульпторів та підприємців». Також певну роль відіграє егоїзм, і немає значення, свідомий чи ні. «До того ж хакери значною мірою керуються бажанням за рахунок вагомих внесків здобути повагу колег... Усі прагнуть їх вразити, покращити свою репутацію, підвищити свій соціальний статус. Відкрита розробка дає програмістам такий шанс».

У «Листі любителям» Гейтс, жаліючись на нелегальне поширення Microsoft BASIC, із докором запитував: «Хто може собі дозволити виконувати професійну роботу задарма?». Для Торвальдса така позиція звучала дико. Вони з Гейтсом походили з дуже різних культур — комуністично забарвленої радикальної гелсінської професури та корпоративної еліти Сіетла відповідно. Так, Гейтс зрештою придбав більший будинок, проте Торвальдс став об'єктом поклоніння антистеблшменту. «Схоже, журналісти просто обожують той факт, що тоді як Гейтс мешкає у високотехнологічному маєтку на березі озера, я перечіпляюся об доньчині іграшки в одноповерховому будинку з трьома спальнями та поганими трубами в нудній Санта-Кларі, — говорив він із іронічним самоусвідомленням. — І що я їжджу на нудному Pontiac. І сам відповідаю на телефонні дзвінки. Як можна мене *не* любити?».

Торвальдс зумів оволодіти важливим для цифрової епохи мистецтвом стати визнаним лідером масштабного децентралізованого неієрархічного спільного проєкту, чогось на зразок того, чим приблизно тоді ж займався Джиммі Вейлз, співзасновник Wikipedia. Перше правило для такої ситуації:

ухвалювати рішення як інженер, на підставі технічних критеріїв, а не особистих міркувань. «То був спосіб змусити людей повірити мені, — пояснював Торвальдс. — Коли люди тобі вірять, вони дослухаються до твоїх порад». Він також збагнув, що лідери добровільних спільних проєктів мають заохочувати інших керуватися власною пристрастю, а не командувати ними. «Найкращий та найефективніший спосіб вести людей за собою — зробити так, щоб вони щось робили тому, що вони цього хочуть, а не тому, що ти хочеш цього від них». Такий лідер знає, як надати групі можливості для самоорганізації. Якщо все зробити правильно, природним чином постає структура керування на основі консенсусу, як у випадку з Linux та Wikipedia. «Багато людей не можуть повірити в те, що відкрита модель реально працює, — казав Торвальдс. — Люди знають, хто проявляє активність і кому можна довіряти, і все відбувається саме собою. Ніяких голосувань. Ніяких наказів. Ніяких перерахунків голосів».⁷⁵⁷

Поєднання GNU із Linux, принаймні на концептуальному рівні, представляло тріумф хрестового походу Річарда Столмена. Але борці за свободу рідко віддаються святкуванню перемоги. Столмен був пуристом. Торвальдс — ні. Ядро Linux, яке він зрештою почав розповсюджувати, містило деякі двійкові краплі із пропрієтарними елементами. Цьому можна було зарадити; і справді, Столменів Фонд вільного програмного забезпечення створив цілком вільну та непропрієтарну версію. Але Столмен мав глибші та емоційніші претензії. Він жалівся, що називати операційну систему Linux, як це робили майже всі, неправильно, бо Linux — то назва ядра. Систему ж загалом, наполягав він, причому подеколи дуже гнівно, слід називати GNU/Linux. Один із відвідувачів виставки програмного забезпечення переповідав, як Столмен відреагував, коли схвильований 14-річний хлопець запитав його про Linux. «Ти напав на того хлопця та подер його на британський прапор, і було видно, як він змінюється на лиці, а його відданість тобі і нашій справі падає на підлогу безформною купою», — пізніше вичитував він Столмена.⁷⁵⁸

Столмен також наполягав, що метою має бути створення того, що він називав *вільним програмним забезпеченням*, що відображало б моральний імператив ділитися. Він виступав проти фрази «*відкрите програмне забезпечення*», що її почали використовувати Торвальдс та Ерік Реймонді, яка робила наголос на прагматичній меті змусити людей співпрацювати заради ефективнішого створення програмного забезпечення. На практиці більша частина вільного ПЗ є одночасно відкритим, і навпаки; зазвичай воно об'єднується під рубрикою «*вільне та відкрите програмне забезпечення*». Проте для Столмена мало значення не лише те, як хтось пише програми, а й його мотивація. Інакше рух міг стати підвладним компромісу та моральному розкладу.

Суперечки з цього приводу вийшли за межі самої лише суті та стали в певному розумінні ідеологічними. Столмен був одержимий моральною чіткістю й непохитною аурою, та лементував, що «будь-хто, хто нині заохочує ідеалізм, стикається з великою перешкодою: панівна ідеологія заохочує людей відкидати ідеалізм як “непрактичний”». ⁷⁵⁹ Торвальдс, навпаки, був, як і личить інженеру, безсоромно практичний. «Я очолив прагматиків, — наголошував він. — Я завжди вважав ідеалістів цікавими, проте разом з тим дещо нудними та страшними людьми». ⁷⁶⁰

Торвальдс визнав, що він «аж ніяк не є великим шанувальником» Столмена, пояснюючи це так: «Мені не подобаються однозадачні люди, і я не вважаю людей, які перефарбовують світ на чорно-білий, дуже приємними чи, врешті-решт, дуже корисними. Факт у тому, що в будь-якої проблеми є більш ніж два боки, майже завжди існує певний діапазон відповідей, і правильною відповіддю на будь-яке серйозне питання майже завжди є „важко сказати“». ⁷⁶¹ Він також був переконаний у прийнятності заробляння грошей на відкритому програмному забезпеченні. «Сенс відкритого коду — дати всім можливість погратися. Навіщо при цьому відкидати бізнес, який значною мірою живить технологічний прогрес суспільства?» ⁷⁶² Можливо, ПЗ і хоче бути вільним, проте люди, які його пишуть, можуть хотіти годувати своїх дітей та винагороджувати своїх інвесторів.

Ці суперечки не повинні затьмарювати вражаючі досягнення, втілені в життя Столменом, Торвальдсом та тисячами їхніх компаньйонів. Поєднання GNU із Linux створило операційну систему, яку портували на більшу кількість різних апаратних платформ, від десятиох найбільших суперкомп'ютерів світу до вбудованих систем мобільних телефонів, ніж будь-яку іншу операційну систему. «Linux згубний, — писав Ерік Реймонд. — Хто б міг подумати, що операційна система світового рівня може, немов хто махнув чарівною паличкою, постати з зусиль кількох тисяч розробників, які працюють неповний робочий день, розкидані по всій планеті та з'єднані лише тоненькими ниточками інтернету?» ⁷⁶³ Linux стала не просто видатною операційною системою; вона перетворилася на взірець для наслідування для проектів однорангового громадського виробництва в інших сферах, від браузера Mozilla Firefox до наповнення Wikipedia.

На кінець 1990-х років існувала велика кількість моделей розробки програмного забезпечення. Був підхід Apple, згідно з яким апаратне забезпечення та програмна операційна система тісно зв'язані, прикладами чого є Macintosh, iPhone та всі без винятку «айвироби». І користувачеві не треба було ні про що переживати. Був підхід Microsoft, згідно з яким операційна система була від'язана від апаратної частини. Це сприяло розширенню наданого користувачам вибору. Крім того, існували вільний та відкритий

підходи, завдяки яким програмне забезпечення позбавилося будь-яких обмежень, а користувачі дістали можливість вносити в нього зміни. Кожна модель мала свої переваги, кожна пропонувала свої принади для творчості, і кожна мала своїх пророків та апостолів. Проте найкраще зарекомендував себе підхід, що полягає у співіснуванні усіх трьох моделей поряд із різноманітними комбінаціями відкритості і закритості, зв'язаності і відв'язаності, пропріетарності та вільності. Windows та Mac, UNIX та Linux, iOS та Android: розмаїття підходів, що конкурували впродовж десятиліть, мотивували один одного та разом з тим запобігали тому, що якась одна модель стане настільки домінантною, що це перешкоджатиме інноваціям.

ОНЛАЙН

Як інтернет, так і персональний комп'ютер народилися в 1970-ті роки, проте розвивалися окремо один від одного. Це було дивно, і ще дивніше було те, що їхній розвиток ішов різними шляхами понад десятиліття. Почасти це пояснювалося відмінностями між світосприйняттями тих, хто віддавався radoшам роботи в мережі, та тих, в кого голова йшла обертом від самої лише думки про володіння власним, стовідсотково персональним комп'ютером. На відміну від утопістів із проекту «Громадська пам'ять», які полюбляли формувати віртуальні громади, багато ранніх фанів персональних комп'ютерів прагнули, принаймні на перших порах, усамітненої роботи на власних машинах.

Була ще одна, вагоміша причина: мережа ARPANET зразка 1970-х років була закрита для пересічних громадян. 1981 року Лоуренс Лендвебер із Вісконсинського університету зібрав консорціум університетів, не під'єднаних до ARPANET, задля створення іншої мережі на основі протоколів TCP/IP, яку назвав CSNET. «На той час доступ до мережі мала лише дуже невелика частка спільноти американських комп'ютерних дослідників», — розповідав він.⁷⁶⁴ CSNET стала предтечею мережі NSFNET, профінансованої Національним науковим фондом. Але навіть після того, як на початку 1980-х років усі ці мережі сплелися в інтернет, середньостатистичній людині, яка користувалася персональним комп'ютером удома, було дуже складно отримати до нього доступ. Як правило, для під'єднання необхідно було бути афілійованим із якимось університетом чи дослідним інститутом.

Тому упродовж майже п'ятнадцяти років, від початку 1970-х, розростання інтернету та бум домашніх комп'ютерів розгорталися паралельно. Вони перетнулися лише наприкінці 1980-х років, коли звичайні люди отримали можливість під'єднатися до мережі за допомогою телефонної лінії та вийти в онлайн із дому чи офісу. Це стало початком нової фази цифрової революції, яка втілила в життя бачення Буша, Ліклайдера та Енгельбарта, що комп'ютери доповнять людський інтелект, ставши знаряддями одночасно особистої творчості та колективної співпраці.

Електронна пошта та дошки оголошень

«Вулиця усьому знаходить своє застосування», — писав Вільям Гібсон в опублікованому 1982 року оповіданні в жанрі кіберпанку «Спалення Хром». І сталося так, що дослідники, які мали доступ до ARPANET, знайшли їй свої застосування. Вона задумувалася як мережа для часорозподіленого використання комп'ютерних ресурсів. Із цього погляду вона виявилася дещо невдалою. Проте, як і багато інших технологій, вона стала успішною внаслідок перетворення на середовище комунікації та формування соціальних мереж. Однією з наріжних істин цифрової епохи є те, що жага до комунікації, з'єднання, співпраці та формування громад призводить до створення «вбивчих» застосунків (застосунків настільки хороших та потужних, що вони самі по собі є вагомою причиною для користування тією чи іншою технологією, комп'ютером чи ОС). І 1972 року ARPANET отримала свій перший такий застосунок. То була електронна пошта.

Дослідники, які використовували один часорозподілений комп'ютер, на той час уже користувалися електронною поштою. Програма за назвою SNDMSG дозволяла користувачу великого центрального комп'ютера надсилати повідомлення до особистого каталогу іншого користувача на цьому ж комп'ютері.

Наприкінці 1971 року Рей Томлінсон, інженер із MIT, який працював у BBN, вирішив створити прикольний хак, який надавав би можливість надсилати такі повідомлення до каталогів на інших мейнфреймах. Він зробив це, поєднавши SNDMSG із експериментальною програмою для передачі файлів за назвою CPYNET, що могла здійснювати обмін файлами між під'єднаними до ARPANET віддаленими комп'ютерами. Потім він вигадав дещо ще дотепніше: для передачі повідомлення у каталог користувача на іншій машині він використав клавіатурний символ «@», створивши систему адресації «ім'я_користувача@ім'я_хоста», якою всі ми користуємося і донині. Отже, Томлінсон створив не лише електронну пошту, а й символ-іконку, який об'єднував світ.⁷⁶⁵

ARPANET надавала дослідникам із одного центру можливість використовувати обчислювальні ресурси інших місць, проте нею користувалися вкрай рідко. Натомість основним методом співпраці стала електронна пошта. Директор ARPA Стівен Лукасик підсів на електронну пошту одним із перших, змусивши всіх дослідників, яким було необхідно мати з ним справу, перейняти його приклад. 1973 року він доручив провести дослідження, яке виявило, що лише за два роки після винайдення електронної пошти на неї припадало 75 % трафіку в ARPANET. «Найбільшим окремо взятим сюрпризом програми ARPANET стала неймовірна популярність та успіх мережевої пошти», — кілька років по тому виголошував висновок звіту BBN. Нічого дивного в цьому

немає. Прагнення соціальної мережевої взаємодії не лише заохочує інновації, а й визначає їхній формат.

Електронна пошта не лише полегшила обмін повідомленнями між парою користувачів комп'ютерів. Вона призвела до створення віртуальних громад, які, як ще 1968 року пророкували Ліклайдер та Тейлор, «відбиралися передусім за подібністю інтересів та цілей, аніж за випадковою близькістю».

Найперші віртуальні громади почалися з поштових ланцюгів, що поширювалися створеною внаслідок самовідбору великою групою передплатників. Вони стали відомими як списки розсилки. Першим великим таким списком став створений 1975 року SF-Lovers, призначений для поціновувачів наукової фантастики. Менеджери ARPA спершу хотіли його закрити, оскільки побоювалися, що якомусь сенатору дуже не сподобається використання військових грошей для підтримки віртуальної науково-фантастичної тусовки, але модераторам групи вдалося їх переконати, що то були цінні тренувальні вправи з організації масштабних обмінів інформацією.

У той же час виникли й інші методи формування онлайн-спільнот. Деякі спиралися на хребет інтернету, інші були ще більш імпровізовані. У лютому 1978 року два члени Чиказького районного збіговиська комп'ютерників-любителів, Ворд Крістенсен та Ренді Сьюз, виявилися відрізаними від навколишнього світу сильним бураном. Щоб пережити час, вони розробили першу комп'ютерну систему дощок оголошень, яка надавала хакерам, любителям та самопроголошеним «сисопам» (системним операторам) можливість організувати власні онлайн-форуми та пропонувати відвідувачам файли, піратське програмне забезпечення, інформацію та засоби публікації повідомлень, до яких міг приєднатися будь-хто із доступом до онлайну. Наступного року студенти ще не під'єднаних до інтернету Дюкського університету та Університету штату Північна Кароліна розробили іншу систему, що розгорталася на персональних комп'ютерах та використовувала ланцюгові дискусійні форуми за схемою «повідомлення-та-відповіді». Вона стала відома як Usenet, а категорії її повідомлень називалися «тематичними конференціями». Станом на 1984 рік у коледжах та інститутах по всій країні було встановлено близько тисячі Usenet-терміналів.

Проте навіть з усіма цими дошками оголошень та тематичними конференціями більшість пересічних користувачів ПК не мали змоги легко під'єднатися до віртуальних громад. Користувачі мали знайти спосіб під'єднатися до мережі, а з дому чи навіть офісу зробити це було вкрай складно. Проте на початку 1980-х років відбулася почасти технологічна, а почасти юридична інновація, яка на перший погляд видавалася незначною, проте мала величезне значення.

Модеми

Маленький пристрій, який нарешті зміг з'єднати домашні комп'ютери із глобальними мережами, назвали «модемом». Він міг модулювати та демодулювати (звідси й назва) аналоговий сигнал на зразок того, що йде телефонним каналом, для передачі та прийняття цифрової інформації. Отже, звичайні люди отримали можливість з'єднуватися з іншими онлайнними комп'ютерами за допомогою телефонних ліній. Перешкод для онлайнної революції більше не було.

Проте вона настільки повільно відбувалася через практичну монополію на телефонну систему країни, що належала компанії AT&T, яка контролювала навіть обладнання, що його можна було використовувати вдома. До телефонної лінії або навіть до свого телефону можна було під'єднувати лише те, що «Матуся Белл» тобі орендувала чи на що дала офіційний дозвіл. Хоча у 1950-х роках AT&T пропонувала абонентам кілька моделей модемів, вони були неокочирні та дорогі, призначалися передусім для промисловості та армії та не сприяли створенню віртуальних громад любителями-кустарями.

Усе змінила справа Hush-A-Phone. Вона стосувалася простої пластикової насадки, яку можна було вчепити на телефонну трубку, підсиливши в такий спосіб свій голос та одночасно зробивши його менш чутним для оточення, щоб їм було важче вас підслухати. Насадка випускалася вже двадцять років, шкоди ніякої від неї не було, аж раптом юрист AT&T побачив одну з них у вітрині магазину, і компанія вирішила подати до суду на абсурдній підставі, що будь-який сторонній пристрій, в тому числі маленький пластиковий розтруб, може пошкодити її мережу. Яскраве свідчення того, наскільки далеко була здатна піти ця компанія у питанні захисту своєї монополії.

На щастя, зусилля AT&T обернулися проти неї самої ж. Федеральний апеляційний суд відхилив претензії компанії, і бар'єри на шляху сторонніх під'єднань до її мережі почали руйнуватися. Під'єднання модема до телефонної системи в електронний спосіб так і лишилося протизаконним, проте це можна було робити механічно, зокрема знявши з телефона слухавку та вставивши її у чашковий присоски акустичного адаптера. На початку 1970-х років існували кілька модемів такого типу, зокрема розроблений Лі Фельзенштейном спеціально для любительських кіл Pennywhistle, здатний відправляти та приймати цифрові сигнали зі швидкістю триста бітів за секунду.*

Наступним кроком стала перемога завзятого техаського ковбоя у дванадцятирічній судовій тяганині, яку він фінансував за рахунок продажу худоби, за право його клієнтів користуватися винайденим ним внутрішнім радіотелефоном. На вироблення всіх норм пішло ще кілька років, проте 1975 року

* Сьогоднішні Ethernet та Wi-Fi здатні передавати дані зі швидкістю у мільярди бітів на секунду, тобто більш ніж у три мільйони разів швидше.

Федеральна комісія зі зв'язку надала споживачам дозвіл під'єднувати до мережі електронні пристрої.

Через лобіювання з боку AT&T правила були надзвичайно суворі, саме тому перші електронні модеми були дуже дорогі. Але 1981 року на ринку з'явився Hayes Smartmodem. Його можна було під'єднувати безпосередньо до телефонної лінії та до комп'ютера без використання усіляких неоковирних акустичних адаптерів. Першопрохідці-любители, кіберпанки-початківці та пересічні користувачі домашніх комп'ютерів отримали змогу надрукувати телефонний номер провайдера послуг доступу до мережі, затамувати подих в очікуванні статичного вереску, що сигналізував про встановлення зв'язку для передачі даних, після чого заглибитись у віртуальні громади, сформовані довкола дощок оголошень, тематичних конференцій, списків розсилки та інших онлайн-ових тусовок.

The WELL

Майже кожного десятиліття цифрової революції радісному та відрадному Стюарту Бранду вдавалося знайти спосіб опинитися в локусі, де перетинаються технологія, громада та контркультура. Він продюсував технарсько-психоделічне шоу в рамках «Фестивалю приходів» Кена Кізі, писав статті про Spacewar та Xerox PARC для журналу Rolling Stone, асистував та сприяв проведенню «Матері всіх демопоказів» Дага Енгельбарта та заснував «Каталог усієї Землі». Тож не дивно, що восени 1984 року, коли модеми почали ставати легкодоступними, а персональні комп'ютери — простими та дружніми до користувачів, Бранд долучився до реалізації ідеї прототипової онлайн-ової громади — The WELL.

Все почалося з того, що до Бранда завітав інший завзятий та творчий представник ідеалістичної технарської контркультури Ларрі Бриліант. Лікар-епідеміолог Бриліант відчував непереборний потяг змінювати світ, адже отримував від цього задоволення. Свого часу він був лікарем у індіанців, які окупували Алькатрас, шукав просвітлення у гімалайському ашрамі у славетного гуру Нім Каролі Баби (де вперше зустрів Стіва Джобса), брав участь у організованій Всесвітньою організацією охорони здоров'я кампанії з викорінення віспи та за підтримки Джобса і контркультурних світил Рема Десса та Вейві Грейві заснував Фонд Сева, метою якого було лікування сліпих у бідних комунах по всьому світу.

Коли в одного з зафрахтованих Фондом Сева у Непалі вертольотів виникла механічна несправність, Бриліант за допомогою системи для комп'ютерних конференцій та пожертвованого Джобсом Apple II організував через мережу виліт для проведення ремонтних робіт. Його вразила потенційна потужність онлайн-ових дискусійних груп. Ставши викладачем Мічиганського

університету, він допоміг організувати компанію довкола системи для комп'ютерних конференцій, створеної на основі університетської мережі. Відома за назвою PicoSpan, вона дозволяла користувачам залишати коментарі з різних тем та зв'язувала їх у ланцюги, які могли читати всі охочі. За допомогою цієї системи для конференцій він надавав експертні медичні поради жителям азійських селищ та, за потреби, організовував рятувальні місії.

Завітавши до Сан-Дієго на конференцію, Бриліант зателефонував давньому приятелю Стюарту Бранду, щоб запросити його на обід. Вони зустрілися у пляжному ресторані поблизу місця, де Бранд планував провести день, купаючись голяка. Бриліант мав дві взаємопов'язані мети: популяризувати програмне забезпечення для конференцій PicoSpan та сформувати онлайн-інтелектуальну комуну. Він запропонував Бранду партнерство, в рамках якого Бриліант надавав 200 тис. доларів статутного капіталу, купував комп'ютер та надавав програмне забезпечення. «А далі Стюарт мав керувати системою та поширювати її за допомогою своєї мережі розумних та цікавих людей, — пояснював Бриліант.⁷⁶⁶ — Моя ідея полягала у використанні цієї нової технології як способу обговорення всього того, що входить у „Каталог усієї Землі“. Соціальну мережу можна створити довкола швейцарських армійських ножів, сонячних пічок тощо».⁷⁶⁷

Бранд перетворив цю ідею на щось значно величніше: він створив найактивнішу онлайн-групаду в світі, де люди могли обговорювати все, що їм заманеться. «Давайте просто організуємо розмову та залучимо до неї найрозумніших людей у світі, — пропонував він, — і хай вони самі вирішать, про що їм хочеться поговорити».⁷⁶⁸ Бранд придумав назву, The WELL, після чого перетворив її на абревіатуру, що розшифровувалася як Whole Earth Lectronic Link. Пізніше він говорив, що «в будь-якій назві завжди знайдеться місце» грайливому апострофу.⁷⁶⁹

Бранд обстоював концепцію, відкинуту багатьма пізнішими віртуальними громадами, яка була ключовою для перетворення The WELL на основоположну службу. Учасники не могли зберігати цілковиту анонімність; вони мали змогу використовувати нікнейм чи псевдонім, проте при реєстрації були зобов'язані повідомити своє справжнє ім'я, а інші члени могли дізнатися, хто вони такі. Кредо Бранда, що виводилося на стартовому екрані, виголошувало: «Ви — хазяї своїх слів». Ви відповідали за те, що пишете.

Як і сам інтернет, The WELL став системою, яку розробляли його ж користувачі. Станом на 1987 рік тематика його онлайн-форумів, відомих як конференції, варіювалася від творчості групи Grateful Dead (найпопулярніша тема) до програмування під UNIX, від мистецтва до проблем виховання дітей, від інопланетян до проектування програмного забезпечення. Ієрархія та контроль були зведені до мінімуму, тож середовище еволюціонувало колаборативним способом. Це перетворило його як на вкрай заманливе

заняття, так і на вражаючий соціальний експеримент. Про нього були написані цілі книжки, зокрема за авторства впливових літописців технології Говарда Рейнголда та Кеті Гефнер. «Вже саме перебування на The WELL та розмови з людьми, з якими в жодному іншому контексті тобі б ніколи навіть не спало на думку потоваришувати, спокушало», — писала Гефнер.⁷⁷⁰ «Це наче знайомий бар на розі, — пояснював у своїй книзі Рейнголд, — повний давніх приятелів, чарівних новачків, нових знарядь, що чекають взяття на озброєння, свіжих графіті та дописів, але замість надягати пальто, вимикати комп'ютер та йти на ріг, я просто запускаю телекомунікаційну програму — і я на місці».⁷⁷¹ Коли Рейнголд виявив на голові своєї дворічної доньки кліща, він дізнався від медика на The WELL, як його позбутися, ще до того, як йому передзвонив його сімейний лікар.

Подеколи градус онлайн-розмов може зашкалювати. Заводіяка дискусій Том Мендел, який став головним героєм книги Гефнер, а також допомагав мені та моїм колегам із Time керувати нашими онлайн-форумами, регулярно влаштовував із іншими користувачами запальні суперечки, відомі як «флеймові війни». «Я висловлювався з будь-якого приводу, — пригадував він. — Я навіть розпочав суперечку, що переросла у сварку з участю половини західноузбережного кіберпростору та завершилася моїм вигнанням із The WELL».⁷⁷² Але коли він сповістив, що помирає від раку, усі емоційно згуртувалися довкола нього. «Мені сумно, страшенно сумно, слів немає, як мені сумно та прикро, що я не можу ще побути тут, гратися та сперечатися з вами», — написав він в одному з останніх своїх дописів.⁷⁷³

The WELL був моделлю такого типу задушевних та вдумливих громад, які були типовими для інтернету. Три десятиліття по тому це ще й досі дуже згуртована громада, проте вона давно поступилася популярністю більш комерціалізованам онлайн-сервісам, а згодом і менш загальним платформам для дискусій. Масовий перехід до онлайн-анонімності підірвав Брандове кредо, згідно з яким люди мають відповідати за свої слова, значною мірою зробивши онлайн-коментарі менш вдумливими, а обговорення — менш задушевними. У міру того, як інтернет проходить крізь різні цикли свого розвитку — в різні часи він був платформою для часорозподіленого використання мейнфреймів, створення громад, електронних видань, блогів та соціальних мереж, — можливо, настане час, коли природне прагнення людей до створення довірчих громад на зразок барів на розі знову заявить про себе, і наступною гарячою інновацією стане The WELL або стартапи, що відтворюватимуть його дух. Зрештою, інколи інновація полягає у віднайденні давно втраченого.

America Online

Вільям фон Мейстер був одним із перших представників верстви нових піонерів, які просували цифрову інновацію, започатковану наприкінці 1970-х років. Як і Ед Робертс із Altair, фон Мейстер був наденергійним серійним підприємцем. Ця порода інноваторів, що живилася за рахунок бурхливо розквітливих венчурних капіталістів, фонтанувала ідеями, наче іскрами, ризикувала заради дедалі нових припливів адреналіну та рекламувала нові технології із затаєністю проповідників.

Фон Мейстер був одночасно прикладом для наслідування та карикатурою. На відміну від Нойса, Гейтса та Джобса, він не розбудовував компанії, а засновував їх та спостерігав, до чого вони дійдуть.

Він не боявся невдач, навпаки, вони його підживлювали, і саме такі, як він, зробили терпимість до невдач характерною рисою ери інтернету. Цей величний негідник заснував упродовж десяти років дев'ять компаній, більшість із яких або збанкрутіли, або вигнали його.

Але завдяки низці своїх невдач він посприяв формуванню архетипу інтернет-підприємця та, у ході справи, винайшов онлайнівий бізнес.⁷⁷⁴

Мати фон Мейстера була австрійською графінею. Батько, хрещений син кайзера Вільгельма II, керував американським відділенням німецької дирижабельної компанії, яка експлуатувала дирижабль «Гінденбург» аж до його вибуху 1937 року, а потім керував підрозділом хімічної компанії, доки його не ув'язнили за шахрайство.

Його вдача передалася юному Біллу, який народився 1942 року та, схоже, поставив собі за мету будь-що зрівнятися з батьком у пишноті, якщо не глибині, його провалів.

Його дитинство минуло в побіленому цегляному маєтку, відомому за назвою «Блакитні димарі», розміщеному на ділянці в 11 га у штаті Нью-Джерсі, де він полюбляв тікати на горище, щоб посидіти за своїм аматорським радіоприймачем та майструвати електронні пристрої.

Серед сконструйованих ним пристроїв був радіопередавач, який його батько тримав у машині та за допомогою котрого, повертаючись з роботи, подавав сигнал, що під'їжджає, щоб прислуга мала час приготувати йому чай.

Після строкатого періоду здобування освіти, в ході якого він вступав та кидав кілька коледжів у Вашингтоні, округ Колумбія, фон Мейстер влаштувався на роботу у Western Union.

Він зробив гроші на підробітках на стороні, в тому числі на використанні частини обладнання, списаного компанією в утиль, а тоді запустив сервіс, за допомогою якого люди могли надиктовувати працівникам центрів прийняття дзвінків важливі листи, що доставлялися адресатам упродовж одного дня. Проект був доволі успішний, проте, що згодом стало традицією,

фон Мейстера вигнали за надвеликі витрати та неприділення ніякої уваги його функціонуванню.*

Фон Мейстер був представником оригінальної породи медійних підприємців — на зразок Теда Тернера, а не Марка Цукерберга, — які жили із розмахом та настільки щільно поєднували безумство із практичністю, що було майже неможливо їх розрізнити. Він знав смак в ефектних жінках та сортовому червоному вині, гоночних автомобілях та приватних літаках, односолодовому шотландському віскі та контрабандних сигарах. «Білл фон Мейстер був не просто серійним підприємцем; він був патологічним підприємцем, — стверджував Майкл Шрейдж, який писав про нього статтю для *Washington Post*. — Здебільшого ідеї Білла фон Мейстера, з висоти сьогодення, не здаються дурними. Але свого часу вони здавалися чимось інопланетним. Великий ризик полягав у тому, що він був таким психом, що його психованість було легко сплутати з його ідеєю через їхнє надщільне переплетіння».⁷⁷⁵

Фон Мейстер продовжував доводити своє уміння вигадувати нові сутності та вибивати гроші з венчурних капіталістів і при цьому нічим не керував. Серед його стартапів були сервіс групової телефонної маршрутизації для бізнесу, ресторан у передмісті Вашингтона *McLean Lunch and Radiator*, який давав своїм клієнтам можливість здійснювати безкоштовні міжміські дзвінки з встановлених на столиках телефонів, та сервіс *Infocast*, який надсилав інформацію комп'ютерам, накладаючи «паразитні» цифрові дані на ультракороткі радіосигнали. А 1978 року, коли ці проекти йому набридли або його перестали туди пускати, він поєднав своє захоплення телефонами, комп'ютерами та інформаційними мережами і створив сервіс, який назвав *The Source*.

За допомогою телефонних ліній *The Source* з'єднавав домашні комп'ютери у мережу, яка надавала користувачам дошки оголошень, сервіси обміну повідомленнями, новини, гороскопи, ресторани путівники, рейтинги вин, оголошення про купівлю/продаж, прогнози погоди, розклади авіарейсів та котирування акцій. Іншими словами, то був один із перших онлайн-сервісів, орієнтованих на споживачів (іншим був *CompuServe* — бізнес-орієнтована часорозподілена мережа, яка 1979 року робила лише перші кроки на споживчому ринку телефонних мереж). «Ми можемо перенести ваш персональний комп'ютер у будь-яку точку світу», — проголошувала одна з ранніх рекламних брошурок. У інтерв'ю *Washington Post* фон Мейстер сказав, що цей сервіс стане «зручністю», що надаватиме інформацію «подібно до того, як вода тече з крана». На додачу до закачування інформації в домівки, *The Source* приділяв велику увагу створенню громади: були передбачені форуми, тематичні чати та приватні зони для обміну файлами, де користувачі могли

* Пізніше *Western Union* придбав цей бізнес, перетворивши його на власний сервіс *Mailgram*.

викладати власні твори для завантажування іншими. На офіційній церемонії запуску цього сервісу, що відбулася в липні 1979 року у мангеттенському готелі Plaza, письменник-фантаст та популяризатор науки Айзек Азімов проголосив: «Це — початок Інформаційної ери!».⁷⁷⁶

Як завжди, вже незабаром фон Мейстер запустив справи компанії та почав розтринькувати гроші, тому вже через рік його вигнав основний інвестор, який говорив: «Біллі фон Мейстер — феноменальний підприємець, але він не вмів припиняти бути підприємцем». Зрештою The Source було продано Reader's Digest, який пізніше продав його CompuServe. Але попри свою короткочасність, цей сервіс започаткував онлайнкову еру, показавши, що споживачі бажають не лише отримувати потік інформації, а й мати можливість встановлювати зв'язок із друзями та генерувати й поширювати власний контент.

Наступною ідеєю фон Мейстера, яка також дещо випередила свій час, був домашній музичний магазин, що продавав потокову музику через кабельні ТБ-мережі. Проте магазини платівок та компанії звукозапису спільними зусиллями закрили йому доступ до пісень, тож фон Мейстер, в якого нові ідеї виникали щохвилини, переключився на відеоігри. То була навіть принакніша ціль: на той час було розпродано близько 14 млн домашніх ігрових приставок Atari. Так народилася Control Video Corporation (CVC). Новий сервіс фон Мейстера дозволяв користувачам завантажувати ігри, які вони купували чи брали напрокат. Він охрестив цей сервіс GameLine та почав надавати у комплекті з ним деякі інформаційні послуги, що входили ще у The Source. «Ми перетворимо любителя відеоігор на інформаційного торчка!» — проголошував він.⁷⁷⁷

GameLine та CVC розташувалися в придорожньому торговельному центрі на шляху до Вашингтонського аеропорту імені Даллеса. Фон Мейстер обрав раду директорів, яка символізувала передачу естафети новій породі першопрохідців інтернету. Серед її членів були Ларрі Робертс та Лен Клейнрок, архітектори оригінальної ARPANET. Також до неї увійшов новатор венчурного капіталу Френк Кофілд із компанії Kleiner Perkins Caufield & Byers, яка стала найвпливовішою фінансовою фірмою Кремнієвої долини, та Ден Кейз, спритний і енергійний юний стипендіат Родса, випускник Гавайського та Принстонського університетів, який представляв інвестиційний банк Hambrecht & Quist.

Ден Кейз приєднався до фон Мейстера в січні 1983 року в Лас-Вегасі на Виставці побутової електроніки, де компанія CVC сподівалася викликати фурор своїм GameLine. Фон Мейстер, шоумен до нутра кісток, оплатив запуск над містом повітряної кулі у формі джойстика з написом GameLine, а також зняв велетенський номер у готелі Tropicana і найняв танцівниць.⁷⁷⁸ Кейз насолоджувався видовищем. У дальньому кутку стовбичив його молодший

брат Стів, мовчазний володар загадкової усмішки та невиразного обличчя, через що було дуже важко зрозуміти, що в нього на думці.

Стів Кейз, який народився 1958 року, виріс на Гавайях та мав тихоокеанський тип зовнішності й сумирний темперамент; саме тому складалося враження, що його виховали дельфіни. На обличчі лише зрідка відображалися хоч якісь емоції, через що дехто називав його «Стіною»; він був сором'язливий, проте впевнений у собі. Тому ті, хто погано його знав, вважали його відлюдкуватим чи зверхнім, хоча це було не так. Зростаючи, він навчився жартувати та по-дружньому підколювати невиразним гугнявим голосом, наче новачок студентського братства. Але під цією напускною жартівливістю він був надзвичайно вдумливий та серйозний.

У старших класах Ден та Стів перетворили свої спальні на офіси, з яких керували низкою бізнесів, зокрема з продажу вітальних листівок та розповсюдження журналів. «Перший урок Кейзівської підприємливості, — пригадував Стів, — полягав у тому, що в мене виникла ідея, а він надав фінансування, після чого став власником половини компанії».⁷⁷⁹

Стів вступив до Вільямсівського коледжу, де викладав славетний історик Джеймс Макгрегор Бьорнз, який потім сухо зазначав: «Він був одним із посередніх моїх студентів».⁷⁸⁰ Стів більше часу приділяв думкам про заснування бізнесів, аніж підготовці до занять. «Пам'ятаю, як професор відвів мене убік і сказав, що я мушу відкласти бізнес-інтереси на потім та зосередитися на навчанні, оскільки коледж — це можливість, що випадає раз у житті, — пригадував Кейз. — Звісно ж, я не погодився». Він прослухав лише один комп'ютерний курс та зненавидів його, «оскільки то була ера перфокарт, і написавши програму, ти мусив чекати кілька годин, доки отримував результат».⁷⁸¹ Він зробив для себе висновок, що комп'ютери необхідно зробити доступнішими та інтерактивнішими.

От що йому в комп'ютерах сподобалося, так це ідея використовувати їх для під'єднання до мереж. «Віддалені під'єднання видавалися магією, — розповідав він журналістці Карі Свішер. — Для мене це стало найочевиднішим способом їх використання, а все інше було справою ботанів-комп'ютерників».⁷⁸² Прочитавши книгу «Третя хвиля» футуролога Елвіна Тоффлера, Стів почав марити концепцією «електронного фронтиру», згідно з якою технологія з'єднає людей один з одним та з усією інформацією світу.⁷⁸³

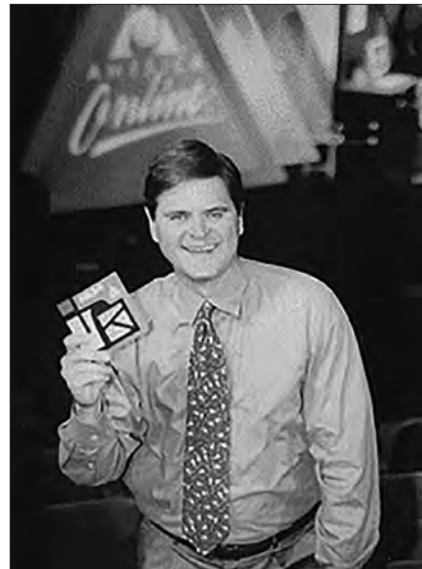
На початку 1980 року він спробував влаштуватися на роботу у рекламне агентство J. Walter Thompson. «Я глибоко переконаний, що технологічний прогрес у сфері комунікацій дійшов до межі суттєвої перебудови нашого способу життя, — писав він у листі-заяві. — Інновації у телекомунікації (передусім двосторонні кабельні мережі) призведуть до того, що наші телеприймачі (ясна річ, великоекранні!) стануть інформаційною лінією, газетою, школою,



Ларрі Брилліант (нар. 1944) та Стюарт Бранд у плавучому будинку Бранда, 2010 р.



Вільям фон Мейстер (1942—1995)



Стив Кейз (нар. 1958)

комп'ютером, машиною для голосування та каталогом».⁷⁸⁴ Ту роботу він не отримав, у Procter & Gamble йому також спершу відмовили. Проте він зміг переконати P & G провести із ним ще одну співбесіду, за свій кошт поїхав до Цинциннаті та зрештою дістав посаду молодшого бренд-менеджера у групі, відповідальній за випуск незабаром знятих із виробництва вологих серветок марки Abound. Там Кейз навчився фокусу роздачі безкоштовних зразків для запуску нового продукту. «Саме це десятиліття по тому стало зразком для наслідування при розробці стратегії безкоштовних пробних дисків AOL», — згадував він.⁷⁸⁵ Через два роки він перейшов на роботу до відділення PepsiCo, компанії Pizza Hut. «Я зробив це, бо був дуже підприємлиий. То була компанія, якою керували франчайзі, що робило її майже цілковитою протилежністю Procter & Gamble, яка була більш вертикальною, процесно-орієнтованою компанією, в якій усі рішення ухвалювалися в Цинциннаті».⁷⁸⁶

Закінчивши бакалаврат, Стів оселився у Вічиті, штат Канзас, де вчорами нічого було робити, тому він став фанатом The Source. То був ідеальний прихисток для людини із такою сумішшю сором'язливості та прагнення до зв'язків, як у нього. Він зробив для себе два висновки: по-перше, людям подобається бути частиною громад, а по-друге, щоб технологію зробити привабливою для широких мас, вона повинна бути простою. Коли він уперше спробував увійти у The Source, йому довелося помучитися із налаштуваннями свого портативного комп'ютера Каурго. «То було схоже на підйом на Еверест, і перше, що я хотів, — це розібратися, чому це мало бути настільки складно, — пригадував він. — Проте коли я зрештою увійшов у систему та відчув, що моя жалюгідна квартирка у Вічиті зв'язана з усією країною, в мене просто перехопило подих».⁷⁸⁷

Поза роботою Кейз заснував власну невеличку маркетингову компанію. В епоху, коли більшість інших студентів коледжів мріяли про роботу у великих компаніях, він залишався підприємцем у душі. Стів орендував абонентську скриньку у Сан-Франциско, щоб адреса була престижною, і вказував її на фірмових бланках, при цьому домовившись про те, щоб його ділову кореспонденцію пересилали до його маленького помешкання у Вічиті. Його пристрастю було допомагати компаніям, які хотіли стати першопрохідцями електронного фронтиру, тож його брат Ден, отримавши 1981 року роботу у Hambrecht & Quist, почав надсилати Стіву бізнес-плани цікавих компаній. Однією з них була Control Video Corporation фон Мейстера. У грудні 1982 року, поїхавши у відпуску кататися на лижах у Колорадо, вони обговорили, чи варто Дену в неї інвестувати, а також домовилися відвідати наступного місяця Виставку побутової електроніки у Лас-Вегасі.⁷⁸⁸

За тривалою вечерею в Лас-Вегасі нестримний фон Мейстер та стриманий Стів обговорювали способи просування GameLine на ринок. Можливо, саме через спільні зацікавлення та різні характери вони легко порозумілися. Посеред

вечері в ході п'яної розмови у туалеті фон Мейстер спитав Дена, чи не заперечує він, якщо той візьме юного Стіва на роботу. Ден сказав, що не матиме нічого проти. Стів розпочав роботу у SVC як консультант на півставки, а у вересні 1983 року влаштувався на повний день і переїхав до Вашингтона, округ Колумбія. «Я вважав ідею GameLine дуже багатонадійною, — казав Кейз. — Проте я також відчував, що навіть якщо проект провалиться, я отримаю цінний досвід, поки працюватиму разом із Біллом. І це відчуття, безперечно, справдилося».⁷⁸⁹

Вже за кілька місяців SVC опинилася на межі банкрутства. Фон Мейстер досі не навчився бути розважливим менеджером, та й ринок ігор для Atari почав згортатися. Коли на тогорічних зборах ради директорів були озвучені цифри продажів, венчурний капіталіст Френк Кофілд відреагував так: «Припускаю, магазинними крадіжками і то можна було більше заробити». Тож Кофілд наполіг на запрошенні дисциплінованого менеджера. На цю роль він обрав свого близького друга та однокурсника з Вест-Пойнту Джима Кімзі, володаря грізної зовнішності бійця сил спеціального призначення, під якою ховалося приязне серце бармена.

Кімзі не був очевидним кандидатом на роль особи, покликаної привести до ладу інтерактивний цифровий сервіс; він набагато краще володів вогнепальною зброєю та келихами із віскі, аніж клавіатурами. Але йому була притаманна саме така суміш цілеспрямованості та бунтарства, яка необхідна для гарних підприємців. Він народився 1939 року у Вашингтоні, округ Колумбія, а на останньому році навчання у найкращій католицькій школі міста Гонзага-Хай його вигнали за порушення дисципліни. Проте йому зрештою вдалося вибороти призначення до Вест-Пойнту, де панувала саме підходяща йому атмосфера звеличення, скерування в потрібне русло та опанування агресивності. Після випуску його направили до Домініканської Республіки, а наприкінці 1960-х він відслужив два терміни у В'єтнамі. Там у званні майора повітряно-десантних рейнджерів він керував будівництвом притулку для сотні в'єтнамських дітей. Якби не його схильність перечити старшим у командній ієрархії, він цілком міг би зробити військову кар'єру.⁷⁹⁰

Натомість 1970 року Кімзі повернувся до Вашингтона, придбав офісну будівлю в центрі міста, здав більшу частину площі брокерським конторам, а на першому поверсі відкрив бар The Exchange із постійно увімкненим тикерним апаратом, що повідомляв біржові котирування. Незабаром він відкрив інші популярні бари для самотніх із назвами на зразок Madhatter та Bullfeathers, за одним ходом взявшись за проекти у сфері нерухомості. Частиною його життя були активні турпоходи із його вест-пойнтським приятелем Френком Кофілдом та їхніми синами. Саме на виїзді для сплавлення гірською річкою 1983 року Кофілд завербував його до SVC, де він попервах наглядав за фон Мейстером, а зрештою став виконавчим директором.

Стикнувшись із поганим рівнем продажів, Кімзі звільнив більшість працівників, залишивши Стіва Кейза, якого підвищив до віце-президента з маркетингу. Кімзі жонгливав словами, особливо копрологічними, із вправністю, гідною колоритного шинкаря. «Моє завдання — зробити курячий салат із курячого лайна», — проголошував він. А ще він дуже любив бородатий жарт про хлопця, який весело колупається у купі кінського гною, а коли його питають, навіщо він це робить, той відповідає: «Десять тут у цьому лайні має бути поні».

То був дивний тріумфірат: недисциплінований генератор ідей фон Мейстер, незворушний стратег Кейз та неотесаний спецназівець Кімзі. Поки фон Мейстер грав роль шоумена, а Кімзі — панібратського бармена, Кейз стовбичив у кутку, спостерігаючи та вигадуючи нові ідеї. Разом вони ще раз продемонстрували, як різномаста команда може посприяти інновації. Кен Новак, юрисконсульт зі сторони, пізніше зазначав: «Вони не випадково створили цей бізнес разом».⁷⁹¹

Кейз та фон Мейстер давно цікавилися побудовою комп'ютерних мереж для звичайних користувачів. Коли 1984 року CBS, Sears та IBM об'єднали сили для запуску сервісу, що став відомий за назвою Prodigy, інші виробники комп'ютерів збагнули, що може йтися про цілий новий ринок. До CVC звернулася Commodore з проханням створити їй онлайн-сервіс. Тож Кімзі перебудував CVC на компанію Quantum, яка в листопаді 1985 року запустила для користувачів комп'ютерів Commodore сервіс Q-Link.

За десять доларів на місяць Q-Link надавав клієнтам усе, що вважали за потрібне фон Мейстер, якого саме тоді почали потихеньку виживати з компанії, та Кейз: новини, ігри, прогнози погоди, гороскопи, рецензії, котирування, свіжі випуски мильних опер, онлайн-магазин та багато іншого, включаючи регулярні падіння та періоди простою, що стали невід'ємною рисою онлайн-світу. Проте найголовнішим було те, що Q-Link передбачав місце, наповнене активними дошками оголошень та живими тематичними чатами, яке охрестили People Connection, і яке надавало користувачам можливість формувати спільноти.

Через два місяці після запуску, на початку 1986 року, Q-Link нараховував 10 тис. членів. Проте зростання почало сповільнюватися, передусім тому, що продажі комп'ютерів Commodore почали падати, адже вони не могли конкурувати з Apple та іншими новими гравцями. «Ми мусимо взяти свою долю у власні руки», — говорив Кімзі Кейзу.⁷⁹² Було очевидно, що для досягнення успіху Quantum мусить створити онлайн-сервіси Link для інших виробників комп'ютерів, передусім для Apple.

Надзвичайно терплячий Кейз почав цілеспрямовано обробляти керівників Apple. Навіть після вигнання, принаймні тимчасового, з Apple її геніального та всевладного співзасновника Стіва Джобса, встановити партнерські стосунки з цією компанією було так само непросто. Тож Кейз переїхав на

інший кінець країни, до Купертіно, де винайняв помешкання неподалік штаб-квартири Apple, звідки й провадив облогу. Apple мала багато структурних підрозділів, які можна було підкорити, і зрештою Кейз зумів отримати в компанії невеличкий столик. Попри репутацію відлюдника він мав ексцентричне почуття гумору: поставив на своєму столику табличку з написом «Стів перебуває у заручниках»^{*} та місцем для кількості проведених ним там днів.⁷⁹³ 1987 року, після трьох місяців щоденної агітації, він все-таки досяг успіху: відділ обслуговування клієнтів Apple погодився укласти з Quantum угоду на створення сервісу за назвою AppleLink. Коли рік по тому він запустився, учасником першого живого чату став чарівний співзасновник Apple Стів Возняк.

Після цього Кейз уклав аналогічну угоду із Tandy для запуску PC-Link. Проте незабаром він збагнув, що стратегію створення для різних виробників комп'ютерів окремих сервісів під власними торговими марками необхідно переглянути. Користувачі одного сервісу були позбавлені можливості долучатися до користувачів інших. Крім того, у такий спосіб продукти, маркетинг та майбутнє Quantum контролювали виробники комп'ютерів. «Слухайте, на ці партнерства більше покладатися не можна, — сказав своїй команді Кейз. — Нам конче необхідно звестися на ноги та створити щось на зразок власного бренду».⁷⁹⁴

Це стало гострішою проблемою — але разом із тим слушною нагодою, — коли почали псуватися їхні стосунки з Apple. «Керівники Apple вирішили, що використання їхнього бренду сторонньою компанією спричиняє їм незручності, — розповідав Кейз. — Рішення Apple послати нас лісом спричинило необхідний ребрендинг».⁷⁹⁵ Кейз та Кімзі вирішили об'єднати користувачів усіх трьох їхніх сервісів в один інтегрований онлайн-сервіс під цілком самостійним брендом. Започаткований Біллом Гейтсом підхід до розробки програмного забезпечення виявився актуальний і для онлайн-сфери: онлайн-сервіси відокремлюватимуться від апаратного забезпечення та працюватимуть на всіх комп'ютерних платформах.

Тепер їм була потрібна назва. Варіантів було багато, скажімо, Crossroads та Quantum 2000, але всі вони за своїм звучанням нагадували назви якихось релігійних сект чи пайових інвестиційних фондів. Кейз придумав варіант America Online, від якого багатьох його колег мало не знудило. Він звучав надумано та якимось недоладно патріотично. Але Кейзу він сподобався. Як і Джобс, який обрав для своєї компанії назву Apple, він розумів, що дуже важливо бути, як він пояснював пізніше, «простим, незагрозливим та навіть трохи з прибабихом».⁷⁹⁶ Кейзу потрібна була назва, яка чітко, без додаткових

* Алюзія на фразу, що використовувалася впродовж драматичних подій 1980 року із захопленням американських громадян у заручники в Ірані.

витрат на маркетинг, описувала б, що саме цей сервіс робить. І назва America Online підходила для цього дуже вдало.

AOL, як стали називати цей сервіс, був схожий на виїзд в онлайн на велосипеді з допоміжними колесами. Він був привітний та легкий у використанні. Кейз втілював на практиці два уроки, засвоєні ним у Procter & Gamble: продукт треба зробити простим і запускати за допомогою безкоштовних зразків. Америкою прокотилася хвиля килимових бомбардувань програмними дисками, які надавали два місяці безкоштовного обслуговування. Актор Елвуд Едвардс, чоловік однієї з перших співробітниць AOL, записав веселі закадрові привітання: «Ласкаво просимо!» та «Вам лист!» — які зробили сервіс надзвичайно дружнім на вигляд. Тож Америка пішла в онлайн.

Кейз розумів, що секретним інгредієнтом були не ігри і не виданий контент, а прагнення зв'язку. «Навіть тоді, 1985 року, ми багато ставили на те, що називали спільнотою, — пригадував він. — Нині це називають соціальними медіа. Ми вважали, що «вбивчим застосунком» інтернету будуть люди. Люди, які взаємодіють із вже знайомими їм людьми іншими, зручнішими способами, а також люди, які взаємодіють із людьми, з якими вони ще не знайомі, але з якими їм варто познайомитися через певну спільність їхніх зацікавлень».⁷⁹⁷ Серед основних пропозицій AOL були тематичні чати, миттєвий обмін повідомленнями, списки друзів та обмін текстовими повідомленнями. Як і на The Source, там були новини, спорт, прогнози погоди та гороскопи. Але головний акцент робився на формуванні соціальної мережі. «Все інше — комерція, розваги та фінансові послуги — було вторинним, — розповідав Кейз. — Ми вважали, що спільнота повинна переважати над наповненням».⁷⁹⁸

Особливо популярні були тематичні чати, де мали змогу збиратися люди зі схожими зацікавленнями — комп'ютери, секс, мильні опери. За обопільною згодою вони могли навіть усамітнюватися в «приватних кімнатах» або, навпаки, завітати до однієї з «аудиторій», де могла відбуватися зустріч із якою-небудь знаменитістю. Користувачі AOL називалися не клієнтами чи передплатниками, а *членами*. AOL процвітала, оскільки сприяла створенню соціальної мережі. CompuServe та Prodigy, що розпочинали роботу переважно як інформаційні та торговельні сервіси, робили те саме за допомогою інструментів на зразок CB Simulator від CompuServe — текстового аналога розмов за допомогою любительських радіоприймачів і джерела вельми ексцентричного задоволення.

Будучи власником барів, Кімзі так і не зміг повною мірою второпати, що змушує здорових людей проводити суботні ночі в тематичних чатах та на дошках оголошень. «Зізнайся, ти ж вважаєш усе це кінським лайном, еге ж?» — напівжартома запитував він Кейза.⁷⁹⁹ У відповідь Кейз хитав головою. Він знав, що десь там всередині поні.

Ел Гор та Вічний вересень

Онлайн-сервіси на зразок AOL розвивалися незалежно від інтернету. Хитросплетіння законів, правил, традицій та усталених практик унеможливило пропозиції прямого доступу до інтернету з боку комерційних компаній пересічним громадянам, не пов'язаним із освітніми чи науковими закладами. «Зараз це здається цілковитою нісенітницею, проте до 1992 року під'єднувати комерційний сервіс на зразок AOL до інтернету було незаконно», — згадував Стів Кейз.⁸⁰⁰

Але з 1993 року бар'єри зникли, і інтернет став доступний кожному. Це підірвало онлайн-сервіси, які доти були огороженими садками для членів, які ніжилися в контрольованому середовищі. Також це призвело до трансформації інтернету через навалу нових користувачів. Але найголовніше те, що це поклало початок з'єднанню компонентів цифрової революції у спосіб, передбачений Бушем, Ліклайдером та Енгельбартом. Комп'ютери, комунікаційні мережі та репозиторії цифрової інформації сплелися до купи та опинилися в кожного на кінчиках пальців.

Навсправжки все почалося з того, що AOL, за прикладом свого дрібнішого конкурента Delphi, у вересні 1993 року відкрив портал, який надав його членам доступ до тематичних конференцій та дощок оголошень в інтернеті. В історію інтернету цей новітній всесвітній потоп увійшов під особливо популярною серед пихатих мережевиків-ветеранів назвою «Вічний вересень». Назва походила від того факту, що кожного вересня до університетів вступала нова хвиля першокурсників, які вперше отримували доступ до інтернету з кампусних мереж. Спершу їхні повідомлення дратували, проте вже за кілька тижнів більшість опановували мережевий етикет та асимілювалися у інтернет-культуру. Проте коли 1993 року відкрилися шлюзи, в мережу ринув нескінченний потік новачків, який зносив на своєму шляху соціальні норми та клубну атмосферу мережі. «Вересень 1993 року увійде в історію мережі як вересень, що так ніколи й не закінчився», — написав у січні 1994 року один із користувачів інтернету зі стажем Дейв Фішер.⁸⁰¹ Виникла навіть спеціальна тематична конференція alt.aol-sucks, де старожили публікували свої діатриби. Одна з них стверджувала, що до незваних гостей з AOL «не дійшов би натяк, навіть якби вони стояли посеред токовища натяків у шлюбний період натяків одягнені як натяк та обприскані натяковими феромонами».⁸⁰² Як на те пішло, демократизація інтернету, що почалася з Вічного вересня, була благом, проте ветерани оцінили її далеко не відразу.

Відкриття інтернету, яке проторувало шлях вражаючій епосі інновацій, сталося не випадково. Воно було результатом урядової політики, ретельно вибудованої в атмосфері вдумливості та двопартійності, яка забезпечила

Америці лідерство в побудові економіки інформаційної ери. І найвпливовішою особою в цьому процесі, хоч як дивно не прозвучало для тих, у кого це ім'я асоціюється лише з кульмінаційними фразами анекдотів, був сенатор штату Теннессі Ел Гор-молодший.

Батько Гора також був сенатором. «Пам'ятаю, як їхав із батьком автівкою з Карфагена до Нашвілла, а він пояснював, наскільки нам потрібні ширші дороги замість цих двосмугових, нездатних задовольнити наші потреби», — пригадував молодший Гор.⁸⁰³ Гор-старший допоміг підготувати законодавство для програми побудови міжштатних магістралей, яке підтримали як демократи, так і республіканці, що стало прикладом для наслідування його сином, який допоміг просунути ідею того, що охрестив «Інформаційною супермагістраллю».

1986 року Гор започаткував конгресійне дослідження, в рамках якого було розглянуто низку тем, зокрема створення суперкомп'ютерних центрів, з'єднання різноманітних дослідницьких мереж, збільшення їхньої пропускної здатності та надання доступу до них ширшому колу користувачів. Керівником дослідження було призначено піонера ARPANET Лена Клейнрока. За його результатами Гор організував докладні слухання, що призвели до ухвалення 1991 року Акта про високопродуктивні обчислення, відомого як Акт Гора, а також Акта про науку та перспективні технології 1992 року. Ці акти дали зелене світло під'єднанню комерційних мереж на зразок AOL до дослідницької мережі Національного наукового фонду, а отже, і до самого інтернету. Ставши 1992 року віце-президентом, Гор прощтовхнув Акт про національну інформаційну інфраструктуру 1992 року, що зробив інтернет легкодоступним широкому загалу та перевів його до комерційної сфери, щоб його розвиток міг фінансуватися за рахунок не лише урядових, а й приватних інвестицій.

Коли я говорив людям, що пишу книгу про тих, хто долучився до винайдення комп'ютерів та інтернету, найпередбачуванішою в'їдливістю, яку я чув у відповідь, особливо від тих, хто погано знав історію інтернету, була: «А, ти про Ела Гора?», після чого лунав сміх. Той факт, що одне з найвидатніших позапартійних досягнень, яке зробило величезну послугу американським інноваціям, перетворилося на анекдот через фразу, якої Гор ніколи не говорив, — що саме він «винайшов» інтернет, — це справжня чорна пляма на нашому політичному дискурсі. Коли в березні 1999 року журналіст CNN Вольф Блітцер попросив Гора перелічити свої досягнення, які дають йому підстави бути кандидатом на посаду президента, він, серед іншого, зазначив таке: «під час перебування у Конгресі США я проявив ініціативу у питанні створення інтернету».⁸⁰⁴ Не дуже гарно сформульована фраза, як це часто буває із відповідями в рамках інформаційних програм кабельних мереж, проте вона не містить слова «винайшов».

Гора підтримали двоє справжніх винахідників інтернет-протоколів, Вінт Серф та Боб Кан. «Жоден публічний політик не доклав більших інтелектуальних зусиль до сприяння створенню необхідного для розквіту інтернету клімату, аніж віце-президент», — писали вони.⁸⁰⁵ Навіть республіканець Ньют Гінгріч виступив на його захист, зазначивши: «Гор працював над цим упродовж тривалого часу... Гор не є Батьком інтернету, проте заради справедливості необхідно зазначити, що саме він був тією особою з усього Конгресу, яка найсистематичніше робила все необхідне для того, щоб ми з вами змогли підключитися до інтернету».⁸⁰⁶

Прийняття Гора стало першою ластівкою нової ери загострення партійного протистояння, яке супроводжувалося зневірою у спроможності уряду. Саме тому корисно розібратися в причинах, що призвели до Вічного вересня 1993 року. Упродовж більш ніж трьох десятиліть федеральний уряд у співпраці із приватним сектором та дослідницькими університетами розробив та збудував масштабний інфраструктурний проект калібру системи міжштатних магістралей, проте набагато складніший, після чого настій відкрив до нього двері пересічним громадянам та комерційним підприємствам. Він був профінансований передусім за рахунок державних доларів, але окупився навіть не сторицею, а «тисячерицею», засіявши зерна нової економіки та ери економічного зростання.

ВСЕСВІТНЯ ПАВУТИНА

Навіть після пришествя модемів та розквіту онлайн-сервісів, які надали можливість під'єднуватися до мереж майже всім, популярність інтернету, принаймні серед пересічних користувачів, все одно залишалась обмеженою. Мережа була темним лісом без жодних мап, повними скупчень чудернацької рослинності з назвами на кшталт alt.config та глобальними інформаційними серверами, здатними налякати будь-кого, крім хіба-що найбезстрашніших слідопитів.

Але саме тоді, на початку 1990-х, коли перед онлайн-сервісами почали відчинятися двері інтернету, якимось дивом, наче вигулькнувши з якогось підземного прискорювача частинок (і це, хоч як дивно, не просто мовна фігура), виник новий метод розміщення та пошуку інформації. Він зробив ретельно упаковані онлайн-сервіси непотрібними та втілив у життя — ба навіть значно перевищив — утопічні сподівання Буша, Ліклайдера та Енгельбарта. На відміну від більшості інновацій цифрової епохи, інтернет став винаходом переважно однієї людини, котра дала йому всеохопну та просту, як і він сам, назву: «Всесвітня павутина» (World Wide Web).

Тім Бернерс-Лі

Ще хлопчиком, який зростав у 1960-х роках на околицях Лондона, Тім Бернерс-Лі збагнув фундаментальну річ: комп'ютери дуже добре вміють крок за кроком перемелювати програми, проте не дуже добре вміють встановлювати випадкові асоціації та неочевидні зв'язки, що легко роблять наділені уявою люди.

Дивні роздуми для маленького хлопчика, погодьтесь. Утім пояснюється це дуже просто: батьки Бернерса-Лі були комп'ютерознавцями. Вони працювали програмістами на Ferranti Mark I — комерційному варіанті комп'ютера зі збережуваними програмами, розробленого у Манчестерському університеті. Одного вечора його батько, якому начальник доручив накидати чорновий варіант промови про способи наділення комп'ютерів інтуїцією, завів вдома розмову про деякі прочитані ним книжки на тему людського мозку. Його син пригадував: «Я добре засвоїв ідею, що комп'ютери можуть стати

значно потужнішими, якщо їх вдасться запрограмувати на встановлення зв'язків між розрізною інформацією».⁸⁰⁷ Вони також обговорили концепцію універсальної машини Алана Тюрінга. «Завдяки цьому я збагнув, що перелік того, що можна зробити за допомогою комп'ютера, обмежується виключно твоєю власною уявою».⁸⁰⁸

Як і Білл Гейтс та Стів Джобс, Бернерс-Лі народився 1955 року і вважав, що йому як людині, яка цікавилася електронікою, дуже пощастило жити саме в ті часи. Дітям тієї епохи було дуже легко роздобути основне обладнання та деталі, з якими можна було гратися. «Усе відбувалося дуже своєчасно, — пояснював він. — Щойно ми опанували одну технологію, як промисловість випускала щось потужніше, що можна було придбати за кишенькові гроші».⁸⁰⁹

У початковій школі Бернерс-Лі з приятелем вешталися магазинами товарів для хобі, де витрачали кишенькові гроші на електромагніти, з яких склали власні реле та перемикачі. «Достатньо було забити електромагніт у шматок деревини, — пригадував він, — і коли його вмикали, він притягував до себе шматок жерсті, який замикав електричний контур». У ході справи у них виробилося глибоке розуміння того, що таке біт, як його можна зберегти, та що можна зробити за допомогою електричного контуру. Саме тоді, коли вони почали переростати прості електромагнітні перемикачі, транзистори стали настільки поширені, що вони з друзями могли придбати собі хоч і сотню перемикачів за невеликі гроші. «Ми навчилися перевіряти транзистори та використовувати їх замість зліплених нами раніше реле».⁸¹⁰ Завдяки цьому Бернерс-Лі мав змогу чітко уявити, що саме робить кожен компонент, порівнюючи їх зі старими електромагнітними перемикачами, яким вони прийшли на зміну. З їхньою допомогою він створив генератор звукових сигналів для своєї іграшкової залізниці та контури, які визначали, коли потяг повинен пригальмовувати.

«Ми почали вигадувати вельми складні логічні схеми, проте вони були б непрактичні, оскільки довелося б витратити забагато транзисторів», — згадував він. Але не встиг Бернерс-Лі стикнутися з цією проблемою, як у місцевому магазині електроніки у продажу з'явилися мікрочіпи. «Ви могли купити на кишенькові гроші маленькі пакетики з мікрочіпами і розуміли, що можете збудувати ядро комп'ютера».⁸¹¹ Навіть більше, ви мали змогу зрозуміти, як працює ядро комп'ютера, оскільки поступово рухалися від простих перемикачів до транзисторів, а тоді до мікрочіпів, і знали, як усі вони працюють.

Якось улітку саме перед від'їздом до Оксфорду Бернерс-Лі підпрацьовував на лісопильні. Коли він викидав у контейнер для сміття купу тирси, то помітив у ньому старий механічно-електронний калькулятор із рядами кнопок. Він витяг його звідти, приєднав до нього деякі зі своїх перемикачів та транзисторів і незабаром перетворив його на рудиментарний комп'ютер.

У майстерні Бернерс-Лі придбав зламаний телевізор та, розібравшись із принципом роботи радіолампового контуру, пристосував його кінескоп як дисплей.⁸¹²

Під час його навчання в Оксфорді на ринку з'явилися мікропроцесори. Тож, як і Возняк із Джобсом, Тім та його друзі розробили монтажні плати, якими намагалися торгувати. Вони не мали такого успіху, як два Стіви, почасти тому, що, як пізніше зазначав Бернерс-Лі, «навколо нас не було настільки ж зрілої спільноти та культурної суміші, як у Кустарному клубі та Кремнієвій долині».⁸¹³ Інновація виникає там, де є придатний первинний бульйон. У районі затоки Сан-Франциско він був, а у Оксфордширі зразка 1970-х років — ні.

Його покорова практична освіта, що почалася з електромагнітних перемикачів та поетапно дійшла до мікропроцесорів, надала йому глибоке розуміння принципів електроніки. «Коли ви зробили щось із дротів та цвяхів, а потім дізнаєтеся, що в чіпі чи контурі міститься реле, то впевнено ними користуєтеся, оскільки знаєте, що здатні його виготовити, — згадував Бернерс-Лі. — Зараз дітлахи отримують MacBook та ставляться до нього як до побутового приладу. Вони користуються ним, наче холодильником, і очікують, що в ньому завжди буде повно смачних штукенцій, проте не знають, як він працює. Вони не повною мірою розуміють те, що розумів я і що розуміли мої батьки, — перелік того, що можна зробити за допомогою комп'ютера, обмежується лише твоєю уявою».⁸¹⁴

Ще одним незабутнім спогадом дитинства був вікторіанський альманах та збірник порад із магічною та старомодною назвою «Тут ви дізнаєтеся про все» (Enquire Within Upon Everything), що зберігався у фамільному будинку. Вступ проголошував: «Бажаєте ви зробити з воску модель квітки, вивчити правила етикету, приготувати на сніданок чи вечерю реліш^{*}, спланувати обід для великої чи то малої компанії, позбутися головного болю, скласти заповіт, одружитися, поховати родича; хай би що вам бажалося зробити, виготовити чи просто добре провести час, за умови, що ваше бажання пов'язане із повсякденними побутовими потребами, сподіваюся, ви не забудете „дізнатися тут“».⁸¹⁵ То був, у певному сенсі, «Каталог усєї Землі» зразка XIX століття, сповнений гарно проіндексованої довільної інформації та перехресних посилань. «Охочих дізнатися відсилаємо до покажчика наприкінці», — повідомляла титульна сторінка. Станом на 1894 рік цей альманах витримав вісімдесят дев'ять перевидань та розійшовся тиражем у 1 188 000 примірників. «Та книга слугувала порталом у світ інформації про будь-що, від виведення плям із одягу до порад із вкладання грошей, — коментував Бернерс-Лі. — Не стовідсоткова аналогія вебу, проте примітивна вихідна точка».⁸¹⁶

* Індійський соус, приготований із маринованих або свіжих овочів (іноді фруктів). — Прим. ред.

Іншою концепцією, яку Бернерс-Лі проробляв із дитинства, була здатність людського мозку до довільних асоціацій — запах кави викликає в пам'яті образ сукні, в яку була вдягнена ваша подруга, коли ви востаннє пили з нею каву, — тоді як машина здатна лише на такі асоціації, на які була запрограмована. Також він цікавився тим, як люди співпрацюють між собою. «Половина рішення міститься у вас у мозку, інша половина — у мене в мозку, — пояснював він. — Якщо ми сидимо за столом, я починаю речення, і ви можете допомогти його закінчити, і саме в такий спосіб відбувається мозковий штурм. Накидаємо щось на дошці, потім редагуємо дописи один одного. Але як це зробити, якщо між нами чимала відстань?»⁸¹⁷.

Різні думки — від вікторіанського альманаху «Дізнайтеся тут», здатності мозку встановлювати довільні асоціації до співпраці між людьми — крутилися в голові Бернерса-Лі, коли він закінчував Оксфорд. Пізніше він збагнув одну істину про інновації: нові ідеї виникають, коли велика кількість довільних понять збиваються до купи, доки не стануть одним цілим. Він описав цей процес так: «Напівсформовані ідеї просто плавають собі навколо. Вони надходять із різних місць, і розум має чудову здатність якимось дивним чином перемішувати їх, аж доки одного дня кожна стане на своє місце. Вони можуть стати не дуже вдало, тоді ми їдемо кататися на велосипеді чи щось таке, і стає краще».⁸¹⁸

Щодо Бернерса-Лі, то його інтуїтивні концепції почали зливатися до купи, коли він отримав роботу консультанта у ЦЕРН — Лабораторії фізики елементарних частинок поблизу Женеви, відомій своїми циклопічними колайдерами. Йому був потрібен спосіб каталогізації зв'язків між приблизно десятима тисячами дослідників, їхніми проектами та комп'ютерними системами. І комп'ютери, і люди спілкувалися багатьма різними мовами та мали схильність до встановлення ситуативних зв'язків. Бернерсу-Лі було необхідно все це відстежувати, тож він написав собі програму для полегшення цієї роботи. Він помітив, що люди, які пояснювали йому різноманітні взаємозв'язки у ЦЕРН, часто малювали при цьому діаграми із купою стрілочок. Тож він розробив метод відтворення таких схем у своїй програмі. Він вводив ім'я людини чи назву проекту, а потім створював зв'язки, які показували відношення між ними. І в такий спосіб Бернерс-Лі створив комп'ютерну програму, яку назвав Enquire на честь пам'ятного з дитинства вікторіанського альманаху.

«Enquire мені дуже подобалася, — писав він, — оскільки зберігала інформацію без використання структур даних на кшталт матриць чи дерев».⁸¹⁹ Такі структури ієрархічні та жорсткі, тоді як людський розум здатен на довільні переходи від предмета до предмета. Коли Бернерс-Лі працював над Enquire, він розвинув грандіозніше бачення того, чим вона могла стати. «Припустімо, що вся інформація, яка зберігається на комп'ютерах по всьому світу, з'єднана. Утвориться єдиний глобальний інформаційний простір. Сформується

павутина інформації». ⁸²⁰ Він, сам того не відаючи, уявив собі глобальну версію мекска Веннівера Буша, здатного зберігати документи, створювати між ними перехресні посилання та видавати їх на запит.

Але ще до того, як створення Enquire просунулося більш-менш далеко, термін його роботи консультантом у ЦЕРН добіг кінця. Пішовши, Бернерс-Лі залишив у ЦЕРН свій комп'ютер та восьмидюймовий гнучкий диск із усім програмним кодом, який загубився без сліду. Впродовж кількох років він працював в Англії на компанію, що виготовляла програмне забезпечення для видання документів, проте це йому набридло, і він подав заявку на стипендію ЦЕРН. У вересні 1984 року він повернувся туди і став працювати в групі, відповідальній за збір результатів усіх експериментів, що проводилися в інституті.

ЦЕРН був казаном різних народів та комп'ютерних систем, що послуговувалися десятками вербальних та цифрових мов. І їм усім було необхідно обмінюватися інформацією. «Це поєднане розмаїття, — пригадував Бернерс-Лі, — робило ЦЕРН мікрокосмом решти світу». ⁸²¹ Ця атмосфера мимоволі змусила його повернутися до дитячих роздумів про те, як люди з різними точками зору на проблему в ході спільної роботи перетворюють напівсформовані поняття один одного на нові ідеї. «Мене завжди цікавило, як люди співпрацюють. Я працював із багатьма людьми в багатьох інститутах та університетах, і всі вони були змушені співпрацювати. Якби вони разом перебували в одній кімнаті, то списали б усю дошку. Я шукав таку систему, що дозволила б людям проводити мозковий штурм та ретельно фіксувати інституціональну пам'ять проекту». ⁸²²

Бернерс-Лі відчував, що така система зможе з'єднати людей із віддалених куточків світу, давши їм можливість закінчувати речення один одного та доповнювати напівсформовані поняття один одного корисними інгредієнтами. «Я хотів, щоб це було чимось таким, що дозволило б нам працювати разом, спільно щось розробляти, — говорив він. — По-справжньому цікавий етап розробки настає тоді, коли є купа людей по всій планеті, і в мозку кожного з них міститься якась її частина. Вони мають частинки ліків від СНІДу, частинки розуміння природи раку». ⁸²³ Метою було створити сприятливі умови для командної творчості — мозкового штурму, який відбувається, коли люди сидять поруч, наповнюючи змістом ідеї один одного — в умовах, коли учасники перебувають у різних місцях.

Тож Бернерс-Лі реконструював свою програму Enquire та почав роздумувати, як її розширити. «Я хотів доступатися до різних видів інформації на зразок технічної документації дослідників, інструкцій із використання різних програмних модулів, стенограм засідань, нашвидкуруч накиданих нотаток тощо». ⁸²⁴ Насправді йому хотілося значно більшого. Він мав сумирну зовнішність природженого кодера, що приховувала виплекану вибагливу

цікавість хлопчика, який допізна читав «Тут ви дізнаєтеся про все». Він прагнув не просто розробити систему керування даними, а створити ігровий майданчик для співпраці. «Я хотів збудувати творчий простір, — пригадував він пізніше, — щось на зразок пісочниці, де всі могли гратися разом».⁸²⁵

Несподівано для самого себе він натрапив на простий механізм, який давав можливість встановлювати потрібні йому зв'язки: *гіпертекст*. Нині знайомий кожному веб-серферу, гіпертекст представляє слово або фразу, закодовані так, щоб при натисканні на них відсилати читача до іншого документа або елемента контенту. Його передбачив ще Буш у описі своєї мемекс-машини, а назву йому 1963 року дав технар-провісник Тед Нельсон, який вигадав винятково амбітний і так і не втілений у життя проект *Xanadu*, в рамках якого усі порції інформації мали публікуватися разом із двобічними гіпертекстовими посиланнями *на* та з пов'язаною інформацією.

Гіпертекст надавав можливість зв'язкам, що лежали в основі програми Бернерса-Лі *Enquire*, розмножуватися зі швидкістю кроликів: будь-хто міг давати посилання на документи на інших комп'ютерах, навіть оснащених іншими операційними системами, не питаючи дозволу. «Програма *Enquire*, здатна створювати зовнішні гіпертекстові посилання, давала нам свободу, — тишився він. — Можна було створювати нові й нові павутини для зв'язування різних комп'ютерів докупи». Не було жодного центрального вузла, жодного командного пункту. Для створення посилання на документ достатньо було знати його адресу. Завдяки цьому система зв'язків отримала можливість поширюватися та розростатися, за висловом Бернерса-Лі, «їдучи верхи на інтернеті».⁸²⁶ Знов-таки, маємо випадок виникнення інновації внаслідок об'єднання попередніх, цього разу гіпертексту та інтернету.

За допомогою комп'ютера *NeXT* — шляхетного гібрида робочої станції та персонального комп'ютера, створеного Стівом Джобсом після вигнання з *Apple*, Бернерс-Лі адаптував для своїх потреб протокол *RPC* (*Remote Procedure Call*, віддалений виклик процедур), над яким якраз працював і який надавав можливість програмі, запущеній на одному комп'ютері, викликати підпрограми, розміщені на іншому комп'ютері. Потім він сформулював набір принципів іменування кожного документа, які спершу назвав «універсальними ідентифікаторами документів». Народ із Інженерної робочої групи інтернету, уповноваженої схвалювати стандарти, вперся через його, за їхніми словами, «зверхність», яку вони вбачили у виборі ним для опису своєї схеми слова «універсальний». Тож він погодився замінити його словом «уніфікований». Як на те пішло, його змусили замінити всі три слова, перетворивши його систему на «уніфіковані вказівники ресурсів» (*Uniform Resource Locators*) — ті самі URL'и на зразок <http://www.cern.ch>, якими ми щоденно користуємося нині.⁸²⁷ До кінця 1990 року він створив набір інструментів, які вдихнули в його мережу життя: протокол передачі

гіпертексту (Hypertext Transfer Protocol, HTTP), який уможливив онлайн-вий обмін гіпертекстами, мову гіпертекстової розмітки (Hypertext Markup Language, HTML) для створення сторінок, рудиментарний браузер у ролі прикладного програмного забезпечення для пошуку та виведення інформації на екран та серверне програмне забезпечення, яке вмiло відповідати на запити з мережі.

У березні 1989 року Бернерс-Лі остаточно сформулював концепцію своєї розробки та офіційно подав вищому керівництву ЦЕРН заявку на фінансування. «Є надія на уможливлення розвитку пула інформації, здатного на зростання та еволюцію, — писав він. — „Павутина“ нотаток зі зв'язками між ними набагато корисніша за фіксовану ієрархічну систему».⁸²⁸ На жаль, його пропозиція викликала стільки ж ентузіазму, скільки й спантеличення. «Туманно, проте захопливо», — написав зверху його доповідної записки його бос, Майк Сендал. «Коли я прочитав Тімову пропозицію, — визнавав він пізніше, — то не зміг розібратися, що то таке, проте вирішив, що це чудово».⁸²⁹ Знову ж таки, для перетворення концепції на реальність геніальному винахіднику знадобився компаньйон.

Концепція вебу значною мірою стала результатом зусиль однієї людини, чого не можна сказати про більшість інновацій цифрової епохи. Проте навіть Бернерсу-Лі знадобився партнер, щоб втілити її в життя. На щастя, він зумів знайти такого в особі Роберта Кайо, інженера-бельгійця з ЦЕРН, який виношував подібні ідеї і погодився об'єднати зусилля. «На весіллі гіпертексту та інтернету Роберт був дружбою», — говорив Бернерс-Лі.

Приємні манери та бюрократичні навички робили Кайо ідеальним кандидатом на роль проповідника проекту у ЦЕРН та успішного проектного менеджера. Вибагливий піжон, який методично складав графік підстригань, він, за словами Бернерса-Лі, був «із тих інженерів, кого несумісність штепселів у різних країнах може довести до сказу».⁸³⁰ Вони сформуливали партнерство, яке спостерігається у багатьох інноваційних командах: розробник-проєкт у парі з працюючим проектним менеджером. За словами Кайо, який полюбляв планування та організаційну роботу, він розчищав Бернерсу-Лі дорогу, щоб той міг «із головою поринути у біти та розробляти свою програму». Якось Кайо спробував обговорити із Бернерсом-Лі план проекту та швидко збагнув, що той «не розуміє навіть суті самої концепції!».⁸³¹ Завдяки Кайо, він не мав у цьому потреби.

Першим доробком Кайо стала відшліфовка заявки на фінансування, поданої Бернерсом-Лі до адміністрації ЦЕРН шляхом перетворення її на менш туманну з одночасним збереженням захопливості. Він почав із самої назви «Управління інформацією». Кайо наполягав, що їм треба придумати своєму проекту яскравішу та промовисту назву, що видавалося не таким уже й

складним завданням. Бернерс-Лі запропонував кілька ідей. Першою була Mine of Information («Шахта інформації»), але це скорочувалося до MOI, французькою «я», що звучало дещо егоцентрично. Друга, The Information Mine («Інформаційна шахта»), скорочувалася до TIM, що було ще гірше. Кайо відкинув підхід, до якого часто вдавалися у ЦЕРН: використовувати як назву ім'я якогось давньогрецького божества чи давньоєгипетського фараона. Тож Бернерс-Лі придумав варіант, який був недвозначним та наочним. «Давай назвемо його World Wide Web (всесвітня павутина)», — сказав він. То була метафора, яку він використав у першому варіанті заявки. Кайо вперся. «Не можна його так називати! Аббревіатуру WWW вимовляти довше, аніж повну назву!». ⁸³² Англійською аббревіатура містила втричі більше складів, аніж власне назва. Проте Бернерс-Лі умів демонструвати спокійну впевненість. «Воно красиво звучить», — постановив він. Тож назву заявки було змінено на «World Wide Web: заявка на гіпертекстовий проект». Так всесвітня мережа отримала своє ім'я.

Щойно проект одержав офіційне схвалення, адміністратори ЦЕРН зажадали його запатентувати. Проте коли Кайо порушив це питання, Бернерс-Лі виступив проти. Він хотів, щоб веб поширювався та еволюціонував якомога швидше, а отже, він мав бути вільний та відкритий. Якимось він подивився на Кайо та осудливо запитав: «Хочеш бути багатим, Роберте?». Як пригадував Кайо, його першою реакцією була: «Ну, це ніколи не завадить, хіба ні?». ⁸³³ Але то була неправильна відповідь. «Вочевидь, йому це було байдуже, — усвідомив Кайо. — Тім робить це не заради грошей. Його влаштовує значно ширший спектр готельних номерів, ніж виконавчого директора». ⁸³⁴

Натомість Бернерс-Лі наполіг на тому, що веб-протоколи слід зробити вільно доступними і відкрито поширюваними та назавжди помістити до загального надбання. Зрештою вся суть всесвітньої павутини, сутність самої його розробки, полягала в заохоченні обміну інформацією та співпраці. ЦЕРН випустив документ, у якому проголошував, що він «відмовляється від будь-яких прав на інтелектуальну власність на цей код як у текстовій, так і у двійковій формі, і надає дозвіл усім і кожному його використовувати, модифікувати та повторно розповсюджувати». ⁸³⁵ Зрештою ЦЕРН об'єднав зусилля із Річардом Столменом та узяв на озброєння його загальну громадську ліцензію GNU. Результатом цього став один із найграндіозніших вільних та відкритих проектів в історії.

Цей підхід яскраво відобразив скромну вдачу Бернерса-Лі. Він відкидав будь-які натяки на особисте звеличення. Джерелами цього було щось, що корінилося в глибині його душі: моральний світогляд на основі рівноправного обміну та поваги, який він віднайшов в унітаріанській універсалістській церкві, парафіянином якої був. Ось як він висловлювався про своїх товаришів-унітаріанців: «Вони зустрічаються не в увитих дротами готелях, а в церквах,

де обговорюють не протоколи та формати даних, а питання справедливості, миру, конфлікту та моральності, але в усіх інших аспектах їхня взаємна повага дуже нагадує ту, що панує у Інженерній робочій групі інтернету... Розробка інтернету та всесвітньої мережі є пошуком набору правил, які дадуть комп'ютерам можливість співпрацювати у гармонії, а метою наших духовних та соціальних шукань є набір правил, що зроблять можливою гармонійну співпрацю людей».⁸³⁶

Попри усю ту помпу, що супроводжує оголошення про випуск багатьох продуктів — на думку одразу ж спадає представлення транзистора у виконанні Bell Labs чи презентація Macintosh від Стіва Джобса, — деякі з найважливіших інновацій тихесенько виходять на історичну сцену навшпиньках. Так 6 серпня 1991 року Бернерс-Лі переглядав тематичну інтернет-конференцію alt.hypertext та наткнувся на запитання: «Хтось щось чув про дослідження чи розробки в сфері... гіпертекстових посилань, що уможливають видобуток інформації з багатьох гетерогенних джерел?». Його відповідь «від: timbl@info.cern.ch 14:56» стала першим публічним анонсом вебу. «Проект World Wide Web має на меті надати можливість створювати посилання на будь-яку інформацію будь-де, — почав він. — Якщо вас цікавить використання відповідного програмного коду, напишіть мені листа».⁸³⁷

Маючи стриманий характер та ще стриманіші манери письма, Бернерс-Лі навіть не підозрював, наскільки глибоку ідею випускає на волю. *Будь-яка інформація будь-де*. «Я витратив багато часу, намагаючись гарантувати, що люди зможуть викладати в мережу будь-що, — говорив він більш ніж два десятиліття по тому. — Я й гадки не мав, що люди викладатимуть туди, в буквальному сенсі слова, все».⁸³⁸ Так, усе. «Тут ви дізнаєтеся про все».

Марк Андріссен та Mosaic

Щоб люди могли відвідувати веб-сайти, їм було потрібно мати на власних комп'ютерах клієнтське програмне забезпечення, відоме як «браузер». Бернерс-Лі написав один із таких, який умів як зчитувати, так і редагувати документи, сподіваючись, що веб стане платформою співпраці користувачів. Проте його браузер працював лише на комп'ютерах NeXT, які були дуже мало поширені, і він не мав ані часу, ані можливостей створити інші версії браузерів. Тож він залучив до написання першого універсального браузера для UNIX та операційних систем від Microsoft юну стажерку ЦЕРН, студентку останнього курсу факультету математики Лестерської політехніки Ніколя Пеллоу. Браузер вийшов рудиментарним, проте він працював. «То мав бути засіб, який надав би вебу можливість зробити перші непевні кроки до світової сцени, проте Пеллоу на це не зважала, — пригадував Кайо. — Вона

отримала завдання і просто сіла його виконувати, навіть не підозрюючи, наскільки велетенським було те, що вона от-от випустить на волю». ⁸³⁹ Закінчивши роботу, Ніколя повернулася до Лестерської політехніки.

Бернерс-Лі став закликати інших покращити її витвір: «Ми енергійно твердили усім і усюди, що зі створення браузерів вийдуть корисні проекти». ⁸⁴⁰ Станом на осінь 1991 року було розроблено півдесятка експериментальних версій, і всесвітня мережа швидко поширилася на інші дослідницькі центри Європи.

У грудні того ж року він здійснив стрибок через Атлантику. ЦЕРН відвідав фізик Пол Кунц, спеціаліст із елементарних частинок зі Стенфордського центру лінійних прискорювачів, і Бернерс-Лі рекрутував його до світу вебу. «Він викрутив мені руку та наполіг, щоб я зайшов до нього, — розповідав Кунц, який боявся, що потрапить на нудну демонстрацію досягнень в управлінні інформацією. — Проте він показав мені дещо, від чого я прозрів». ⁸⁴¹ То був веб-браузер на комп'ютері NeXT Бернерса-Лі, який доступався до інформації на комп'ютері IBM десь в іншому місці. Кунц узяв програму з собою до Америки, і згодом за адресою <http://slacvm.slac.stanford.edu/> відкрився перший у США веб-сервер.

Всесвітня павутина досягла першої космічної швидкості у 1993-му. На початок року в світі налічувалося п'ятдесят веб-серверів, а в жовтні їх було вже п'ять сотень. Однією з причин цього було те, що головною альтернативою всесвітній павутині був розроблений у Міннесотському університеті протокол відправки та видобування даних за назвою Gopher*, і просочилася новина, що його розробники планують брати плату за користування їхнім серверним програмним забезпеченням. Вагомішим імпульсом було створення першого легкого у встановленні веб-браузера із графічними можливостями, який назвали Mosaic. Його було розроблено у Національному центрі суперкомп'ютерних технологій (National Center for Supercomputing Applications, NCSA) в Іллінойському університеті в Урбана-Шампейн, який дістав фінансування в рамках Акта Гора.

Чоловіком, чи радше хлопчаком-переростком, якому належить левова частка заслуг у створенні Mosaic, був тихий, проте енергійний студент останнього курсу Марк Андріссен — вигодуваний кукурудзою веселий велетень під два метри заввишки, який народився 1971 року в Айові та виріс у Вісконсині. Андріссен був шанувальником першопрохідців інтернету, і їхні праці його надихали: «Коли я дістав примірник статті Веннівера Буша „Як

* Подібно до вебівського протоколу HTTP, Gopher був інтернетним (TCP/IP) протоколом прикладного рівня. Він полегшував передусім навігацію на основі меню для пошуку та онлайн-поширення документів (зазвичай текстових). Посилання не вбудовувалися в документи, а створювалися серверами. Його було названо на честь тварини-талісмана університету, а також ця назва була каламбуром на фразу «go for» (прагнути чогось).

може здатися“, то сказав собі: „Так, це воно! Він до всього додумався!“ Буш передбачив інтернет настільки повно, наскільки це було можливо в часи, коли цифрових комп’ютерів ще не існувало. Він стоїть на одному рівні із Чарльзом Беббіджем». Іншим його героєм був Даг Енгельбарт. «Його лабораторія була інтернет-вузлом номер чотири, а це все одно, що мати четвертий телефон світу. Він виявив феноменальну проникливість, досягнувши, чим саме стане інтернет задовго до його створення».⁸⁴²

Коли в листопаді 1992 року Андріссен побачив демонстрацію всесвітньої мережі, то був просто приголомшений. Тож він заручився допомогою штатного співробітника NCSA, першокласного програміста Еріка Байни, для створення більш захопливого браузера. Їм дуже полюбилася концепція Бернерса-Лі, проте вони вважали, що її програмна реалізація у виконанні CERN була сірою та позбавленою крутих можливостей. «Якби хтось створив такі браузер та сервер, як потрібно, то було б насправді цікаво, — сказав Байні Андріссен. — Ми можемо взятися за це і зробити все так, як належить».⁸⁴³

На два місяці вони пішли у програмістський загул, гідний марафонів у виконанні Білла Гейтса та Пола Аллена. Вони програмували цілодобово впродовж трьох чи чотирьох днів, при цьому Андріссен підживлювався молоком та печивом, а Байна — цукерками Skittles та газованою водою Mountain Dew, після чого засинали на добу, щоб відновити сили. Вони були чудовою командою: методичний програміст Байна та продукто-орієнтований дизайнер-провидець Андріссен.⁸⁴⁴

Двадцять третього січня 1993 року практично з такою ж помпезністю, до якої при запуску вебу вдався Бернерс-Лі, користувач `marca@ncsa.uuic.edu` сповістив про вихід Mosaic у тематичній інтернет-конференції `www-talk`. «Владою, не наданою мені ніким конкретним, — починав своє повідомлення Андріссен, — альфа/бета версія 0,5 програми X Mosaic заснованого на створеній у NCSA бібліотеці Motif браузера для мережеских інформаційних систем та World Wide Web оголошується випущеною». Бернерс-Лі, якому цей проект відразу сподобався, два дні по тому написав свій відгук: «Чудово! Кожен новий браузер виходить сексуальнішим за попередній», і додав Mosaic до зростаючого списку браузерів, доступних для завантаження з сайту `info.cern.ch`.⁸⁴⁵

Mosaic був популярний, оскільки його було дуже легко встановлювати, і він дозволяв вбудовувати у веб-сторінки зображення. Але ще популярнішим він став завдяки тому, що Андріссен знав один із секретів підприємців цифрової епохи: він фанатично брав до уваги відгуки користувачів та проводив купу часу в тематичних інтернет-конференціях, опрацьовував пропозиції та скарги, на підставі яких регулярно випускав вдосконалені версії. «Було просто чудово випустити продукт та негайно отримати відгуки, — розповідав

він захоплено. — Завдяки цьому зворотному зв'язку я миттю розумів, що працює, а що ні». ⁸⁴⁶

Зосередженість Андріссена на постійному вдосконаленні вражала Бернерса-Лі: «Ви надсилали йому звіт про баг, і вже через дві години він надслав вам поштою патч». ⁸⁴⁷ Багато років по тому, вже як венчурний капіталіст, Андріссен взяв собі за правило надавати перевагу стартапам, засновники яких концентрувалися на запуску коду та обслуговуванні клієнтів, а не на графіках та презентаціях. «Саме перші стануть компаніями, вартими трильйонів доларів», — казав він. ⁸⁴⁸

Проте із браузером Андріссена було пов'язане дещо, що спершу Бернерса-Лі розчарувало, а згодом почало дратувати. Він був красивий, навіть запаморочливий, але Андріссен робив наголос на створенні багатого на можливості середовища для публікації сторінок, що впадають у вічі, тоді як Бернерс-Лі вважав, що зосередитися треба на наданні інструментів для сприяння серйозній співпраці. Тож у березні 1993 року, після короткої зустрічі з Андріссеном та Байною в Чикаго, він поїхав автівкою «нескінченними на перший погляд кукурудзяними ланами» центрального Іллінойса до їхнього рідного NCSA.

Зустріч видалася не дуже приємною. «Досі усі мої зустрічі з розробниками браузерів були зустрічами розумів, — пригадував Бернерс-Лі. — Але оця вийшла на диво напруженою». У нього склалося відчуття, що розробники Mosaic, які мали власний відділ зв'язків із громадськістю та активно пропагували свою діяльність у пресі, «намагалися представити себе центром розвитку вебу та, по суті, перейменувати веб на Mosaic». ⁸⁴⁹ Йому здалося, що вони роблять спроби привласнити всесвітню мережу та, ймовірно, нажитися на ній*.

Андріссена спогади Бернерса-Лі розсмішили. «Коли Тім до нас завітав, це було схоже радше на офіційний міждержавний візит, аніж на робочу нараду. Веб уже перетворювався на пожежу в сухому лісі, і Тім не міг змиритися з тим, що більше його не контролює». Виступи Бернерса-Лі проти вбудовування зображень у веб-сторінки видалися йому химерними та пуританськими. «Він хотів, щоб там був лише текст, — пригадував Андріссен. — Особливо наполегливо він виступав проти журналів. Його бачення було дуже цнотливим. По суті, він хотів використовувати всесвітню мережу винятково для наукових статей. Він вважав зображення першим кроком на дорозі до пекла. А дорогою до пекла для нього були мультимедійний контент та журнали, плітки, ігри та споживацькі штуки». Сфокусованому на споживачах Андріссену ці розмірковування видалися відірваним від життя безглуздям.

* Рік по тому Андріссен об'єднає зусилля зі стабільно успішним серійним підприємцем Джимом Кларком і створить компанію Netscape, яка випускатиме комерційну версію браузера Mosaic.

«Я — типовий середньозахідний умілець. Якщо людям потрібні зображення, вони отримують зображення. Давайте їх сюди».⁸⁵⁰

Фундаментальна критика Бернерса-Лі стосувалася того, що, фокусуючись на візуальних прикрасах на зразок мультимедіа чи декоративних шрифтах, Андріссен ігнорував абсолютно необхідний для браузера інструментарій: засоби редагування, що давали б користувачам можливість взаємодіяти з контентом на веб-сторінці та доповнювати його. Акцент на візуалізації, а не на інструментах редагування, сприяв перетворенню всесвітньої мережі на публікаційну платформу для власників серверів, а не на місце для співпраці та спільної творчості. «Я був розчарований тим, що Марк не обладнав Mosaic інструментами редагування, — говорив Бернерс-Лі. — Якби тоді більше уваги було приділено використанню вебу як колаборативного, а не публікаційного середовища, сьогодні, я впевнений, він був би значно потужніший».⁸⁵¹

Перші версії Mosaic мали кнопку «співпрацювати», яка давала змогу користувачам завантажувати документ, попрацювати із ним та перевикласти його. Але браузер не був повноцінним текстовим редактором, і Андріссен вирішив, що перетворювати його відповідним чином непрактично. «Мене вразила ця майже одностайна відроза до створення редактора, — жалівся Бернерс-Лі. — За відсутності гіпертекстового редактора люди не матимуть інструментів для повноцінного використання вебу у ролі середовища тісної співпраці. Браузери дозволятимуть їм знаходити та поширювати інформацію, але вони не зможуть інтуїтивно співпрацювати».⁸⁵² Значною мірою він мав рацію. Попри вражаючий успіх вебу, якби він розвивався як більш колаборативне середовище, зараз наш світ був би значно цікавішим місцем.

Бернерс-Лі також відвідав Теда Нельсона, який жив у будинку-човні у Сausalito поряд з мостом «Золоті ворота». Двадцятьма п'ятьма роками раніше Нельсон започаткував концепцію гіпертекстової мережі, запропонувавши проект Xanadu. Зустріч видалася приємною, проте Нельсона непокоїло те, що всесвітній мережі бракувало ключових елементів Xanadu.⁸⁵³ Він був переконаний, що посилання у гіпертекстових мережах повинні бути двобічними, тобто такими, що вимагають схвалення як автора посилання, так і власника сторінки, на яку воно веде. Така система мала б додаткову перевагу у вигляді уможливлення системи мікроплатежів авторам контенту. «HTML — це саме те, чому ми намагалися запобігти: посилання, що постійно ламаються; посилання, що йдуть лише назовні; цитати, які неможливо простежити до першоджерел; жодного керування версіями, жодного керування правами», — пізніше лементував Нельсон.⁸⁵⁴

Якби гору взяла Нельсонова система двобічних посилань, з'явилася б можливість вимірювати використовуваність посилань та накопичувати невеличкі автоматичні виплати авторам використовуваного контенту. Уся індустрія видавництва, журналістики та блогінгу пішла б зовсім іншим

шляхом. Зусилля виробників цифрового контенту можна було б винагороджувати простим та непомітним способом, що відкрило б дорогу розмаїттю моделей отримання доходів, у тому числі незалежних від рекламодавців. Натомість веб став місцем, де агрегатори заробляли більше, ніж виробники контенту. Можливості для оплати праці журналістів із великих медіа-корпорацій та маленьких блог-сайтів також звузилися. Як писав Джарон Ланье, автор книги «Кому належить майбутнє?», «увесь цей бізнес із використання реклами для фінансування комунікацій в інтернеті від природи саморуйнівний. Якщо у вас є універсальні зворотні посилання, у вас є і основа для мікроплатежів за чийсь інформацію, яка виявилася корисною для когось іншого».⁸⁵⁵ Проте система двобічних зв'язків та мікроплатежів потребувала б певної централізованої координації та ускладнила б швидке поширення вебу, тож Бернерс-Лі цю ідею зустрів у штики.

У 1993–1994 роках, саме коли веб повним ходом здійснювався у повітря, я був редактором відділу нових медіа у компанії Time Inc. та видав стратегією виходу журнальної компанії в інтернет. Попервах ми уклали угоди з телефонними онлайн-сервісами на зразок AOL, CompuServe та Prodigy. Ми надавали наш контент, продавали передплатникам свої сервіси та модерували чати й дошки оголошень, навколо яких вибудовувалися спільноти членів. Це приносило нам від одного до двох мільйонів доларів роялті на рік.

Коли з'явилася альтернатива цим пропріетарним онлайн-сервісам у вигляді відкритого інтернету, здавалося, що ми отримали нагоду взяти власну долю та передплатників у свої руки. У квітні 1994 року, на прийнятті з нагоди вручень Національних журнальних премій, я мав розмову з Луї Россетто, редактором та засновником Wired, про те, яким із новоспечених інтернет-протоколів та інструментів пошуку — Gopher, Archie, FTP чи Web — було б найкраще скористатися. Він сказав, що найкращим варіантом є веб завдяки вбудованим у браузері на зразок Mosaic зручним графічним можливостям. У жовтні 1994 року з'явився веб-сайт HotWired та низка сайтів Time Inc.

У Time Inc. ми експериментували з використанням наших усталених брендів — Time, People, Life, Fortune, Sports Illustrated, — а також зі створенням нового порталу за назвою Pathfinder. Ми також створили нові бренди, від Virtual Garden до Netly News. Спершу ми планували брати за їх використання невеличку платню чи встановити передплату, проте покупців реклами з Медісон-авеню настільки вабив цей новий носій інформації, що вони злітали до нашого офісу зграями і пропонували придбати рекламні банери, розроблені нами для наших сайтів. Тож ми та інші підприємства у галузі журналістики вирішили, що краще буде зробити наш контент безкоштовним, зібравши в такий спосіб для наших палких рекламодавців якомога більше очей читачів.

Ця бізнес-модель виявилася нестійкою.⁸⁵⁶ Кількість веб-сайтів, а отже й обсяг пропозиції рекламних місць, експоненційно збільшувався щокілька місяців, а сумарний обсяг доларів, витрачених на рекламу, залишався приблизно однаковий. Як наслідок, ціни на рекламу зрештою обвалилися. Також ця модель виявилася не дуже здоровою з етичної точки зору, оскільки заохочувала журналістів догоджати передусім забаганкам рекламодавців, а не потребам читачів. Проте на той час споживачі вже були впевнені, що контент має бути безкоштовний. Знадобилося двадцять років, щоб почати потроху заганяти цього джина назад у пляшку.

Наприкінці 1990-х років Бернерс-Лі спробував розробити систему мікроплатежів для вебу через очолюваний ним Консорціум всесвітньої павутини (World Wide Web Consortium, W3C). Ідея полягала в розробці способу вбудовування у веб-сторінку інформації, необхідної для обробки маленького платежу, що дало б можливість банкам та підприємцям створювати різноманітні сервіси із функціями «електронних гаманців». Вона так і не була втілена в життя, почасти через ускладнення банківського регулювання. «Коли ми лише починали, першочергово спробували організувати невеличкі платежі на користь тих, хто викладав контент, — пояснював Андріссен. — Проте в Іллінойського університету не було необхідних для цього ресурсів. Системи кредитних карток та банківська система унеможлилювали це. Ми намагалися з усіх сил, проте мати справу з цими хлопцями було справжньою тортурою. Тортурою космічного масштабу».⁸⁵⁷

Бернерс-Лі почав потроху відновлювати діяльність робочої групи з мікроплатіжної розмітки в рамках W3C у 2013 році. «Ми знову розглядаємо мікроплатіжні протоколи, — розповідав він. — Це докорінно змінить всесвітню мережу. Можливо, вона по-справжньому окрилятиме. Можливість сплатити за хорошу статтю чи пісню, безсумнівно, надасть підтримку більшій кількості людей, які щось пишуть чи створюють».⁸⁵⁸ Андріссен також говорив, що сподівається, що моделлю для кращих платіжних систем стане Bitcoin* — створена 2009 року цифрова валюта та однорангова платіжна система. «Якби я мав машину часу і міг повернутися у 1993 рік, то що б я точно зробив, так це створив би Bitcoin чи якусь іншу подібну форму криптовалюти».⁸⁵⁹

На мою думку, ми у Time Inc. та інші медіа-компанії зробили ще одну помилку: пустивши коріння у вебі у середині 1990-х, ми відмовилися від сфокусованості на створенні спільнот. На наших сайтах в AOL та CompuServe ми докладали значних зусиль до створення спільнот з участю наших користувачів.

* Bitcoin та інші криптовалюти використовують технології математично кодованого шифрування та інші принципи криптографії для створення валюти, безпечної та не контрольованої централізовано.

Ми навіть найняли одного із перших пожильців The WELL Тома Мендела модератором дощок оголошень Time та розпорядником наших чатів. Розміщення статей із журналу було вторинним порівняно зі створенням у наших користувачів відчуття соціального зв'язку та спільності. Коли 1994 року ми мігрували до вебу, спершу намагалися відтворити цей підхід. Ми створили дошки оголошень та чати на Pathfinder та вимагали від своїх інженерів відтворити прості потоки обговорень, властиві AOL.

Але із плином часу ми почали звертати більше уваги на розміщення в онлайні власних статей, аніж на створення спільнот користувачів чи сприяння створенню ними контенту. Ми та інші медіа-компанії перетворили наші друковані публікації на веб-сторінки для пасивного споживання читачами, а обговорення звели до рядка коментарів від читачів в самому низу сторінки, які дуже часто перетворювалися на немодероване марнослів'я, яке мало хто, включаючи нас, взагалі коли-небудь читав. На відміну від тематичних конференцій Usenet, The WELL чи AOL, наголос робився вже не на обговореннях, спільнотах та створеному користувачами контенті. Натомість веб став публікаційною платформою, де в нові міхи заливали старе вино — тип контенту, який можна знайти у друкованих виданнях. Це нагадувало перші роки існування телебачення, коли глядачам пропонувалися лише радіовистави з картинками. Так ми прогавили шанс для процвітання.

На щастя, вулиця усьому знаходить своє застосування, і вже незабаром з'явилися нові форми медіа, які використовували нову технологію на повну. Розростання блогів та різноманітних вікі, що виникли в середині 1990-х, призвело до виникнення оновленого веб 2.0, який дозволяв користувачам співпрацювати, взаємодіяти, формувати спільноти та генерувати власний контент.

Джастін Холл та як веб-щоденники стали блогами

У грудні 1993 року, коли Джастін Холл навчався на першому курсі Суортмор-коледжу, він узяв у студентській кімнаті для відпочинку нічийний номер New York Times та прочитав статтю Джона Маркова про браузер Mosaic. «Вважайте це малою закопаних скарбів Інформаційної ери, — починалася вона. — Нове програмне забезпечення, безкоштовно доступне компаніям та фізичним особам, допоможе навіть комп'ютерним користувачам-початківцям зорієнтуватися у глобальному інтернеті, Мережі мереж, багатій на інформацію, проте нерідко хаотичній з погляду навігації».⁸⁶⁰ Худорлявий гік із пустотливою усмішкою та білявим волоссям, що спадало на плечі, Холл скидався на покруч Гекльберрі Фінна з толкієнівським ельфом. В дитинстві в Чикаго він часто читав електронні дошки оголошень, тож, побачивши статтю, негайно завантажив браузер та почав серфити. «Уся ця концепція просто приголомшила мене», — пригадував він.⁸⁶¹

Холл дуже швидко зметував одну річ: «Авторами майже всіх онлайн-нових публікаційних потуг були аматори; люди, які не мали, що сказати». Тож він вирішив створити за допомогою Apple Power Book та безкоштовно скачаного ПЗ MacHTTP веб-сайт, який був покликаний розважити його та всіх інших, хто поділяв його пустотливий світогляд та підліткові захоплення. «Я міг переводити свої твори та слова в електронний вигляд, робити їх красивими та плести павутину посилань».⁸⁶² Його сайт запрацював у середині січня 1994 року, і він був надзвичайно радий, коли вже за кілька днів на нього почали натрапляти незнайомці з усєї мережі.

Його перша домашня сторінка створювала атмосферу халамидницької близькості. Вона містила фото Холла, який корчив гримасу з-за спини полковника Олівера Норта*, фото Кері Гранта, який приймає «кислоту», та щирю подяку «Елу Горю, першому офіційному пішоходу на платному інформаційному автошляху». Тон був невимушений. «Здоровенькі були! — проголошувала домашня сторінка. — Вас вітає комп'ютерна техніка ХХІ століття. Чи варто було її так терпляче чекати? Я публікую це і, припускаю, ви його читаете почасти тому, щоб розібратися у цьому, га?»

Тоді не було веб-каталогів чи пошукових систем, окрім дуже показних на зразок W3 Catalog від Женевського університету та сторінки «Що нового» від NCSA в Іллінойському університеті. Тож Холл винайшов аналог для свого сайту, який вишукано назвав «Ось вам меню прикольної фігні». Утім вже незабаром, віддаючи данину Достоевському, він перейменував його на «Джастінові посилання з підпілля»**. Там містилися посилання на Фонд електронних рубежів, Світовий банк та веб-сайти, створені знавцями пива, фанатами рейвової музики та хлопцем із Пенсильванського університету на ім'я Ранджит Бхатнагар, який створив подібну веб-сторінку. «Кажу вам, автор — дуже крутий хлопець», — зазначав Холл. Він також додав сюди список піратських записів концертів таких груп, як Jane's Addiction та Porno for Pyros. «Залиште записку, якщо вас цікавлять такі записи, чи якщо маєте власні», — писав він. Також там, хоч як дивно, зважаючи на пристрасті Джастіна та його користувачів, було багато розділів, присвячених еротичці, зокрема сторінки із назвами «Дослідження сексуальності, що цвітне буйним цвітом» та «Вказівники на сторінки із запасами хтивості». «Не забудьте протерти клавіатуру від сперми!» — люб'язно нагадував він своїм відвідувачам.

«Джастінові посилання з підпілля» стали лайливим першопрохідцем, що проторував шлях буремному поширенню інтернет-каталогів на зразок Yahoo,

* Один із обвинувачених у скандальній справі «Іран-Контрас», пов'язаний з незаконним продажем зброї Ірану. — *Прим. пер.*

** Відразу після заслання Достоевський опублікував низку оповідань, назви котрих починалися зі слова «записки», найвідомішим із яких було «Записки з підпілля». — *Прим. ред.*

а згодом Lycos та Excite, розквіт яких почався пізніше того ж року. Але на додачу до порталу у країну див вебу Холл створив дещо химерно звабливе, яке зрештою виявилось ще важливішим: постійно діючий веб-щоденник своїх особистих занять, довільних думок, глибоких розмірковувань та інтимних зізнань. Це була перша цілковито нова форма контенту, створена спеціально для мереж персональних комп'ютерів, яка сповна використовувала їхні можливості. Його веб-щоденник містив розмірковування про його розмаїті сексуальні жадання, фотографії пеніса, зворушливі вірші про самогубство батька, привабливо провокаційні оповідання про вітчима та інші одкровення, що частенько перетинали межу «надмірної інформації». Коротко кажучи, він став негідником-засновником інтернет-блогів.

«У старших класах я працював над шкільним літературним журналом, — розповідав він, — і сам опублікував кілька дуже особистих речей». Це стало рецептом для його блогу та багатьох інших, що виникли згодом: залишайся невимушеним, переходь на особисте, будь провокаційним. Він виклав фотографію, на якій стояв голий на сцені, яку йому не дозволили включити до шкільного щорічника, разом із розповіддю про те, як дівчата-редактори «хихотіли, вивчаючи чорно-біле фото мого прутня». Пізніше він поділився розповіддю про вечір болісного сексу з дівчиною, після якого його крайня плоть набрякла; розповідь була щедро проілюстрована багатьма широкими планами стану його геніталій. Такими діями він сприяв виробленню нової чуттєвості для нової епохи. «Я завжди намагався писати провокаційно, і оголеність була частиною провокації, — пояснював він, — тож я маю давню традицію вчинків, що змусили б мою маму червоніти».⁸⁶³

Готовність Холла розсувати межі «надмірної інформації» стала візитною карткою блогів. То була безсоромність, піднесена до рівня моральної настанови. «Надмірна інформація схожа на глибокі лабораторні дані усіх наших людських експериментів, — пояснював він пізніше. — Розкриваючи НІ, сприяєш тому, що люди почуваються менш самотніми». То було нетривіальне досягнення. Зрештою, сприяння тому, щоб люди почувалися менш самотніми, було частиною самої сутності інтернету.

Історія з набряклого крайньою плоттю виявилася заразним прикладом: вже через кілька годин люди з усього світу почали викладати коментарі із власними історіями, рецептами лікування та запевненнями, що це минеться. Ще зворушливіша історія сталася із його дописами про батька — алкоголіка, який покінчив життя самогубством, коли Джастіну було вісім. «Мій тато був іронічною, гуманістичною, чутливою людиною, — писав він. — А ще він був нестерпним лютим покидьком». Холл описував, як батько співав йому фолк-пісні Джоан Баез, і тут же згадував, як він опорожняв пляшки горілки, розмахував зброєю та гудив офіціанток. Дізнавшись, що він був останнім, із ким його батько розмовляв перед самогубством, він виклав вірш: «Про що

ми говорили, / питаю я себе, / і / що це змінило? / Чи міг я відмовити тебе?». Ці дописи дали початок віртуальній групі підтримки. Читачі надсилали власні історії, і Холл викладав їх. Співпереживання вело до споріднення. Емілі Енн Мерклер намагалася змиритися з втратою батька через епілепсію. Рассел Едвард Нельсон додав відскановані зображення водійських прав та інших документів свого покійного батька. Вернер Брандт створив присвячену пам'яті свого батька сторінку з його улюбленими фортепіанними композиціями. Джастін викладав їх поряд із власними роздумами. Це перетворилося на соціальну мережу. «Інтернет захоочує співучасть, — зазначав він. — Відкриваючись у вебі, я сподівався надихнути людей вкласти трохи душі у їхні системи».

Влітку 1994 року, через кілька місяців після започаткування веб-щоденника, Холлу після наполегливого бомбардування телефонними дзвінками та електронними листами вдалося влаштуватися в інтернатуру до HotWired.com у Сан-Франциско. Журнал Wired під проводом харизматичного редактора Луї Россетто саме займався створенням одного з перших журнальних веб-сайтів.

Його випусковим редактором був Говард Рейнголд, проникливий онлайн-мудрець, який щойно видав книгу «Віртуальна спільнота», в якій описав соціальні звичаї та зиски від «життя в гомстеді на електронному фронтірі». Холл став другом та протеже Рейнголда, і разом вони вступили в боротьбу з Россетто за душу нового сайту.⁸⁶⁴

Рейнголд вважав, що, на відміну від друкованого журналу, HotWired.com мав бути слабо керованою спільнотою, «глобальним джем-сейшном», наповненим створеними користувачами матеріалами. «Я входив до фракції Говарда, члени якої були щиро переконані, що спільнота важлива, і хотіли створити користувацькі форуми та засоби, які дали б людям можливість легко коментувати дописи один одного», — пригадував Холл. Одна з проштовхуваних ними ідей полягала в розробці способів, за допомогою яких члени спільноти могли розвивати власні онлайн-ідентичності та репутації. «Цінність полягає у спілкуванні одних користувачів з іншими, — доводив Холл Россетто. — Люди є контентом».

Натомість Россетто вважав, що HotWired має бути гарно вибудованою та ретельно оформленою публікаційною платформою із великою кількістю ілюстрацій, яка розширить бренд журналу та створить разючу Wired-подібну онлайн-ідентичність. «У нас є купа чудових художників, роботи яких мають бути представлені загалом, — наполягав він. — Ми збираємося зробити дещо красиве, професійне та відполіроване, бо саме цього так бракує вебу». Створення купи інструментів для користувацького контенту та коментарів було б «занадто затягнутою інтермедією».⁸⁶⁵

Дискусії з цього питання точилися у вигляді тривалих зустрічей та пристрасних обмінів електронними листами. Але зрештою переміг Россетто, і саме його світогляд, який поділяли багато інших редакторів друкованих видань, зрештою задав напрямок революції вебу. Він став передусім платформою для видання контенту, а не створення віртуальних спільнот. «Ера загальнодоступного інтернету добігла кінця», — проголошував Россетто.⁸⁶⁶

Повернувшись із затяжних літніх веселощів у HotWired, Холл вирішив стати проповідником іншої сторони у цій суперечці, оскільки був переконаний, що загальнодоступні аспекти інтернету мають вітатися та підтримуватися. Спираючись не стільки на соціологічну софістику, як Рейнголд, скільки на юнацький запал, він почав проповідувати спокутну природу віртуальних спільнот та веб-щоденників. «Я викладав своє життя онлайн, розповідаючи історії про тих, кого знаю, та про те, що зі мною відбувається, коли я не гікую в мережі, — пояснював він в онлайні рік по тому. — Розповіді про самого себе тримають мене на плаву».

Його маніфести описували принади нового загальнодоступного середовища. «Розповідаючи в інтернеті різні історії, ми застовпичуємо комп'ютери для комунікації та спільнот, витягуючи їх із грубого меркантилізму», — проголошував він в одному з ранніх своїх дописів. Як людина, яка в дитинстві проводила години на перших дошках оголошень інтернету, він прагнув відтворити дух тематичних конференцій Usenet та The WELL.

Так Холл став Джонні Епплсідом^{*} веб-щоденників. На своєму сайті він запропонував навчити людей створювати HTML-сторінки, якщо вони пустять його пожити на кілька ночей, і влітку 1996 року вирушив у автобусну подорож Сполученими Штатами, зупиняючись у тих, хто відгукнувся на його пропозицію. «Він узяв середовище, яке задумувалося сховищем ученості, та зменшив його до розміру окремої людини», — писав Скот Розенберг у своїй книзі з історії блогів «Кажі все».⁸⁶⁷ Це правда, але він також посприяв дечому більшому: поверненню інтернету та вебу ролі, для якої вони призначалися, тобто інструментів співпраці, а не платформ для комерційних публікацій. Веб-щоденники зробили інтернет людянішим, що аж ніяк не можна назвати дрібницею. «Найкращий спосіб використання нашої технології підвищує нашу людяність, — наполягав Холл. — Він дозволяє нам формувати свої власні саги, ділитися своїми історіями та встановлювати між нами зв'язки».⁸⁶⁸

Цей феномен поширився дуже швидко. 1997 року Джон Бергер, автор веселого веб-сайту «Мудрість роботів», вперше вжив термін «веб-лог», а два роки по тому веб-дизайнер Пітер Мергольц жартома розбив це слово на два, оголосивши, що використовуватиме фразу *we blog* (каламбур зі словами

* Справжнє ім'я Джон Чепмен; американський фольклорний персонаж XIX ст., який подорожував заходом країни і скрізь сів насіння яблунь. — Прим. ред.

we — «ми» та *blog* — «блог», чи то пак навіть «блогувати», себто «вести блог»). Слово «блог» стало загальноживаним^{**}. Станом на 2014 рік у світі налічуватиметься 847 млн блогів.

То був соціальний феномен, значення якого еліта традиційної словесної майстерності осягнула не вповні. Було дуже легко, а певною мірою й виправдано, очорнити більшість самолюбних дурниць, що публікувалися у блогах, та насміхатися з тих, хто гаяв вечори на дописи, які мало хто читав. Проте, як вказувала Аріанна Гаффінгтон, коли тільки створювала свою блог-платформу Huffington Post, люди зголошувалися взяти участь у цих актах соціального дискурсу, оскільки бачили в них можливість самореалізації.⁸⁶⁹ У них з'явився шанс висловити свої ідеї, зробити їх придатними для широкого вжитку та отримати відгуки. Це була нова сприятлива нагода для тих, хто раніше проводив вечори, пасивно споживаючи те, що їм згодовували з телеекранів. «До появи інтернету більшість людей по закінченні школи чи коледжу практично нічого не писали заради розваги чи інтелектуального задоволення, — зазначав у своїй книзі „Розумніше ніж здається“ Клайв Томпсон. — Саме це було дуже важко досягнути професіоналам, чия робота вимагає постійного написання чогось, як-от ученим, журналістам, юристам чи маркетологам».⁸⁷⁰

Джастін Холл розумів грандіозність цього по-своєму. Саме це зробить цифрову епоху настільки відмінною від епохи телебачення. «Публікуючись у всесвітній мережі, ми відкидаємо роль пасивних клієнтів медіа-маркетингу, — писав він. — Якщо у кожного з нас буде місце для публікації наших робіт — скажімо, на каналі Говарда Рейнголда чи каналі середньої школи Райзінг-Сіті — веб ніколи не стане настільки ж банальним та посереднім, як телебачення. Свіжий та захопливий контент можна буде знайти в стількох місцях, скільки буде людей, які прагнуть бути почутими. Гарне викладення людських історій — найкращий спосіб не дати інтернету та всесвітній павутині перетворитися на величезний пустир».⁸⁷¹

Ев Вільямс та Blogger

Станом на 1999 рік блоги буяли пишним цвітом. Вони вже не були головним чином дитячим манежиком для непересічних ексгібіціоністів на зразок Джастіна Холла, які вели щоденники своїх життів та фантазій. Вони стали платформою для критиків-фрілансерів, громадських журналістів, адвокатів, активістів та аналітиків. Проте існувала проблема: створення та підтримка незалежного блогу вимагала певних програмістських навичок та доступу до

* У березні 2003 року слово «блог» увійшло до Оксфордського словника англійської мови як іменник та дієслово.

сервера. Досягнення простоти у користуванні є одним із ключів до успішної інновації. Щоб блоги стали абсолютно новим середовищем, яке трансформує видавничу сферу та демократизує публічний дискурс, хтось мав зробити їх простими; простими на рівні «надрукуйте текст у цьому полі та натисніть цю кнопку». І тут на сцену вийшов Ев Вільямс.

Народившись 1972 року на фермі, де вирощували кукурудзу та соєві боби на околиці селища Кларкс, штат Небраска (населення — 374 людини), Ев Вільямс зростав довготелесим, сором'язливим хлопчиком, який часто лишався на самоті та ніколи не займався полюванням і не грав у футбол, що робило його таким-собі унікалом. Натомість він грався з Lego, будував дерев'яні скейти, розбирав велосипеди, багато часу проводив на сімейному зеленому тракторі, а по закінченні поливних робіт дивився у далечінь та мріяв. «Книжки та журнали були моїми дверима до великого світу, — пригадував він. — Моя родина ніколи по-справжньому не подорожувала, тож я ніколи ніде не був».⁸⁷²

У дитинстві в нього не було комп'ютера, проте, вступивши 1991 року до Університету штату Небраска, він відкрив для себе світ онлайн-сервісів та дошок оголошень. Він почав читати все, що міг знайти, про інтернет, навіть передплатив журнал, присвячений електронним дошкам оголошень. Залишивши коледж, він вирішив заснувати компанію із виготовлення компакт-дисків, які роз'яснювали б онлайн-світ місцевим бізнесменам. Зняті у підвалі на позичену відеокамеру відеоролики скидалися на безбюджетне суспільне телешоу, і з продажами не склалося. Тож він вирушив до Каліфорнії, де влаштувався на роботу молодшим копірайтером у видавництві технічної літератури O'Reilly Media, де проявив свою колючу незалежність, розіславши всьому колективу лист, у якому відмовлявся писати матеріал про один продукт компанії, оскільки той був «шматком лайна».

Він мав інстинкти серійного підприємця, йому постійно муляло засновувати власні компанії, і на початку 1999 року він спільно з Мег Гуріген, з якою деякий час зустрічався, створив фірму Puga Labs. На відміну від тих, хто кидався у визначальне для того періоду доткомове безумство, вони зосередилися на втіленні первинного завдання інтернету: онлайн-співпраці. Puga Labs пропонувала набір веб-застосунків, які дозволяли командам обмінюватися планами проєктів, переліками того, що треба зробити, та створювати документи спільними зусиллями. Вільямс та Гуріген виявили, що їм потрібен простий спосіб обмінюватися власними думками та цікавинками, тож вони почали викладати матеріали на невеличкий внутрішній веб-сайт, який охрестили «Усяка всячина».

На той час Вільямс, який із дитинства любляв читати журнали та інші періодичні видання, підсів на читання блогів. Утім він став шанувальником не особистих щоденників на зразок Холлового, а дописів технічних експертів,

першопрохідців серйозної веб-журналістики на зразок Дейва Вайнера, який створив один із перших таких веб-блогів, Scripting News, та розробив засоби його поширення у форматі XML.⁸⁷³

Вільямс мав власну домашню сторінку за назвою EvHead, на якій були останні новини та коментарі. Як і всім іншим, хто оновлював подібні веб-журнали, йому доводилося набирати кожний пункт та оновлювати за допомогою HTML-коду. Він хотів спростити процес, тому написав простенький програмний скрипт, який автоматично конвертував його дописи в потрібний формат. Цей маленький хак мав революційне значення. «Сама ідея того, що в мене може виникнути думка, і я можу ввести її у форму, і вже за кілька секунд вона з'явиться на моєму сайті, докорінно змінила враження від роботи. Це була одна з тих речей, яка, внаслідок автоматизації процесу, змінила мою роботу до невпізнання».⁸⁷⁴ Незабаром він замислився, чи не може цей маленький побічний прибамбас стати повноцінним самостійним продуктом.

Один із базових принципів інновації полягає в тому, щоб зберігати зосередженість. Вільямс розумів, що його перша компанія зазнала краху, оскільки намагалася робити тридцять справ відразу і в жодній не досягла успіху. Гуріген, яка свого часу працювала бізнес-консультантом, була непохитна: Вільямсів інструментарій для створення блогерських скриптів був цікавою штукою, проте він відволікав увагу. Він нізачо не міг стати комерційним продуктом. Вільямс підкорився, проте в березні потайки зареєстрував доменне ім'я blogger.com. Він не міг стриматися. «Я завжди був хлопцем, зорієнтованим на продукт, і повсякчас думаю про нові продукти, тож вирішив, що це прикольна ідея». У липні, коли Гуріген поїхала у відпустку, він, нічого їй не сказавши, запустив Blogger у вигляді окремого продукту. Він дотримувався іншого базового принципу інновації: не будь *занадто* зосередженим.

Коли Гуріген повернулася та дізналася, що відбулося, вона влаштувала істеріку та пригрозила піти. Крім них двох у Руга був лише один працівник, і відволікатися на щось інше можливості не було. «Вона була розлючена, — пригадував Вільямс. — Проте ми переконали її, що це мало сенс». І це була правда. Упродовж наступних місяців Blogger привернув увагу достатньої кількості прихильників, щоб Вільямс з його лаконічною та незграбною чарівністю став однією з зірок на конференції South by Southwest у березні 2000 року. До кінця року Blogger мав 100 тис. облікових записів.

А от чого він не мав, так це прибутків. Вільямс пропонував Blogger безкоштовно, плекаючи надію, що він заохотить людей придбати застосунки Руга. Але до літа 2000 року він, по суті, покинув Руга. В умовах здуття бульбашки доткомів важко було сподіватися на якісь гроші. Стосунки між Вільямсом та Гуріген, і без того дещо напружені, погіршилися настільки, що гучні офісні сварки стали звичним явищем.

У січні 2001 року грошова криза досягла апогею. Відчайдушно потребуючи нових серверів, Вільямс звернувся до користувачів Blogger за пожертвами. Вдалося зібрати близько 17 тис. доларів, яких вистачило на закупівлю апаратного забезпечення, проте не на виплату зарплат.⁸⁷⁵ Гуріген поставила вимогу, щоб Вільямс залишив посаду виконавчого директора, а коли він відмовився, пішла сама. «У понеділок я звільнилася з компанії, яку співзаснувала, — написала вона у своєму блозі. — Я досі плачу, плачу і плачу».⁸⁷⁶ Інші шестеро працівників також пішли.

Вільямс натомість розмістив у власному блозі довгий допис за назвою «Вмить одне лишилося». «В нас не лишилося грошей, і я втратив свою команду... Останні два роки були для мене довгою, важкою, захопливою, повчальною, унікальною, болісною та, врешті-решт, вкрай корисною та вартою того подорожжю». Поклявшись тримати сервіс на плаву, навіть якщо доведеться робити це самотужки, він закінчив таким постскриптумом: «Якщо хтось бажає на певний час поділитися шматочком офісної площі, повідомте. Мені не завадила б економія грошей (і товариство)».⁸⁷⁷

Більшість людей на цьому етапі все кинули б. Не було ані грошей на оренду, ані когось, хто підтримував би сервери в робочому стані, ані перспектив прибутків. Він також був об'єктом болісних особистих та судових нападів із боку колишніх працівників, через які накопичив купу рахунків за послуги адвоката. «Скидається на те, що всі вважали, що я звільнив усіх своїх друзів, нічого їм не заплатив та забрав компанію собі, — згадував він. — То була вкрай кепська історія».⁸⁷⁸

Проте серед складових скудного характеру Вільямса були терплячість фермера, який вирощує кукурудзу, та впертість підприємця. Він мав феноменально високий рівень стійкості до зневіри. Тож він наполегливо працював, перевіряючи на міцність розмиту межу між завзятістю та тупістю і зберігав спокій під градом проблем. Він керував компанією самотужки, зі свого помешкання. Він сам займався серверами та програмуванням. «По суті, я пішов у підпілля та не робив нічого, крім утримування Blogger на плаву».⁸⁷⁹ Прибутки приблизно дорівнювали нулю, проте він зумів звести їх зі своїми видатками. У черговому пості в мережі він писав: «Насправді я в на диво гарній формі. Я налаштований оптимістично (я завжди налаштований оптимістично). І в мене багато, багато ідей (в мене завжди багато ідей)».⁸⁸⁰

Дехто висловлював співчуття та пропонував допомогу, передусім Ден Бриклін, шанований та відкритий до співпраці технар-провідник, співавтор першого комп'ютерного табличного редактора VisiCalc. «Мене дуже занепокоїло, що Blogger може стати ще однією жертвою краху доткомів», — розповідав Бриклін.⁸⁸¹ Прочитавши сповнений розпачу допис Вільямса, він надіслав йому електронного листа, в якому запитував, чи може якось допомогти. Вони домовилися зустрітися, коли Бриклін, який жив у Бостоні, приїде до

Сан-Франциско на конференцію, влаштовану O'Reilly. За обідом із суші у сідньому ресторані Бриклін розповів про те, як багато років тому, коли його власна компанія йшла на дно, він натрапив на Мітча Капора з Lotus. Попри те, що були конкурентами, вони поділяли колаборативну хакерську етику, тож Капор запропонував угоду, завдяки якій Бриклін зберіг особисту платоспроможність. Після цього Бриклін заснував компанію Trellix, що випускала власну систему для створення веб-сайтів. Наслідуючи приклад Капора, який, виходячи з принципів хакерського братерства, допоміг своєму напівконкуренту, Бриклін розробив угоду, згідно з якою Trellix купувала ліцензію на програмне забезпечення Blogger за 40 тис. доларів, які дозволили останній вижити. Бриклін був передусім хорошим хлопцем.

Упродовж 2001 року Вільямс працював цілодобово зі свого помешкання чи чийогось офісу, підтримуючи Blogger у робочому стані. «Усі мої знайомі вважали мене божевільним», — пригадував він. Пік кризи стався на Різдво, коли він поїхав відвідати свою матір, яка переїхала до Айови. У день Різдва його сайт зламали. «Я був у Айові, намагаючись оцінити шкоду з під'єданого до телефонної лінії крихітного лептопа. На той час у мене не було ні системного адміністратора, ні якихось інших працівників. Зрештою я більшу частину дня провів у салоні Kinko's, ліквідуюючи наслідки зламування».⁸⁸²

Дві тисячі другого року почалися зміни на краще. Вільямс запустив Blogger Pro, за який користувачі мали платити, а за допомогою нового партнера уклав ліцензійну угоду з бразильською компанією. Світ блогів зростав експоненційно, і Blogger став ласим шматочком. У жовтні Вільямсу за настірливою порадою його колишнього боса з видавничого світу, Тіма О'Райлі, зателефонували з компанії Google. На той час вона була передусім пошуковою системою і ще не мала досвіду придбання інших компаній, проте запропонувала купити Blogger. Вільямс погодився.

Простий невеличкий продукт Вільямса посприяв тому, що розміщення онлайн-контенту демократизували. «Публікація для людей на відстані натиснутої кнопки», — так звучала його мантра. «Я обожнюю видавничий світ і мислю вкрай незалежно, що є наслідками мого зростання на віддаленій фермі, — казав він. — Коли я знайшов спосіб надати людям можливість публікуватися в інтернеті, я зрозумів, що зможу посприяти наданню влади та голосу мільйонам».

Blogger, принаймні попервах, був передусім інструментом для публікації, а не для інтерактивного обговорення. «Замість заохочення до діалогу, він просто надавав людям можливість ораторствувати, — визнавав Вільямс. — В інтернеті є спільнотний бік і публікаційний бік. Є люди, сильніше за мене схиблені на спільнотному боці. Мене більше приваблює бік публікації знань,

оскільки я зростав, дізнаючись про світ із опублікованих іншими людьми ро- біт, і я не дуже активний учасник спільнотного боку».⁸⁸³

Проте більшість цифрових інструментів зрештою ставляться на службу соціальним завданням — така вже людська природа. Блогосфера еволюці- онувала у спільноту, а не просто в набір недоораторів. «Зрештою, попри те, що всі ми мали власні блоги, вона перетворилася на спільноту, оскільки ми коментували один одного та давали один на одного посилання, — багато років по тому говорив Вільямс. — То, безперечно, була спільнота, така ж реальна, як ті, що виникали навколо будь-якого списку розсилки чи дошки оголошень, і зрештою я навчився це цінувати».⁸⁸⁴

Згодом Вільямс став співзасновником Twitter — соціальної мережі та сервісу мікроблогів, а потім Medium — сайта публікацій, розробленого для заохочення співпраці та обміну інформацією. З розвитком справи він усві- домив, що насправді цінує не лише публікаційний бік. «До появи інтернету мені, хлопцю, який зростав на фермі в Небрасці, було дуже важко встанови- ти з кимось зв'язки чи знайти спільноту людей зі схожими зацікавленнями, а в кожній людині завжди сидить базова потреба встановити зв'язок із ки- мось. Вже через багато часу після заснування Blogger я збагнув, що він був інструментом, який задовольняв цю потребу. Приєднання до спільноти — це одне з основних прагнень, що керують цифровим світом».⁸⁸⁵

Ворд Каннінгем, Джиммі Вейлз та Wiki

Тім Бернерс-Лі, коли 1991 року запуслав всесвітню мережу, планував, що він ви- користовуватиметься як інструмент співпраці, і саме тому його дуже непоко- їло те, що браузер Mosaic не надавав користувачам можливостей редагувати веб-сторінки, які вони переглядають. Це перетворило веб-серферів на пасив- них споживачів опублікованого контенту. Цей прорахунок було частково ком- пенсовано розвитком блогів, які заохочували користувачів до створення влас- ного контенту. 1995 року було винайдено ще одне середовище, яке пішло значно далі в питанні заохочення співпраці у вебі. Воно дістало назву wiki та працюва- ло шляхом надання користувачам можливості змінювати веб-сторінки — не за допомогою інструментів редагування у їхніх браузерах, а шляхом набору тексту безпосередньо на веб-сторінках, на яких було запущено вікі-програму.

Цей застосунок розробив Ворд Каннінгем — ще один гідний цієї ролі уро- дженець Середнього Заходу (цього разу, штату Індіана), який із дитинства складав аматорські радіоприймачі та захоплювався створюваними ними глобальними спільнотами. Закінчивши університет Пердью, він отримав роботу в компанії з виготовлення електронного обладнання Tektronix, де йому доручили відстежувати проекти — подібне завдання поставили перед Бернерсом-Лі, коли він прийшов до ЦЕРН.

Для цього Ворд модифікував чудовий програмний продукт, розроблений одним із найчарівніших інноваторів Apple Біллом Еткінсоном. Він називався HyperCard і дозволяв користувачам створювати на своїх комп'ютерах власні картки та документи, зв'язані гіперпосиланнями. Apple гадки не мала, що робити з цією програмою, тож, за наполяганням Еткінсона, надавала її безкоштовно в комплекті зі своїми комп'ютерами. Вона була легка у використанні, і навіть діти — передусім діти — винаходили способи створювати стопки «гіперкарток» із зв'язаних між собою малюнків та ігор.

Коли Каннінгем вперше побачив HyperCard, він був приголомшений її потужністю, проте вона видалася йому громіздкою. Тож він створив надпростий спосіб створювати нові картки та посилання: порожнє поле на кожній картці, куди можна було ввести заголовок, слово чи фразу. Якщо вам треба було створити посилання на «Джейн Доу» чи «відеопроект Гаррі» чи будь-що інше, треба було просто ввести відповідні слова у поле. «То було весело», — казав він.⁸⁸⁶

Далі він створив інтернет-версію своєї програми HyperText, використавши для цього лише кілька сотень рядків коду мовою Perl. У результаті він отримав новий застосунок для керування контентом, який дозволяв користувачам редагувати та додавати контент до веб-сторінки. Каннінгем скористався цим застосунком для створення сервісу за назвою «Портлендський репозиторій шаблонів», який дозволяв розробникам програмного забезпечення обмінюватися ідеями з програмування та вдосконалювати викладені іншими шаблони. «План полягає в тому, щоб зацікавлені сторони писали веб-сторінки про людей, проекти та шаблони, які змінили їхню манеру програмування, — писав він у оголошенні, опублікованому в травні 1995 року. — Стиль письма невимушений, як в електронній пошті... Вважайте це модернованим списком, де будь-хто може бути модератором і все архівується. Це не зовсім чат, хоча спілкування можливе».⁸⁸⁷

Тепер йому потрібна була назва. Він створив швидкий веб-інструмент, але варіант QuickWeb звучав убого, наче запропонований комітетом у Microsoft. На щастя, із надр його пам'яті вигулькнуло інше слово, яке означало «швидкий». Він пригадав, як тринадцятьма роками раніше, коли він проводив медовий місяць на Гавайях, «клерк в аеропорту порадив мені скористатися вікі-вікі-автобусом, що курсував між терміналами». Коли він запитав, що це означає, йому пояснили, що гавайською «вікі» означає «швидкий», а «вікі-вікі» означає «надшвидкий». Тож він назвав свої веб-сторінки і програмне забезпечення, яке ними керувало, WikiWikiWeb, скорочено wiki.⁸⁸⁸

В оригінальній версії розробленого Каннінгемом синтаксису посилання в тексті створювалися шляхом збивання слів до купи так, щоб терм містив дві і більше великі літери — наприклад, «ВеликіЛітери». Такий спосіб написання став відомий як CamelCase (буквально «ВерблюжийРегістр»), вплив

якого пізніше проявився в купі інтернет-брендів на зразок AltaVista, MySpace та YouTube.

WardsWiki (саме під такою назвою ця система стала відома) давала можливість будь-кому редагувати та доповнювати інформацію, навіть не потребуючи пароля. Попередні версії усіх сторінок зберігалися на випадок, якщо хтось щось зіпсує, плюс була сторінка «Нові редагування», за допомогою якої Каннінґем та інші могли відстежувати правки. Все вийде, говорив він із жвавим середньозахідним оптимізмом, бо «люди, загалом, хороші». Це було саме те, що уявляв собі Бернерс-Лі — веб із можливостями читання та запису, а не лише читання. «Однією з речей, що уможливили співпрацю, були wiki, — пригадував Бернерс-Лі. — Іншою — блоги».⁸⁸⁹

Як і Бернерс-Лі, Каннінґем зробив своє базове програмне забезпечення загальнодоступним для модифікування та використання. Як наслідок, вже незабаром виникли десятки як вікі-сайтів, так і відкритих вдосконалень його програмного забезпечення. Проте тривалий час концепція wiki була маловідома поза колами інженерів-програмістів; усе змінилося в січні 2001 року, коли її взяв на озброєння за п'ять хвилин збанкрутілий інтернет-підприємець, який без особливих успіхів бився над створенням вільної онлайн-енциклопедії.

Джиммі Вейлз народився 1966 року у Гантсвілі, штат Алабама — містечку реднеків⁷ та вчених-ракетобудівників. За шість років до того, як у відповідь на запуск «Супутника», президент Ейзенгавер особисто приїхав сюди, щоб відкрити Центр космічних польотів імені Маршалла. «Зростання у Гантсвілі на піку космічної програми, можна сказати, вселяло в тебе оптимістичний погляд на майбутнє, — відзначав Вейлз.⁸⁹⁰ — Одним із перших моїх спогадів є дрижання вікон у нашому будинку під час випробувань ракет. По суті, космічна програма була нашою рідною спортивною командою, і це було дуже захопливо, і ти почувався жителем міста технології та науки».⁸⁹¹

Вейлз, чий батько був власником бакалійної лавки, відвідував приватну школу, де всі учні навчалися в одному класі, засновану його мамою та бабусею, які викладали музику. Коли йому було три роки, мати придбала у комівояжера енциклопедію видавництва World Book; коли він навчився читати, вона стала об'єктом поклоніння. Завдяки їй у нього в руках виявився ріг достатку знання, здобрений мапами, ілюстраціями та навіть кількома шарами целофанових діапозитивів, які можна було по черзі піднімати, щоб

* Жаргонне прізвисько білих фермерів, жителів сільської глушини США, спочатку переважно півдня, а потім і місцевості при гірській системі Аппалачі. Приблизно відповідає українському «селюк», але також може застосовуватися як лайливе слово на зразок «жлоб», «бидло» або ж як горда самоназва. — *Прим. ред.*

вивчити речі на зразок мускулів, артерій та травної системи препарованої жаби. Але вже незабаром Вейлз зрозумів, що енциклопедія мала свої недоліки: хоч би скільки інформації вона містила, цього було замало. І з плином часу розрив дедалі збільшувався. За кілька років назбиралася купа неохоплених тем — висадки на Місяць, рок-фестивалі, марші протесту, Кеннеді, королі... Видавництво World Book розсило власникам енциклопедії наліпки, які треба було клеїти на сторінки для оновлення енциклопедії, і Вейлз робив це дуже старанно. «Я жартую, що моя кар'єра редактора енциклопедій почалася ще в дитинстві з вклеювання сторінок у ту, яку придбала мати».⁸⁹²

Закінчивши Обернський університет та без ентузіазму помучившись у докторантурі, Вейлз влаштувався на посаду директора з досліджень у чиказьку фінансову інвестиційну фірму. Але робота його не приваблювала. Його характер вченого поєднувався з любов'ю до інтернету, відточеною шляхом гри у багатокористувацькі фентезійні ігри про підземелля, які були, по суті, краудсорсинговими іграми. Він заснував та модерував список інтернет-розсилки, присвячений обговоренню Айн Ренд — американської письменниці російського походження, яка сповідувала об'єктивістську та лібертаріанську філософію. Він був абсолютно неупереджений у тому, хто міг приєднатися до його дискусійного форуму, негативно ставився до марнослів'я та особистих нападок, відомих як «флейм», та трепетно наставляв користувачів на шлях істинний. «Я обрав „проміжний“ метод модерування, щось на зразок штрикання з-за кулі», — зауважував він в одному дописі.⁸⁹³

До розквіту пошукових систем найпопулярнішими інтернет-сервісами були веб-каталоги, що містили складені людьми списки та категорії класних сайтів, та веб-кільця, які за допомогою спільної навігаційної плашки створювали коло споріднених сторінок, з'єднаних одна з одною. Піддавшись цій моді, 1996 року Вейлз із двома друзями заснували проект, який вони охрестили BOMIS, що розшифровувалося як Bitter Old Men in Suits («Злі дідугани в костюмах»), та почали перебирати ідеї. Вони заснували купу типових для буму доткомів кінця 1990-х років стартапів: веб-кільце сайтів із продажу уживаних автомобілів із ілюстрованим каталогом, сервіс їжі на замовлення, бізнес-каталог міста Чикаго та кільце спортивних сайтів. Переїхавши до Сан-Дієго, Вейлз запустив каталог та веб-кільце, що слугували «чимось на зразок пошукової системи для чоловіків» та містили зображення напівголих жінок.⁸⁹⁴

Веб-кільця продемонстрували Вейлзу цінність залучення користувачів до генерування контенту, а натовп гравців на тоталізаторі на його сайті, які давали такий точний розклад ставок, про який будь-якому окремо взятому експерту годі було мріяти, підтвердив доцільність цієї концепції. На нього також справила враження книга Еріка Реймонда «Собор та базар», в якій пояснювалося, чому відкритий та створюваний натовпом базар був кращою

моделлю для веб-сайту, ніж чітко кероване та ієрархічно організоване будівництво собору.⁸⁹⁵

Далі Вейлз спробував реалізувати ідею, що була відображенням його дитячої любові до продукції видавництва World Book: онлайн-енциклопедію. Він охрестив її Nupedia, і вона мала дві риси: її повинні були наповнювати добровольці, і вона мала бути безкоштовна. Таку ідею ще 1999 року запропонував Річард Столмен, прибічник-першопроходець вільного програмного забезпечення.⁸⁹⁶

Вейлз сподівався зрештою заробити на продажі реклами. У ролі помічника для її розробки він найняв докторанта кафедри філософії Ларрі Сенгера, з яким познайомився ще в онлайн-ових дискусійних групах. «Він цілеспрямовано підшукував на роль керівника проекту саме філософа», — пригадував Сенгер.⁸⁹⁷

Сенгер та Вейлз розробили скрупульозний семікроковий процес створення та схвалення статей, який передбачав доручення написання статей із певних тем визнаним експертам із верифікованими дипломами і надання підготованих ними чорнових варіантів на зовнішнє експертне оцінювання, громадське обговорення, професійне опрацювання рукописів та громадське опрацювання рукописів. «Ми хочемо, щоб наші редактори були справжніми експертами в своїх галузях та (за деякими винятками) мали ступінь доктора», — проголошували принципи редакційної політики Nupedia.⁸⁹⁸ «Ларрі вважав, що якщо не зробити [Nupedia] більш науковою за традиційні енциклопедії, люди не довірятимуть їй і не поважатимуть її, — пояснював Вейлз. — Він помилявся, але з огляду на наші тогочасні знання його позиція мала сенс».⁸⁹⁹ Перша стаття, опублікована у березні 2000 року, була присвячена атональності, і її автором був вчений із Університету імені Йоганна Гутенберга, що у Майнці, Німеччина.

То був страшенно повільний та, що ще гірше, дуже невеселий процес. Як продемонстрував Джастін Холл, головна ідея безкоштовної онлайн-ової писанини полягала в тому, що вона приносила автору дозу радості. Через рік після заснування Nupedia налічувала лише близько десятка опублікованих статей, що робило її непридатною для використання в ролі енциклопедії, і ще 150 перебували на стадії чорнових рукописів, що доводило, наскільки неприємним став процес їх написання. Він був ретельно вибудований у такий спосіб, щоб погано масштабуватися. Вейлз відчув це на власній шкурі, коли вирішив особисто написати статтю про Роберта Мертона — економіста, який отримав Нобелівську премію за створення математичної моделі ринків деривативів. Свого часу Вейлз опублікував статтю, присвячену теорії ціноутворення опціонів, тож був гарно обізнаний із працею Мертона. «Я узявся писати ту статтю, і мені стало дуже лячно, оскільки я був свідомий того, що мій рукопис надішлють найпрестижнішим професорам-фінансистам,

яких лишень можна знайти, — згадував Вейлз. — Раптом у мене виникло відчуття, що я повернувся до докторантури, і це викликало великий стрес. Я збагнув, що спосіб, у який ми організували нашу справу, недієвий».⁹⁰⁰

Саме тоді Вейлз та Сенгер відкрили для себе програмне забезпечення Ворда Каннінгема для створення wiki. Як багато інновацій цифрової епохи, застосування вікі-програми до Nupedia для створення Wikipedia — створення інновації шляхом поєднання двох ідей — було колаборативним процесом із використанням думок, що вже витали у повітрі. Але в цьому випадку навколо того, кому належать основні заслуги, здійнялося щось більше за суперечку в душі wiki.

Сенгер запам'ятав ті події так: на початку січня 2001 року він їв тако у придорожній забігайлівці неподалік Сан-Дієго в компанії приятеля, комп'ютерного інженера Бена Ковітца. Ковітц мав досвід використання wiki Каннінгема та докладно її описав. Після цього, як стверджував Сенгер, його осяяла думка, що wiki можна використати для вирішення проблем із Nupedia. «Я миттєво замислився, чи вийде з wiki відкритіша та простіша редакторська система для вільної колаборативної енциклопедії, — розповідав пізніше Сенгер. — Що більше я про це думав, ще навіть не бачивши на власні очі жодної wiki, то очевиднішою видавалася неминучість цього рішення». Згідно з його версією цієї історії, він після цього переконав Вейлза спробувати вікі-підхід.⁹⁰¹

Зі свого боку, Ковітц наполягав, що саме йому спала на думку ідея використати вікі-програму для краудсорсингової енциклопедії і що він ледве переконав Сенгера. «Я запропонував не залучати схвалений Nupedia авторський колектив, а зробити wiki відкритою широкому загалу, і усі правки відображати на сайті миттєво, без будь-якого рецензування, — розповідав Ковітц. — Дослівно я сказав, що слід дозволити „кожному дурневі у світі з доступом до інтернету“ вільно змінювати будь-яку сторінку на сайті». У Сенгера виникли зауваження: «А що завадить якимсь круглим ідіотам опублікувати відверто фальшиві чи упереджені описи речей?». На що Ковітц відповів: «Нічого. А іншим ідіотам нічого не завадить видалити зміни чи привести їх у прийнятний вигляд».⁹⁰²

Щодо версії цієї історії від Вейлза, то пізніше він стверджував, що дізнався про wiki ще за місяць до розмови Сенгера із Ковітцем. Зрештою, на той час wiki існували вже понад чотири роки і були однією з тем дискусій серед програмістів, учасником яких був працівник BOMIS Джеремі Розенфельд, велика дитина з іще більшою усмішкою. «У грудні 2000 року Джеремі показав мені wiki Ворда та сказав, що вона може вирішити нашу проблему», — пригадував Вейлз, додавши при цьому, що коли Сенгер показав йому те саме, він відповів: «А, так, wiki; Джеремі місяць тому мені це показував».⁹⁰³ Сенгер спростував цю версію, і на форумах Wikipedia здійнялася запекла перепалка. Зрештою Вейлз спробував вгамувати суперечки дописом, в якому закликав

Сендера: «Боже ж ти мій, охолонь», проте Сенгер продовжив боротьбу із Вейлзом на низці інших форумів.⁹⁰⁴

Ця суперечка є класичним прикладом викликів, що постають перед істориками, які пишуть про спільну творчість: кожен учасник має свою версію спогадів про те, хто який внесок зробив, і, зрозуміло, схиляється до завищення власного. Усі ми часто спостерігали потяг до цього у наших друзів, а можливо, навіть кілька разів у самих себе. Але за іронією долі така суперечка супроводжувала народження одного з найбільш колаборативних витворів в історії — сайта, що ґрунтувався на вірі в те, що люди готові вкладати зусилля, не вимагаючи відзначення своїх заслуг*.

Важливішим за визначення того, хто заслуговує на найбільшу пошану, є розуміння рушійних сил, що виникають, коли люди обмінюються ідеями. Той самий Бен Ковітц це чудово розумів. Він був учасником із найпроникливішим поглядом на колаборативний спосіб, у який було створено Wikipedia — назвемо його «джмелем, який з'явився в потрібному місці у потрібний час». «Дехто, намагаючись розкритикувати чи принизити Джиммі Вейлза, дійшов до того, що почав називати мене одним із засновників Wikipedia або навіть її „справжнім засновником“, — згадував Ковітц. — Так, я запропонував цю ідею, проте я не був одним із засновників. Я був лише джмелем. Я певний час дзижчав навколо вікі-квітки, а тоді запилив квітку вільної енциклопедії. Я розмовляв із багатьма іншими, в кого була така сама ідея, проте не в той час і не в тих місцях, де вона могла б пустити коріння».⁹⁰⁵

Саме так дуже часто розквітають хороші ідеї: джміль приносить половину ідеї з якоїсь сфери та запилює нею інший родючий ґрунт, повний напівсформованих інновацій. Саме тому веб-інструменти такі цінні, як і перекуси із тако у забігайлівках.

Коли в січні 2001 року Вейлз звернувся до Каннінгема і повідомив, що планує використати вікі-програму для оживлення свого проекту зі створення енциклопедії, той всіляко його підтримав, ба більше, зрадив. Каннінгем навіть не намагався запатентувати чи оформити авторське право на вікі-програму чи навіть саму назву і був одним із інноваторів, які радіють, коли бачать, що їхні продукти стали знаряддями, що їх будь-хто може використати чи підлаштувати під себе.

Спершу Вейлз та Сенгер бачили Wikipedia лише додатком до Nupedia, чимось на зразок рекламного продукту чи запасної команди. Сенгер запевняв експертів-редакторів Nupedia, що вікі-статті поміщатимуться в окремий розділ веб-сайту та не включатимуться в перелік штатних сторінок Nupedia.

* Що характерно і що не можна не відзначити, статті Wikipedia про її власну історію та ролі Вейлза та Сенгера після запеклої боротьби на форумах зрештою вийшли збалансовані та об'єктивні.

«Якщо вікі-стаття досягне високого рівня, її можна буде включити до штатного редакційного процесу Nupedia», — писав він в одному дописі.⁹⁰⁶ Проте пуристи-нюпедисти пручалися, наполягаючи на цілковитому відокремленні Wikipedia заради недопущення забруднення мудрості експертів. На своєму веб-сайті Дорадча рада Nupedia скупо проголошувала: «Зверніть увагу: редакційні процеси та політика Wikipedia та Nupedia цілковито відокремлені; редактори та експерти-рецензенти Nupedia не обов'язково схвалюють проект Wikipedia, а дописувачі Wikipedia не обов'язково схвалюють проект Nupedia».⁹⁰⁷ Розриваючи ці узи, педанти з «Нюпедійного» жрецтва, самі того не відаючи, робили Wikipedia величезну послугу.

Звільнившись від кайданів, Wikipedia злетіла. Вона стала для веб-контенту тим, чим для програмного забезпечення стала GNU/Linux — спільним витвором рівноправних простолюдинів, підтримуваних добровольцями, які працюють заради віднайденого ними самими задоволення від праці на благо суспільства. То була чарівна, навіть парадоксальна концепція, що чудово вписувалася в філософію, дух та технологію інтернету. Будь-хто міг відредагувати сторінку, і результати з'являлися миттєво. Не треба було бути експертом. Не треба було надсилати факсом копію диплома. Не треба було отримувати благословення можновладців. Не обов'язково було навіть реєструватися чи використовувати своє справжнє ім'я. Звісно, це означало, що ніщо не заважає вандалам нівечити сторінки. Так само, як ніщо не заважало це робити ідіотам чи ідеологам. Проте програмне забезпечення відстежувало кожну версію. При появі поганої правки громада могла позбутися її, просто клацнувши на посилання «Скасувати». Дослідник медіа Клей Ширкі пояснював цей процес так: «Уявіть собі стіну, з якої легше прибрати графіті, ніж їх на ній намалювати. Обсяг графіті на такій стіні залежатиме від самовідданості її захисників».⁹⁰⁸ У випадку Wikipedia її захисники демонстрували просто-таки затяту самовідданість. Подеколи битви правок на Wikipedia затьмарювали собою справжні війни. І, хоч як це, можливо, дивно, сили розуму повсякчас брали гору.

Уже через місяць після запуску Wikipedia налічувала тисячі статей — приблизно в сімдесят разів більше, ніж з'явилося у Nupedia за цілий рік. Станом на вересень 2001 року, після восьми місяців існування, вона налічувала десять тисяч статей. Того місяця, коли сталися теракти 11 вересня, Wikipedia на практиці довела свою моторність та корисність; дописувачі масово кинулися створювати нові статті за темами, що стосувалися Всесвітнього торговельного центру та його архітектора. Вже за рік загальна кількість статей сягнула сорока тисяч — більше, ніж містила енциклопедія видавництва World Book, яку придбала Вейлзова мати. У березні 2003 року кількість статей у англійській версії сягнула 100 тисяч, а кількість редакторів, які активно працювали майже щодня, наблизилася до п'яти сотень. Саме тоді Вейлз вирішив закрити Nupedia.

На той час Сенгер уже рік як пішов з проекту. Вейлз його відпустив. Вони дедалі гостріше конфліктували з фундаментальних питань, як то прагнення Сенгера добитися для експертів та вчених більшого пієтету. З точки зору Вейлза, «ті, що бажають, щоб до них ставилися з пієтетом лише тому, що вони мають ступінь доктора і не хочуть мати справу з пересічними людьми, зазвичай нестерпні».⁹⁰⁹ Сенгер, навпаки, вважав, що нестерпними схильні бути невчені маси. «Як спільноті Wikipedia бракує звичаю або традиції поваги до компетентності, — писав він у передноворічному маніфесті 2004 року, який був одним із багатьох наступів, розгорнутих ним після того, як він залишив проект. — Упродовж першого року існування Wikipedia я намагався, проте так і не зміг, заручитися для цього гідною підтримкою, запровадити політику поваги та ввічливого пієтету до експертів». Елітизм Сенгера відкинув не лише Вейлз, а й уся громада Wikipedia. «Як наслідок, практично кожен, хто має значну компетенцію, проте замалу терплячість, уникатиме відвідування Wikipedia», — лементував Сенгер.⁹¹⁰

Сенгер помилився. Недипломована юрба не прогнала експертів. Натомість сама юрба стала експертом, а експерти стали частиною юрби. На ранніх етапах розвитку Wikipedia я, проводячи дослідження для книги про Альберта Ейнштейна, помітив, що присвячена йому стаття Wikipedia стверджує, що 1935 року він їздив до Албанії, щоб король Зог допоміг йому втекти від нацистів, організувавши візу до США. Це абсолютно не відповідало дійсності, хай навіть цей пасаж включав посилання на маловідомі албанські веб-сайти, де це з гордістю проголошувалося, зазвичай на підставі якихось спогадів із третіх рук, на зразок: чийсь дядько переповів те, що йому розповів його друг. Підписавшись не лише нікнеймом, а й своїм власним ім'ям, я видалив ці твердження зі статті, проте вони з'явилися там знову. На сторінці обговорення я надав посилання на джерела, які чітко засвідчували, де в цей час Ейнштейн перебував (у Принстонському університеті) та яким паспортом він користувався (швейцарським). Проте невгамовні прибічники «албанської партії» продовжували вставляти це твердження в статтю. Перетягування каната на тему «Ейнштейн в Албанії» тривало кілька тижнів. Я почав хвилюватися, що впертість кількох моїх пристрасних опонентів може підірвати довіру Wikipedia до мудрості юрби. Проте через деякий час війна правок скінчилася, і стаття більше не містила згадок про подорож Ейнштейна до Албанії. Спершу я не приписав цей успіх мудрості юрби, оскільки боротьбу за виправлення вів я, а не юрба. Але потім збагнув, що, як і тисячі інших, був частиною юрби, час від часу доповнюючи її мудрість ще однією дрібкою.

Ключовий принцип Wikipedia полягав у тому, що статті мають викладати матеріал із нейтральної точки зору. Завдяки цьому вдалося створити загалом відверті статті навіть на такі контroversійні теми, як глобальне потепління та аборти. Це також полегшувало співпрацю людей із різними

поглядами. «Завдяки політиці нейтральності у нас над однією статтею працюють представники різних точок зору, — пояснював Сенгер. — Це, знаєте, вражає».⁹¹¹ Зазвичай громаді вдавалося, взявши за орієнтир нейтральну точку зору, створити узгоджену статтю, в якій нейтрально викладалися протилежні точки зору. Це стало рідко відтворюваною моделлю використання цифрових інструментів для знаходження точок дотику в рамках сварливого суспільства.

Не лише статті Wikipedia, а й засади її функціонування стали плодом співпраці спільноти. Вейлз виплекав гнучку систему колективного менеджменту, в якій відігравав роль провідника та м'якого наставника, проте не боса. Було створено вікі-сторінки, на яких користувачі могли спільно формулювати та обговорювати правила. За допомогою цього механізму розвинулися настанови з таких питань, як повернення до попередніх версій, посередництво при суперечках, блокування окремих користувачів та підвищення обраних до статусу адміністраторів. Усі ці правила органічно виростили знизу, зі спільноти, а не були нав'язані згори центральною владою. Влада, як і в самому інтернеті, була розподілена. «Я не можу собі уявити, хто ще, крім купи людей, які спільно працюють, міг би написати настільки детальні настанови, — розмірковував Вейлз. — Для Wikipedia абсолютно звичним явищем є знаходження по-справжньому добре продуманого рішення завдяки тому, що до його вдосконалення долучаються так багато людей».⁹¹²

Оскільки Wikipedia зростала органічно, і оскільки як її контент, так і принципи керування були результатом роботи широких мас, вона поширювалася, наче бур'ян. На початку 2014 року існували варіанти 287 мовами, від африкаанс до жмудської. Загальна кількість статей сягнула 30 млн, із них 4,4 млн — в англійській версії. Для порівняння, електронна версія енциклопедії «Британіка», яка 2010 року перестала виходити в друкованому варіанті, містить вісімдесят тисяч статей, що становить менше 2 % від загальної кількості статей у Wikipedia. «Сукупні зусилля мільйонів дописувачів Wikipedia призвели до того, що лише один клік відділяє вас від інформації про те, що таке інфаркт міокарда, чи що було причиною Агашерської війни, чи ким був Спенгліз Малдун, — писав Клей Ширкі. — Це — незаплановане диво, на зразок того, як „ринок“ визначає, скільки хліба надходить до магазину. Щоправда, Wikipedia навіть дивніша за ринок: вона не просто цілковито складається з матеріалів, що були надані безкоштовно, вона ще й доступна вам безкоштовно».⁹¹³ Результатом цього став найвидатніший колаборативний інформаційний проект в історії.

То чому ж люди долучаються до такої роботи? Професор Гарвардського університету Йохай Бенклер назвав Wikipedia, разом із відкритим програмним забезпеченням та іншими вільними колаборативними проектами,

прикладми «суспільного однорангового виробничого процесу». Він розтлумачував його так: «Його основною рисою є те, що групи індивідів успішно співпрацюють над великомасштабними проектами, керуючись не ринковою ціною або командами керівництва, а різномірним кластером мотиваційних стимулів та соціальних сигналів».⁹¹⁴ Ці мотивації включають у себе психологічну винагороду від взаємодії з іншими та особисте задоволення від виконання корисного завдання. У кожного з нас є свої маленькі радості на зразок колекціонування марок чи затягання правил граматики, знання бейсбольного рекорду Джеффа Торборга у коледжі чи бойове шиккування флотів у Трафальгарській битві. Для всього цього знайдеться місце у Wikipedia.

Тут вступає в дію щось основоположне, майже первісне. Деякі вікіпедисти називають це «вікі-креком». Це наче прилив допаміну, який складається у враження, вдарає по центру задоволення у мозку щоразу, як ви вносите маленьку правку, і вона миттєво з'являється у статті Wikipedia. Донедавна можливість бути опублікованим була задоволенням, доступним лише обраним. Більшість із нас, хто належить до цієї категорії, ніколи не забудуть хвилювання, яке нас охопило, коли ми вперше побачили свої слова в опублікованому вигляді. Wikipedia, як до того блоги, зробила це задоволення доступним кожному. Для цього не треба мати диплом чи бути миропомазанним медіа-елітою.

Скажімо, багато статей Wikipedia, присвячених британській аристократії, були написані користувачем, відомим під іменем Лорд Емзуорт. Вони настільки тонко розкривали всі хитросплетіння системи перства, що деякі навіть удостоювалися звання «Статті дня», а Лорд Емзуорт доріс до адміністратора Wikipedia. Згодом виявилось, що Лорд Емзуорт, який взяв собі псевдонім із романів Пелема Гренвеля Вудгауза, насправді був шістнадцятирічним школярем із Саут-Бранзвіка, штат Нью-Джерсі. На Wikipedia ніхто не знає, що ти простолюдин.⁹¹⁵

Із цим пов'язано ще глибше задоволення, викликане участю у створенні інформації, якою ми користуємося, на противагу пасивному її сприйняттю. «Залучення людей до створення інформації, яку вони читають, — писав професор Гарвардського університету Джонатан Цитрейн, — є важливою метою саме по собі».⁹¹⁶ Wikipedia, яку ми створюємо спільними зусиллями, має набагато більше значення, ніж така сама Wikipedia, подана нам на тарілочки з блакитною облямівкою. Однорангове виробництво дозволяє людям долучатися до процесу.

Джиммі Вейлз часто повторював просте та надихаюче формулювання місії Wikipedia: «Уявіть собі світ, в якому кожній окремо взятій людині на планеті надано вільний доступ до сукупності всіх знань людства. Ось що ми робимо». То була масштабна, амбітна та гідна мета. Проте це значне

применшення того, що насправді зробила Wikipedia. Вона зробила більше, ніж просто «надала» людям вільний доступ до знань; вона також у небачений у всій попередній історії спосіб наділила їх здатністю бути частиною процесу створення та поширення знань. Зрештою Вейлз це усвідомив. «Wikipedia дає людям можливість не просто доступатися до знань інших людей, але й ділитися власними, — говорив він. — Коли ти допомагаєш щось збудувати, ти цим володієш, ти в це вклався. Це значно більша винагорода, ніж якщо тобі це просто дарують».⁹¹⁷

Wikipedia іще на крок наблизила світ до бачення, викладеного Веннівером Бушем у його есе 1945 року «Як може здатися», яке провіщало появу «абсолютно нових форм енциклопедій, оснащених „під ключ“ мішаниною пронозувальних їх асоціативних зв'язків, готових для закидання у мемекс та ще більшого розширення». Вона також повертає нас до Ади Лавлейс, яка стверджувала, що машини вмітуть робити все, крім самостійного мислення. Wikipedia не ставила собі за мету побудувати машину, здатну до самостійного мислення. Натомість вона стала дивовижним прикладом людино-машинного симбіозу, сплетіння мудрості людей та обчислювальної потужності комп'ютерів у яскравий гобелен. Коли 2011 року у Вейлза та його третьої дружини народилася донька, вони назвали її Адою на честь леді Лавлейс.⁹¹⁸

Ларрі Пейдж, Сергій Брін та пошукова система

Коли в січні 1994 року Джастін Холл створив свою пришелепувату домашню сторінку, у всьому світі налічувалося лише сім сотень веб-сайтів. Наприкінці того ж року їх було вже 10 тис., а наступного — 100 тисяч. Поєднання персональних комп'ютерів із мережами призвело до неймовірного: будь-хто міг дістати контент звідки завгодно та поширити свій контент будь-де. Але щоб із цього вибухового всесвіту був хоч якийсь зиск, необхідно було винайти простий спосіб, простий людино-комп'ютерний інтерфейс, який надав би людям змогу знаходити те, що їм потрібно.

Першими спробами досягти цього були складені вручну каталоги. Деякі, як-от «Посилання з підпілля» Холла чи «Безглузді сторінки» Пола Філіпса, були пришелепуваті та фривольні. Деякі, навпаки, були тверезими та серйозними, на зразок «Віртуальної бібліотеки всесвітньої павутини» Тіма Бернерса-Лі, сторінки «Що нового» NCSA та «Глобального мережевого навігатора» Тіма О'Райлі. Десять посередині та на якісно новому рівні концепції розташовувався сайт, створений на початку 1994 року двома стенфордськими докторантами; в одній із багатьох своїх ранніх інкарнацій він називався «Путівником по мережі Джеррі та Девіда».

Коли Джеррі Янг та Девід Філо закінчували роботу над своїми докторськими дисертаціями, вони гаяли час, граючи в уявну баскетбольну лігу.

«Ми робили все, що могли, аби уникнути написання дисертацій», — пригадував Янг.⁹¹⁹ Він проводив час, вигадуючи способи зливання характеристик гравців із серверів, що використовували FTP та Gopher — два протоколи поширення документів в інтернеті, які були популярні до розквіту вебу.

Коли з'явився браузер Mosaic, Янг переключився на веб, і вони із Філо почали вручну збирати каталог сайтів, який повсякчас зростав. Його було розбито на категорії, такі як «бізнес», «освіта», «розваги», «уряд», кожна з яких мала десятки підкатегорій. Наприкінці 1994 року вони перейменували свій путівник до всесвітньої павутини на Yahoo!.

Із цим була пов'язана одна очевидна проблема: в умовах щорічного десятиразового зростання кількості веб-сайтів за оновлення каталогу вручну годі було й братися. На щастя, вже існував інструмент, який видобував інформацію з сайтів на FTP чи Gopher. Він звався пошуковим роботом або «павуком», оскільки «переповзав» з одного інтернет-сервера на інший і складав покажчик. Двоє найвідоміших отримали імена на честь парочки з коміксів: Archie (для FTP-архівів) та Veronica (для «Gopher»). У 1994 році плеяда інженерів-підприємців створювала «павуків» для використання в ролі пошукових інструментів для вебу, таких як розроблений Метью Греєм у MIT WWW Wanderer, написаний Брайяном Пінкертоном в Університеті штату Вашингтон WebCrawler, AltaVista авторства Луї Муньє з Digital Equipment Corporation, Lycos від Майкла Молдіна з Університету Карнегі-Меллон, OpenText від команди з канадського університету Ватерлоо та Excite, написаний шістьма друзями зі Стенфорду. Усі вони використовували роботів, чи ботів, які, стрибаючи з посилання на посилання, гасали мережею, наче запійний п'яничка від пабу до пабу, поглинаючи URL та дані з кожного сайту. Згодом ці дані помічали тегами, індексували та поміщали до бази даних, до якої мав доступ сервер пошукових запитів.

Філо та Янг не стали писати власного веб-павука, а вирішили використати для своєї домашньої сторінки ліцензованого. Сайт Yahoo! продовжував підкреслювати важливість свого каталогу, який склали люди. Коли користувач вводив якусь фразу, комп'ютери Yahoo! перевіряли, чи пов'язана вона з яким-небудь записом у каталозі, і якщо так, на екрані з'являвся сформований вручну список сайтів. Якщо ж ні, запит передавався на обробку пошуковому веб-павуку.

Команда Yahoo! помилково вважала, що більшість користувачів мандрували вебом, щоб просто роздивитися навкруги, а не знайти щось конкретне. «Перехід від мандрів та відкриттів до цілеспрямованого пошуку сьогодення був немислимий», — пригадувала Срініджа Срінівасан, перший головний редактор Yahoo!, яка керувала відділом новин, в якому працювали шістдесят юних редакторів та складачів каталогу.⁹²⁰ Ця опора на людський фактор означала, що з плином років (і навіть до сьогодні) Yahoo! значно краще за

конкурентів добиратиме новини, проте відставатиме у пошукових інструментах. Але Срінівасан та її команда аж ніяк не могли витримувати темп появи нових веб-сторінок. Попри її власні переконання та переконання колег із Yahoo!, саме автоматизовані пошукові системи будуть основним методом пошуку інформації у мережі, і першопрохідцями на цьому шляху стала ще одна пара стенфордських докторантів.

Ларрі Пейдж народився та виріс у світі обчислювальної техніки.⁹²¹ Його батько був професором комп'ютерних наук та штучного інтелекту у Мічиганському університеті, а мати викладала там програмування. 1979 року, коли Ларрі було шість, батько приніс додому любительський домашній комп'ютер Exydy Sorcerer*. «Пам'ятаю, що сильно радів тому, що в нас є комп'ютер, бо то було по-справжньому круто, плюс він, мабуть, був дорогий, приблизно як машина», — розповідав Пейдж.⁹²² Незабаром Ларрі оволодів ним та використовував для виконання шкільних завдань. «Думаю, я був першим учнем своєї школи, який здав документ, набраний у текстовому редакторі».⁹²³

Одним із героїв його дитинства був Нікола Тесла — вигадливий піонер електрики та інших винаходів, якого в галузі бізнесу обійшов Томас Едісон, і який зрештою помер у забутті. У дванадцять Пейдж прочитав біографію Тесли, і вона справила на нього гнітюче враження. «Він був одним із найвидатніших винахідників, проте історія його життя сумна, дуже сумна, — пригадував він. — Він не зумів нічого монетизувати, йому ледве вдавалося знаходити кошти на власні дослідження. Я хотів бути більш схожим на Едісона. Якщо ти щось винайшов, від того зовсім не обов'язково буде комусь якась користь. Ти маєш по-справжньому вивести свій винахід у світ; ти маєш пустити його у виробництво і заробляти на цьому гроші, щоб мати змогу фінансувати свою роботу».⁹²⁴

Батьки Ларрі часто брали його та його брата Карла у далекі поїздки, інколи навіть на комп'ютерні конференції. «Думаю, на момент від'їзду до коледжу я встиг побувати майже в усіх штатах», — зазначав він. Метою однієї з таких поїздок була Міжнародна конференція про штучний інтелект у Ванкувері, на якій було чимало фантастичних роботів. Ларрі ще не виповнилося шістнадцять, тож його не пускали, проте його батько наполіг на своєму. «Він просто-таки лаявся на них. То був один із небагатьох випадків, коли я бачив, як він сперечається».⁹²⁵

Подібно до Стіва Джобса та Алана Кея, ще одним захопленням Ларрі, окрім комп'ютерів, була музика. Він грав на саксофоні та навчався писати музику. Влітку він їздив до знаменитого музичного табору Інтерлохен на

* Його створив власник мережі Byte Shop Пол Террел, який дав зелене світло комп'ютеру Apple I, замовивши для свого магазину перші п'ятдесят штук.

півночі Мічигану. Там застосовувався краудсорсинговий метод ранжування дітлахів: на початку заїзду дітей розподіляли по місцях у оркестрі, і будь-хто міг кинути виклик тому, хто займав почесніше місце; двом суперникам давали зіграти певний музичний репертуар, а інші діти всліпу визначали, хто грав краще. «Через деякий час пристрасті вщухали, і всі, як то кажуть, знали свої місця», — розповідав Пейдж.⁹²⁶

Пейджові батьки не лише викладали в Мічиганському університеті; вони там познайомилися, коли були студентами, тож вони лише почасти жартували, обіцяючи Ларрі, що він також буде там вчитися. І він вступив саме туди. Він навмисно обрав на додачу до спеціальності з комп'ютерних наук ще й спеціальність із бізнесу, почасти через гірку та повчальну історію Тесли, який вмів винаходити, але не вмів монетизувати свої винаходи. До того ж у нього перед очима був приклад його старшого на дев'ять років брата Карла, який після коледжу став співзасновником однієї з перших соціальних мереж, яку пізніше за 413 млн доларів придбала Yahoo!.

За словами Пейджа, найбільше враження з усіх курсів у коледжі на нього справив курс із людино-комп'ютерної взаємодії, який читала Джудіт Олсон. Його метою було дати розуміння того, як розробляти прості та інтуїтивні інтерфейси. Свою дослідницьку статтю Пейдж присвятив екрану поштового клієнта Eudora, оцінивши, а потім випробувавши, скільки часу займе виконання різноманітних задач. Приміром, він виявив, що командні клавіші насправді сповільнюють роботу людей порівняно з «мишею» на 0,9 секунди. «Я почувався, наче в мене виробилося інтуїтивне розуміння того, як люди взаємодіятимуть з екраном, і я усвідомив, що це дуже важливі речі, — розповідав він. — Проте навіть сьогодні їх розуміють не надто добре».⁹²⁷

Якось улітку під час навчання в коледжі Пейдж поїхав до табору, організованого закладом із тренування лідерів LeaderShare. Там студентів заохочували мати «здорову зневагу до неможливого». Цей табір вселив у нього прагнення до запуску проєктів, які інші вважали чимось проміжним між зухвалістю та божевіллям, що його він сповна задовольнить у Google. Зокрема, як під час навчання у Мічиганському університеті, так і по його закінченні він просував футурологічні ідеї персонального автоматичного транспорту та автомобілів без водіїв.⁹²⁸

Коли настав час Пейджу вступати до докторантури, МІТ йому відмовив, а от Стенфордський університет прийняв. Це, як виявилось, було щасливим випадком: для тих, хто цікавився перетином технологій та бізнесу, Стенфорд був саме тим університетом, що потрібно. Ще відтоді, як 1909 року випускник Стенфорду Сірил Елвел заснував Federal Telegraph, технологічне підприємство в його стінах не просто допускалося, а й очікувалося. А коли у 1950-х роках декан факультету інженерної справи Фред Терман збудував

на землі, що належала університету, технопарк, таке ставлення стало ще більш виразним. Навіть професорсько-викладацький склад зосереджувався не лише на наукових публікаціях, а й на бізнес-планах стартапів. «Я хотів потрапити до такого професора, з однією ногою в індустрії та бажанням робити божевільні речі, що перевернуть світ, — пригадував Пейдж. — Багато стенфордських професорів комп'ютерних наук саме такі».⁹²⁹

На той час більшість інших елітарних університетів робили акцент на наукових дослідженнях та цуралися комерційних проєктів. Стенфордський університет став дороговказом до сприйняття університетів не лише як наукових закладів, а й як інкубаторів. До переліку породжених Стенфордським університетом компаній входять такі важковаговики, як Hewlett-Packard, Cisco, Yahoo! та Sun Microsystems. Пейдж, який зрештою доповнив цей список найгучнішим ім'ям із усіх, був переконаний, що такий світогляд реально сприяв дослідженням. «Як на мене, у цьому випадку продуктивність чистих досліджень була значно вища, оскільки вони мали опору на реальний світ, — стверджував він. — Це не була гола теорія. Ти хотів застосувати те, над чим працював, до реального завдання».⁹³⁰

Восени 1995 року, коли Пейдж готувався вступати до докторантури Стенфордського університету, він узяв участь в ознайомчій програмі, яка передбачала проведення одного дня у Сан-Франциско. Його гідом був товариський докторант другого року навчання Сергій Брін. Пейдж був від природи мовчазний, проте Брін засипав його своїми думками, і вони не зчулися, як почали сперечатися про все — від комп'ютерів до міського районування. Вони відразу ж стали друзями. «Пам'ятаю, що він мені видався вкрай нестерпним, — визнавав Пейдж. — І досі видається. І, можливо, це взаємно».⁹³¹ Саме так, почуття було взаємним. «Ми видалися один одному нестерпними, — відверто зізнавався Брін. — Проте говоримо це дещо жартівливо. Вочевидь ми багато часу розмовляли, тож щось у тому таки було. Ми, можна сказати, обмінювалися шпильками».⁹³²

Сергієві батьки також були вченими-математиками, проте його дитинство дуже відрізнялося від Пейджового. Брін народився в Москві, де його батько викладав математику у Московському державному університеті, а мати була науковим співробітником Інституту нафти і газу СРСР. Оскільки вони були євреї, їхні кар'єрні перспективи були вкрай обмежені. «Ми були дуже бідні, — розповідав Сергій журналісту Кену Аулетті. — Мої батьки пережили важкий період». Коли його батько подав заяву на еміграцію, він разом із дружиною втратив роботу. Оформлення їхніх віз було завершено в травні 1979 року, коли Сергію виповнилося п'ять. За сприяння Товариства допомоги єврейським іммігрантам вони оселилися в робітничому районі неподалік Університету штату Меріленд, в якому його батько отримав посаду



Тім Бернерс-Лі (нар. 1955)



Джастін Холл (нар. 1974)
та Говард Рейнголд (нар. 1947),
1995 р.



Джиммі Вейлз (нар. 1966)



Сергій Брін (нар. 1973)
та Ларрі Пейдж (нар. 1973)

професора математики, а мати стала дослідником у Центрі космічних польотів NASA імені Годдарда, розташованому неподалік.

Сергій пішов до школи Монтессорі, де плекалося незалежне мислення. «Там ніхто тобі не вказує, що робити, — пригадував він. — Ти маєш сам прокласти собі шлях».⁹³³ Це ріднило його з Пейджем. Коли пізніше їх запитали, чи стало ключовим фактором їхнього успіху те, що батьки були професорами, вони обидва вказали на навчання у школах за системою Монтессорі як на найважливіший чинник. «Вважаю, вирішальними стали такі елементи навчання, як невиконання правил та наказів, а також підтримка ініціативності, цікавості до того, що відбувається у світі, та самобутніх підходів до всього», — стверджував Пейдж.⁹³⁴

Іншою їхньою спільною рисою було те, що як Пейджу, так і Бріну батьки в дитинстві, а саме на його дев'ятий день народження, подарували комп'ютер Commodore 64. «Можливість програмувати власний комп'ютер тоді була значно доступніша, ніж зараз, — пригадував він. — До комп'ютера додавався вбудований інтерпретатор мови BASIC*, і можна було одразу ж приступати до написання власних програм». У середній школі Брін із приятелем писали програми, що намагалися симулювати штучний інтелект шляхом ведення текстового діалогу з користувачем. «Сумніваюся, що нинішні діти, щойно починають знайомитися з комп'ютерами, отримують настільки ж гостинне запрошення до світу програмування, як свого часу я».⁹³⁵

Коли Сергію от-от мало виповнитися сімнадцять, його бунтарське ставлення до влади ледь не закінчилося для нього великими неприємностями. Вони з батьками поїхали до Москви в гості, і там Сергій, побачивши міліційний автомобіль, почав кидатися в нього камінцями. З машини вийшли двоє міліціонерів із намірами «відверто» поговорити з Сергієм, проте його батьки зуміли владнати ситуацію. «Думаю, моє бунтарство пояснюється тим, що я народився в Москві. Мабуть, воно лишилося зі мною, навіть коли я став дорослим».⁹³⁶

Серед книжок, що надихали Бріна, були мемуари фізика Річарда Фейнмана, який пропагував потужність поєднання мистецтва з наукою у спосіб, яким це робив Леонардо да Вінчі. «Пам'ятаю, в одному уривку він пояснював, що дуже хотів би бути як Леонардо, митцем та вченим, — розповідав Брін. — Мене це дуже надихало. Як на мене, це рецепт повноцінного життя».⁹³⁷

Він зумів пройти всі старші класи за три роки і ще за стільки ж закінчити Університет штату Меріленд, отримавши ступінь бакалавра з математики та комп'ютерних наук. Певний час він разом зі своїми товаришами-гіками полюблив тусуватися на дошках оголошень та чатах в інтернеті, доки йому не набридли «десятирічні хлопчачки, які намагаються розмовляти про секс».

* Той самий, написаний Біллом Гейтсом.

Потім він долучився до текстових онлайн-ігор, відомих як «багатокористувацькі підземелля» (Multi-User Dungeons, MUD), та навіть написав власну поштаря, який розносив вибухові пакети. «Я провів у MUD достатньо часу, щоб мати підстави вважати, що то було круто», — пригадував Брін.⁹³⁸ Навесні 1993 року, на останньому році навчання у Мерілендському університеті, він завантажив щойно випущений Андріссеном браузер Mosaic, і веб його просто загінотизував.

Брін вступив до Стенфорду на стипендіальну програму Національного наукового фонду, де вирішив зосередитися на вивченні видобування даних (МІТ, як до того й Пейджу, відмовив йому також, завдавши подвійного ляпасу не так їм, як собі). Для отримання докторського ступеня він мав скласти вісім всебічних тестів, і з сімома з них він впорався практично відразу ж після прибуття. «Я не пройшов якраз той, який, на мою думку, знав найкраще, — пригадував він. — Я пішов до професора та влаштував із ним дебати стосовно відповідей. Зрештою я його переконав. Тож я склав усі вісім».⁹³⁹ Це дало йому можливість записуватися на ті курси, на які він хотів, а також задовольняти свої неординарні атлетичні схильності до акробатики, вправ на трапеції, вітрильного спорту, спортивної гімнастики та плавання. Він умів ходити на руках та, за його словами, навіть подумував про те, щоб втекти та приєднатися до цирку. Він був також затятим любителем катання на роликах, і часто можна було побачити, як він мчить коридорами університету.

Через кілька тижнів після прибуття Пейджа до Стенфордського університету вони із Бріном та усім факультетом комп'ютерних наук переїхали до нового корпусу імені Білла Гейтса*. Роздратований запропонованою архітектором недолугою системою нумерації кабінетів, Брін розробив іншу, яка краще відображала розміщення кожної кімнати та відстань між ними, і саме вона була впроваджена. «Вона була дуже інтуїтивна, якщо так можна висловитися», — згадував він.⁹⁴⁰ Пейджа приписали до кабінету з трьома іншими докторантами, і Брін також там облаштувався. Там були декоративні рослини у підвісних кашпо із керованою комп'ютером системою поливу, під'єднане до комп'ютера піаніно, широкий асортимент електронних іграшок та спальні мішки для перепочинку і ночівлі.

Нерозлучна пара обрала собі позначення ЛарріТаСергій у «верблужому реєстрі», а коли між ними виникали суперечки чи взаємні образи, вони нагадували два мечі, що заточуються один об одного. Тамара Мюнцер, єдина

* Гейтс пожертвував кошти на зведення комп'ютерних корпусів у Гарварді, Стенфорді, МІТ та університеті Карнегі-Меллон. Корпус у Гарварді, який він профінансував на пару із Стівом Балмером, отримав ім'я Максвелл — Дворкін на честь їхніх матерів (за їхніми дівочими прізвищами).

жінка у групі, придумала для них спеціальну фразу, «тупорозумні», яку використовувала передусім тоді, коли вони починали обговорювати відверто абсурдні концепції на зразок можливості побудувати що-небудь розміром із будинок, використовуючи саму лише лімську квасолю. «Із цими хлопцями було дуже весело ділити кабінет, — пригадувала вона. — Графік у нас у всіх був навіжений. Якось всі були на своїх місцях о третій ночі в суботу».⁹⁴¹ Пара ЛарріТаСергій славилася не лише розумом, а й нахабством. «Їм була не властива напускна повага до авторитетів, — стверджував їхній науковий консультант, професор Раджив Мотвані. — Вони повсякчас кидали мені виклик. Вони не соромилися казати мені: „Ви верзете суцільну ахінею!“».⁹⁴²

Як і багато інших видатних співінноваторів, ЛарріТаСергій доповнювали один одного. Пейдж був аж ніяк не «світським левом»; йому було легше встановити зоровий контакт із екраном, аніж із кимось незнайомим. Хронічні проблеми з голосовими зв'язками, викликані вірусною інфекцією, змушували його розмовляти скрипучим, близьким до шепоту голосом, і він мав бентежну (хоча з багатьох точок зору приемну) рису іноді просто мовчати, що робило його рідкісні фрази ще більш пам'ятними. Він міг бути вражаюче відчуженим, проте подеколи був страшенно привабливим. Він мав швидку та щирі усмішку, виразне обличчя та завжди зосереджено вислуховував, що одночасно лестило та бентежило. Інтелектуально скрупульозний, він умів виявляти логічні помилки у найбуденніших фразах та без будь-яких зусиль перетворював поверхневу балачку на глибоку дискусію.

Натомість Брін міг бути чарівно нахабний. Він входив до кабінетів без стуку, зараз же випалював ідеї чи вимоги та вступав у розмови на будь-які теми. Пейдж був більш задумливий та стриманий. Якщо Брін удовольнявся знанням, що щось працює, то Пейдж глибоко замислювався над тим, чому саме воно працює. Тихі коментарі Пейджа під завісу дискусії змушували людей нахилитися вперед та ловити кожне слово. «Думаю, я був трохи сором'язливіший від Сергія, хоча він також певною мірою сором'язливий, — розмірковував Пейдж. — Ми були чудовими напарниками, оскільки, мабуть, я мислив дещо ширше та мав інші навички. Я навчався на інженера з обчислювальної техніки. Я більше знаюся на апаратному забезпеченні. Він же мав радше математичну підготовку».⁹⁴³

Що особливо вражало Пейджа, так це наскільки розумним був Брін. «У тому сенсі, що він був надзвичайно розумний навіть за мірками факультету комп'ютерних наук». Крім того, товариська Брінова вдача допомагала йому зводити людей. Коли Пейдж прибув до Стенфорду, йому дали стіл у відкритій кімнаті, яку прозвали «стійлом для биків» і яку він ділив із іншими новачками-докторантами. «Сергій був дуже світською людиною, — розповідав Пейдж. — Він знайомився з усіма студентами і приходив тусуватися до нас у „стійло“». Брін мав хист навіть до товаришування із професорами.

«Сергію була властива манера запросто входити до кабінетів професорів та тусуватися із ними, що було вельми незвично для докторанта. Думаю, вони терпіли це, бо він був надзвичайно розумний та ерудований. Він міг вносити пропозиції з приводу найрізноманітніших та абсолютно довільних речей».⁹⁴⁴

Пейдж долучився до групи людино-комп'ютерної взаємодії, яка вивчала способи поглиблення симбіозу між людьми та машинами. Першопрохідцями в цій сфері свого часу були Ліклайдер та Енгельбарт, саме їй був присвячений його улюблений курс у Мічиганському університеті. Він став адептом концепції користувачко-орієнтованого дизайну, згідно з якою програмні та комп'ютерні інтерфейси повинні були бути інтуїтивними, а користувач завжди мав рацію. Він вступав до Стенфордського університету, чітко усвідомлюючи, що хоче, щоб його консультантом був Террі Віноград, веселий професор із зачіскою Ейнштейна. Віноград певний час займався дослідженнями штучного інтелекту, проте за результатами роздумів про сутність людського пізнання переорієнтувався, як свого часу Енгельбарт, на вивчення того, як машини можуть доповнити та посилити (а не відтворити та замінити собою) людське мислення. «Я переключився з того, що нині вважається штучним інтелектом, на ширше питання: „Як ми хочемо взаємодіяти з комп'ютером?“» — пояснював Віноград.⁹⁴⁵

Попри шляхетне походження з праць Ліклайдера, на той час галузь людино-комп'ютерної взаємодії та розробки інтерфейсів усе ще вважалася радше гуманітарною дисципліною, на яку прагматичні комп'ютерознавці дивилися зверхньо як на предмет, який зазвичай викладають лише професори психології, якими свого часу були і Ліклайдер, і Джудіт Олсон. «Із точки зору людей, які вивчали машини Тюрінга чи щось таке, мати справу із людськими реакціями було чимось сентиментальним, можна сказати, винятково гуманітарним», — стверджував Пейдж. Завдяки Вінограду ця галузь почала вважатися благопристойнішою. «Террі мав строгу комп'ютерознавчу підготовку ще з часів роботи над штучним інтелектом, але його також цікавила людино-комп'ютерна взаємодія — галузь, у якій практично ніхто не працював, і яку, на мою думку, не сильно поважали». Одним із улюблених курсів Пейджа було «Кіномистецтво у розробленні користувацьких інтерфейсів». «Він демонстрував, як можна застосувати до проектування комп'ютерних інтерфейсів мову та технічні прийоми кіномистецтва», — говорив він.⁹⁴⁶

У центрі наукових інтересів Бріна лежало видобування даних. Під керівництвом професора Мотвані він заснував групу «Видобуток даних у Стенфорді» (Mining Data at Stanford, MIDAS). Серед виданих членами групи статей (у співавторстві із іншим докторантом Крейгом Сілверстайном, який стане першим найнятим працівником компанії Google) були дві, присвячені аналізу споживчих кошиків — методу, який оцінює, в якій мірі споживач, що купує товари А та Б, більш чи менш схильний придбати також товари В та Г.⁹⁴⁷

Саме тоді Брін зацікавився способами аналізу патернів на підставі накопичених даних у мережі.

За допомогою Вінограда Пейдж почав шукати тему своєї дисертації. Він перебрав майже десяток ідей, зокрема принципи розроблення самокерованих автомобілів, за яку згодом візьметься Google. Зрештою він націлився на вивчення способів оцінювання відносної важливості різних веб-сайтів. Ідею методу він узяв із наукового середовища. Одним із критеріїв визначення цінності наукової статті є кількість інших вчених, які цитують її у примітках та бібліографіях своїх робіт. За аналогічною теорією, одним із способів дізнатися цінність веб-сторінки є визначення кількості інших веб-сторінок, що містять посилання на неї.

Однак була одна проблема. Тім Бернерс-Лі спроектував всесвітню павутину у такий спосіб, що сповнював серця гіпертекстових пуристів на зразок Теда Нельсона жахом — хто завгодно міг створити посилання на іншу сторінку без будь-якого дозволу, реєстрації посилання у базі даних чи забезпечення двобічності. Завдяки цьому веб хоч-не-хоч, а розростався, проте це також означало, що не існує простого способу дізнатися кількість посилань, що вказують на конкретну веб-сторінку, та звідки саме ці посилання ведуть. Подивившись на веб-сторінку, можна побачити всі вихідні посилання, але кількість чи якість вхідних посилань дізнатися неможливо. «Веб був погіршеною версією інших знайомих мені колаборативних систем, оскільки гіпертекст мав серйозний недолік — відсутність двобічних посилань», — казав Пейдж.⁹⁴⁸

Тож Пейдж заходився шукати спосіб зібрати величезну базу даних посилань, які потім можна було відстежити в зворотному напрямку та побачити, які сайти посилаються на кожну конкретну сторінку. Одним із рушійних мотивів було сприяння співпраці. Його схема дозволила б людям анутовати іншу сторінку. Скажімо, якщо Гаррі напише коментар та прив'яже його до веб-сайту Саллі, то люди, які зайдуть на її веб-сайт, зможуть перейти на його сторінку і прочитати його коментар. «Якщо обернути посилання та дати можливість відстежувати їх у зворотному напрямку, це дозволить людям залишати коментарі чи анутовати сайт, просто давши на нього посилання», — пояснював Пейдж.⁹⁴⁹

Пейджів метод обертання посилань ґрунтувався на зухвалій ідеї, що осяяла його посеред ночі, змусивши прокинутися від сну. «Я подумав: а що як скачати увесь веб, а тоді залишити собі лише посилання, — пригадував він. — Я схопив ручку та почав писати. Я півночі виписував деталі та переконував себе, що це спрацює».⁹⁵⁰ Цей нічний спалах активності став йому уроком. «Треба бути трохи дурненьким при встановленні перед собою цілей, — пізніше розповідав він групі ізраїльських студентів. — У коледжі я почув фразу:

„Мати здорову зневагу до неможливого“. Це насправді геніальна фраза. Треба пробувати робити те, на що більшість людей ніколи не наважиться». ⁹⁵¹

Створення мапи всесвітньої мережі було непростим завданням. Навіть тоді, у січні 1996 року, в світі налічувалося 100 тис. веб-сайтів із загальною кількістю документів близько 10 млн та майже мільярдом посилань між ними, і щороку їх кількість зростала експоненційно. На початку літа того ж року Пейдж створив веб-павука, спроектованого так, щоб, почавши з його домашньої сторінки, пройти всіма знайденими посиланнями. Гасаючи мережею, наче павутиною, «павук» зберігав би текст кожного гіперпосилання і титульні назви сторінок, та вів би записи, звідки веде кожне посилання. Пейдж назвав свій проект BackRub.

Пейдж сказав своєму науковому консультанту Вінограду, що, за його приблизними оцінками, його веб-павук має впоратися із завданням за декілька тижнів. «Террі із розумінням покивав, чудово усвідомлюючи, що часу знадобиться набагато більше, проте йому стало мудрості нічого мені не говорити, — пригадував Пейдж. — Оптимізм молоді часто недооцінюють!». ⁹⁵² Згодом проект забирав майже половину всієї пропускну здатності інтернет-каналу Стенфордського університету і спричинив щонайменше одне загальнокампусне відключення. Проте адміністрація університету поставилася до цього поблажливо. «У мене майже вичерпалося місце на диску, — писав Пейдж у електронному листі Вінограду 15 липня 1996 року, зібравши на той час 24 млн URL та понад 100 млн посилань. — Я зібрав лише близько 15 % всіх сторінок, проте результати видаються дуже багатонадійними». ⁹⁵³

Зухвалість та складність Пейджового проекту схвилювали математичний розум Сергія Бріна, який теж шукав тему для дисертації. Він був у захваті від перспективи об'єднати зусилля із другом: «То був мій найзахопливіший проект, оскільки він безпосередньо стосувався вебу, який відображає знання людства. До того ж мені подобався Ларрі». ⁹⁵⁴

На той момент BackRub усе ще розглядався як каталог зворотних веб-посилань, що мав стати основою перспективної анотаційної системи та аналізу цитувань. «Хоч як це дивно, я абсолютно не збирався будувати пошукову систему, — визнавав Пейдж. — Ця ідея навіть не проглядалася». У міру еволюції проекту вони з Бріном вигадали хитромудріші способи оцінювання цінності кожної сторінки на підставі кількості та якості посилань на неї. Саме тоді хлопцям із BackRub спало на думку, що їхній показник сторінок, впорядкованих за важливістю, може стати основою високоякісної пошукової системи. І народився Google. «Коли з'являється по-справжньому чудова мрія — хапай її!» — говорив пізніше Пейдж. ⁹⁵⁵

Спершу перероблений проект дістав назву PageRank, яка була обрана тому, що він визначав ранг сторінок, що потрапили до показника BackRub

та, абсолютно не випадково, відображала іронічне почуття гумору Пейджа не без відтінку марнославства. «Так, на жаль, я мав на увазі себе, — сором'язливо зізнавався він пізніше. — І почуваюся через це трохи ніяково».⁹⁵⁶

Мета створення ранжиру сторінок додала ще один рівень складності. Пейдж та Брін збагнули, що значно краще не просто табулювати кількість посилань, які вказують на цю сторінку, а приписувати кожному з цих вхідних посилань певну вагу. Скажімо, вхідне посилання з *New York Times* має важити більше, ніж посилання з кімнати Джастіна Холла у гуртожитку Суортмора. Це запускало рекурсивний процес із великою кількістю зворотних зв'язків: рейтинг кожної сторінки визначався кількістю та якістю вхідних посилань, а якість цих посилань визначалася кількістю та якістю посилань на сторінки, з яких ці посилання надходили, і так далі. «Тут всюди рекурсія, — пояснював Пейдж. — То все одне велике зачароване коло. Проте математика — чудова штука. Це можна розв'язати».⁹⁵⁷

Саме така математична складність була Бріну до душі. «Насправді для розв'язання цієї задачі ми розробили великий математичний апарат, — пригадував він. — Ми перетворили увесь веб на одне велике рівняння з кількома сотнями мільйонів змінних — рейтингів усіх веб-сторінок».⁹⁵⁸ У статті, написаній ними у співавторстві зі своїми науковими консультантами, вони навели складні математичні формули, що ґрунтувалися на кількості вхідних посилань на конкретну сторінку та відносний ранг кожного з цих посилань. Далі вони висловили все це простими, зрозумілими для непосвячених словами: «Сторінка має високий ранг, якщо сума рангів її зворотних посилань висока. Цей принцип охоплює як варіант із великою кількістю посилань на сторінку, так і з малою кількістю високорангових посилань на неї».⁹⁵⁹

Питання на мільярд доларів звучало так: чи дасть застосування PageRank насправді якісні результати пошуку? Тож вони провели порівняльний аналіз. Одним із використаних ними прикладів був пошук за словом «університет». У *Alta Vista* та інших системах це давало список довільних сторінок, у назві яких з тих чи інших причин використовувалося це слово. «Пам'ятаю, як запитав їх: „Навіщо ви втюкуєте людям непотріб?“» — розповідав Пейдж. Йому відповіли, що низька якість результатів була його провиною і що він має уточнити свій пошуковий запит. «Із курсу з людиною-комп'ютерної взаємодії я виніс, що звинувачення користувача не є вдалою стратегією, тож я розумів, що вони роблять фундаментально неправильні речі. Усвідомлення того, що користувач завжди має рацію, призвело до ідеї можливості створення кращої пошукової системи».⁹⁶⁰ При використанні PageRank найпершими результатами пошуку за словом «університет» були Стенфорд, Гарвард, МІТ та Мічиганський університет, що їм неймовірно сподобалося. «Вау, — пригадував власну реакцію Пейдж. — Мені та решті членів групи було абсолютно зрозуміло, що якщо мати спосіб ранжування речей на підставі не лише

змісту сторінки, а й на підставі думки світу про цю сторінку, він становитиме по-справжньому велику цінність для пошуку».⁹⁶¹

Після цього Пейдж та Брін вдосконалили PageRank, додавши більше факторів на зразок частоти згадування, розміру шрифту та розташування ключових слів на веб-сторінці. Додаткові бали присуджувалися за присутність ключового слова в URL-адресі, його набір великими літерами чи його наявність у заголовку. Вони проглядали кожен набір результатів, після чого підправляли та уточнювали формули. Вони виявили, що дуже важливо надати велику вагу тексту-прив'язці, себто словам, виділеним як гіперпосилання. Наприклад, слова «Білл Клінтон» слугували текстом-прив'язкою багатьох посилань, що вели на сайт Білого Дому (whitehouse.gov), щоб коли користувач шукав за словами «Білл Клінтон», ця веб-сторінка виявлялася на вершині навіть попри те, що ім'я Білла Клінтона не було вагомим елементом домашньої сторінки власне сайту whitehouse.gov. Для порівняння, в одного з їхніх конкурентів першим результатом пошуку за словами «Білл Клінтон» був сайт «Жарт дня про Білла Клінтона».⁹⁶²

Почасти через величезну кількість сторінок та посилань, з якими доводилося мати справу, Пейдж та Брін назвали свою пошукову систему Google, обігравши термін «гугол» — позначення числа із сотнею нулів після одиниці. Цей варіант запропонував один із їхніх сусідів по кімнаті у Стенфорді, Шон Андерсон, і коли вони ввели слово Google, щоб перевірити, чи не зайняте таке доменне ім'я, воно виявилось вільним. «Не впевнений, чи збагнули ми тоді, що зробили помилку в написанні, — говорив пізніше Брін. — Тим паче, що слово [googol](http://googol.com) було вже зайняте. Один хлопець уже встиг зареєструвати домен googol.com, і я спробував купити його в нього, але він був йому надто дорогий. Тож ми задоволилися варіантом Google».⁹⁶³ Слово вийшло жартівливе, легке для запам'ятовування та набору на клавіатурі, а також для перетворення на дієслово*.

Пейдж та Брін наполегливо покращували Google двома способами. По-перше, вони виділили на це завдання значно більше пропускну здатності, обчислювальної потужності та дискового простору, ніж будь-хто з їхніх конкурентів, довівши швидкість індексування до ста сторінок за секунду. Крім того, вони фанатично вивчали поведінку користувачів, на підставі чого постійно докручували свій алгоритм. Якщо користувачі клацали на перший результат і після цього не поверталися до списку результатів, це означало, що вони отримали те, що хотіли. Але якщо вони здійснили пошук і відразу ж повернулися до уточнення запиту, це означало, що вони незадоволені і що

* Слово [google](http://google.com) у значенні дієслова увійшло до Оксфордського словника англійської мови у 2006 році.

інженери мають розглянути уточнений пошуковий запит та визначити, що саме користувач сподівався побачити у першому наборі результатів. Щоразу, коли користувачі переходили на другу чи третю сторінку результатів пошуку, це був знак, що вони незадоволені порядком отриманих результатів. Як зазначав журналіст Стівен Леві, такий зворотний зв'язок допоміг Google зрозуміти, що коли користувачі вводять «собаки», вони також шукають «щенят», а коли вони пишуть «кип'ятіння», вони також можуть мати на увазі «гарячу воду», і зрештою Google також зрозумів, що коли люди пишуть «хот-дог», вони *не* шукають інформацію про «кип'ятіння щенят». ⁹⁶⁴

До схеми оцінювання посилань, дуже схожої на PageRank, додумалася ще одна людина: китайський інженер Яньхун (Робін) Лі, який навчався в Університеті штату Нью-Йорк у Баффало, після чого приєднався до нью-джерсійського відділення компанії Dow Jones. Навесні 1996 року, якраз коли Пейдж та Брін створювали PageRank, Лі розробив алгоритм, який назвав RankDex, для визначення цінності результатів пошуку за кількістю вхідних посилань на сторінку та контекстом текстів-прив'язок цих посилань. Він придбав самонавчитель із патентування ідей, після чого зробив це за допомогою Dow Jones. Проте компанія не стала розвивати цю ідею, тож Лі поїхав далі на Захід, де працював у Infoseek, а потім повернувся до Китаю. Там він співзаснував Baidu, яка стала найбільшою пошуковою системою в цій країні та одним із наймогутніших глобальних конкурентів Google.

Станом на початок 1998 року база даних Пейджа та Бріна містила мапи для майже 518 млн гіперпосилань із приблизно 3 млрд, які на той час налічувала всесвітня павутина. Пейдж дуже хотів, щоб Google не залишився тільки теоретичним проектом, а став загальноновживаним продуктом. «Це було схоже на проблему Ніколи Тесли, — сказав він. — Ти робиш винахід, який вважаєш видатним, тож прагнеш, щоб ним почала якомога скоріше користуватися велика кількість людей». ⁹⁶⁵

Пейдж та Брін прагнули перетворити теми своїх дисертацій на бізнес, тому не хотіли публікувати чи влаштовувати формальні презентації своїх здобутків. Проте їхні наукові консультанти тиснули на них і примушували щось опублікувати, тож навесні 1998 року вони видали 20-сторінкову статтю, в якій примудрилися пояснити наукові теорії, на яких ґрунтувалися PageRank та Google, не розкривши при цьому всі карти настільки, щоб дати конкурентам забагато таємниць. Статтю «Анатомія великомасштабної гіпертекстової системи пошуку інформації у вебі» (The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine) було представлено на конференції в Австралії у квітні 1998 року.

«У цій статті ми подаємо до вашої уваги Google — прототип великомасштабної пошукової системи, яка широко використовує надану

гіпертекстом структуру», — починалася вона.⁹⁶⁶ Побудувавши мапу більш ніж півмільярда з трьох мільярдів посилань вебу, вони зуміли підрахувати для щонайменше 25 млн веб-сторінок PageRank, які «вдало відповідають суб'єктивному тлумаченню людьми поняття важливості». Вони детально описали «простий ітеративний алгоритм» підрахунку PageRank для кожної сторінки. «До вебу були застосовані принципи цитування наукової літератури шляхом передусім підрахунку цитувань чи зворотних посилань на конкретну сторінку. У такий спосіб отримуємо деяку наближену оцінку важливості чи якості сторінки. PageRank розвиває цю ідею, рахуючи посилання з різних сторінок по-різному».

Стаття містила багато технічних подробиць ранжування, переміщення «павука» мережу, індексації та ітеративного алгоритму обробки сторінок. Кілька абзаців було присвячено корисним напрямам майбутніх досліджень. Проте зі статті чітко випливало, що це не була винятково теоретична справа чи суто науковий проект. Вони займалися тим, що однозначно мало перетворитися на комерційне підприємство. «Google сконструйовано так, щоб бути масштабованою пошуковою системою, — проголошували вони в кінцевій частині. — Його головною метою є надання високоякісних результатів пошуку».

В університетах, де передбачалося, що дослідження проводяться насамперед заради наукових досягнень, а не комерційних застосувань, це могло становити проблему. Проте у Стенфорді студентам не лише дозволяли працювати над комерційними проектами, це навіть заохочувалося та для цього створювалися всі умови. Існував навіть спеціальний відділ для допомоги із процесом патентування та ліцензійними угодами. «У Стенфорді створена атмосфера, що заохочує підприємництво та ризикові дослідження, — проголошував президент університету Джон Геннессі. — Тут люди насправді розуміють, що подеколи найкращим способом вплинути на світ є не написання статті, а взяття на озброєння технології, в яку віриш і яку застосовуєш до чогось».⁹⁶⁷

Пейдж та Брін спробували продати ліцензію на використання їхнього програмного забезпечення іншим компаніям, для чого зустрілися з виконавчими директорами Yahoo!, Excite та AltaVista. Вони просили мільйон доларів ліцензійної винагороди, що було зовсім не захмарною ціною, оскільки в комплекті йшли права на їхні патенти, а також їхні персональні послуги. «На той час ці компанії були варті сотень мільйонів, — згадував пізніше Пейдж. — Це не було б дуже значною витратою з їхнього боку. Проте їхнім керівникам забракло проникливості. Багато хто говорив нам: „Пошук не настільки важливий“».⁹⁶⁸

Як наслідок, Пейдж та Брін вирішили заснувати власну компанію. Справу дуже полегшило те, що в радіусі кількох кілометрів від кампусу можна було

знайти успішних підприємців, які погодилися б стати інвесторами-меценатами, а проїхавши трохи далі по Сенд-Гілл-роуд, можна було зустріти венчурних капіталістів, котрі охоче надали б стартовий капітал. Один із їхніх професорів зі Стенфорду, Девід Черітон, за допомогою саме одного з таких інвесторів, Енді Бехтольшайма, заснував компанію з продажу обладнання для мережі Ethernet, яку вони зрештою продали Cisco Systems. У серпні 1998 року Черітон порадив Пейджу та Брину зустрітися із Бехтольшаймом, який також був співзасновником Sun Microsystems. Яюсь пізно ввечері Брін надіслав йому електронного листа. Відповідь надійшла миттєво, і вже вранці вони зустрілися на терасі Черітонового будинку в Пало-Альто.

Навіть у таку незручну для студентів пору доби Пейдж та Брін зуміли влаштувати вражаючий демопоказ своєї пошукової системи, продемонструвавши, що вони здатні завантажувати, індексувати та обраховувати сторінковий ранг значної частини всесвітньої мережі за допомогою міні-комп'ютерів. То була приємна зустріч на піку буму доткомів, і питання Бехтольшайма дуже надихали. На відміну від десятків заявок, що надходили до нього щотижня, це не була презентація у PowerPoint про якесь гіпотетичне програмне забезпечення, якого ще не існувало. Він мав можливість власноруч ввести запити, і на екрані миттєво з'являлися результати, ще й значно якісніші за ті, що давала AltaVista. До того ж обоє засновників були кмітливі та енергійні, а саме на таких потенційних підприємців він полюбляв робити ставки. Бехтольшайму сподобалося, що вони не викидали купи грошей — як на те пішлося, взагалі не витрачали грошей — на маркетинг. Вони знали, що Google достатньо якісний, щоб інформація про нього поширювалася «бабським радіо», тож витрачали всі свої пенні на складові для комп'ютерів, які самі й збирали. «Інші веб-сайти витрачали значну частку венчурного капіталу на рекламу, — розповідав Бехтольшайм. — Тут же підхід був протилежний. Створи щось цінне та представ привабливо сервіс, щоб люди просто брали і використовували».⁹⁶⁹

Хоча Брін та Пейдж цуралися надання рекламних послуг, Бехтольшайм розумів, що помістити чітко підписані рекламні банери на сторінку з результатами пошуку дуже просто — і анітрохи не шкідливо. Це означало, що в них під ногами неприхований потік прибутків, який лише чекає, коли його вистають. «Це, безперечно, найкраща ідея, почута мною за останні роки», — сказав він їм. Вони хвилинку поговорили про ціну, і Бехтольшайм сказав, що вони оцінили себе задешево. «Що ж, я не хочу гаяти час, — підвів він ризику, оскільки йому був час їхати на роботу. — Певен, хлопці, що вам стане у пригоді, якщо я просто видам чек». Він сховався до машини за чековою книжкою та виписав один на ім'я Google Inc. на суму 100 тис. доларів. «У нас іще немає банківського рахунку», — сказав йому Брін. «Депонуєте, коли матимете», — відповів Бехтольшайм і поїхав на своєму Porsche.

Брін та Пейдж пішли до Burger King, щоб відсвяткувати. «Ми вирішили, що треба з'їсти щось по-справжньому смачне, хай навіть дуже нездорове, — казав Пейдж. — Крім того, там було дешево. Це здавалося правильною комбінацією способів відсвяткувати отримання коштів».⁹⁷⁰

Чек Бехтольшайма, виписаний на Google Inc., надав їм стимул оформити себе як корпорацію. «Треба було терміново знайти собі юриста», — казав Брін.⁹⁷¹ «Це було як: „Вау, може, нам таки дійсно треба заснувати компанію“», — пригадував Пейдж.⁹⁷² Завдяки репутації Бехтольшайма — і завдяки вражаючій сутності продукту Google — потягнулися інші спонсори, зокрема Джефф Безос із Amazon. «Я буквально закохався в Ларрі та Сергія, — проголошував Безос. — Вони мали бачення. То була клієнтоорієнтована точка зору».⁹⁷³ Сприятливий галас навколо компанії Google став настільки гучний, що через кілька місяців вона досягла рідкісного успіху — залучила інвестиції від двох найбільших венчурних компаній-конкурентів Кремнієвої долини: Sequoia Capital та Kleiner Perkins.

На додачу до послужливого університету, охочих наставників та венчурних капіталістів, Кремнієва долина мала ще один необхідний інгредієнт: купу гаражів на зразок тих, в яких свої перші вироби сконструювали Г'юлетт та Паккард, а Джобс із Возняком збирали перші плати для Apple I. Коли Пейдж та Брін усвідомили, що настав час відкласти плани на написання дисертацій убік та залишити стенфордське гніздо, вони знайшли гараж, який можна було винайняти за 1700 доларів на місяць — на дві машини, в комплекті з джакузі та парою вільних кімнат у прилеглому будинку у Менло-Парку, що належав їхній подрузі по Стенфорду С'юзен Войчицьки, яка незабаром приєдналася до Google. У вересні 1998 року, через місяць після зустрічі з Бехтольшаймом, Пейдж та Брін зареєстрували свою компанію як корпорацію, відкрили банківський рахунок та депонували його чек. На стінку гаража вони повісили дошку з написом «Всесвітня штаб-квартира Google».

На додачу до надання легкого доступу до всієї інформації, що міститься у всесвітній павутині, Google ознаменував кульмінаційний стрибок у відносинах між людьми та машинами — у «людино-комп'ютерному симбіозі», передбаченому Ліклайдером чотирма десятиліттями раніше. Yahoo! намагалася досягти примітивнішого варіанта цього симбіозу шляхом використання як електронного пошуку, так і складених людьми каталогів. Підхід, використаний Пейджем та Бріном, на перший погляд здається способом викреслення з цієї формули людських рук і здійснення пошуків за допомогою самих лише веб-павуків та комп'ютерних алгоритмів. Проте якщо розглянути їхній підхід уважніше, виявиться, що він насправді є сплавом машини з людським інтелектом. Їхній алгоритм спирався на мільярди людських суджень, винесених людьми при створенні посилань із їхніх власних веб-сайтів. То

був автоматизований спосіб задіяти мудрість людей — іншими словами, вищою формою людино-комп'ютерного симбіозу. «Процес може здатися цілком автоматичним, — пояснював Брін, — але, якщо взяти до уваги обсяг людського внеску у кінцевий продукт, то йдеться про працю мільйонів людей, які витратили час на створення своїх веб-сторінок, визначаючи, на кого і яким чином послатися, і цей людський елемент також має значення».⁹⁷⁴

В основоположному есе 1945 року «Як може здатися» Веннівер Буш сформулював виклик: «Сукупність людського досвіду зростає дивовижними темпами, а засоби, які ми використовуємо для проходження лабіринту в пошуках предмета, що наразі для нас важливий, такі самі, як і ті, якими ми користувалися за часів кораблів із квадратними вітрилами». У статті, яку Брін та Пейдж подали до Стенфорду незадовго до того, як залишили його заради заснування власної компанії, вони стверджували те саме: «Кількість документів у покажчиках зростає на багато порядків, а здатність користувача переглядати документи — ні». Їхні слова поступаються пишномовністю Бушевим, проте їм вдалося здійснити його мрію про людино-машинну співпрацю задля приборкання інформаційного перевантаження. Отже, система Google стала кульмінацією шістдесятирічного процесу створення світу із близькими зв'язками між людьми, комп'ютерами та мережами. Будь-хто може ділитися інформацією з людьми, які перебувають будь-де, та, як і передбачалося в альманасі вікторіанської епохи, дізнаватися тут про все.

АДА НАЗАВЖДИ

Заперечення леді Лавлейс

Ада Лавлейс була б задоволена. Можна собі уявити, звісно ж, лише настільки, наскільки ми можемо уявляти собі думки когось, хто помер понад 150 років тому, як вона пише гордовитого листа і вихваляється проникливістю своїх інтуїтивних передбачень, що одного дня обчислювальні пристрої перетворяться на універсальні комп'ютери — чудесні машини, що вміють не лише маніпулювати числами, а й складати музику, обробляти слова та «поєднувати загальні символи у послідовності необмеженого розмаїття».

Такі машини виникли у 1950-х роках, і впродовж наступних тридцяти років сталися дві історичні інновації, що спричинили революцію в наших із вами життях: мікросіпи надали комп'ютерам можливість зменшитися настільки, щоб стати побутовими приладами, а пакетно-комутовані мережі дали їм можливість з'єднуватися між собою у ролі вузлів мережі. Це злиття персонального комп'ютера та інтернету відкрило шлях до широко-масштабного розквіту цифрової творчості, обміну контентом, формування громад та побудови соціальних мереж. Воно зробило реальним те, що Ада називала «поетичною наукою», для якої, якщо уявити її собі у вигляді гобелена, творчість та технологія були основою та утком ткацького верстата Жаккара.

Також в Ади був би привід вихвалитися, що, принаймні на цей момент, справджується ще одне її суперечливе твердження: що жоден комп'ютер, хоч би який потужний він був, ніколи не стане по-справжньому «мислячою» машиною. Через сто років після її смерті Алан Тюрінг охрестив це твердження «запереченням леді Лавлейс» і спробував спростувати його, надавши операційне визначення мислячої машини — що людина, яка ставитиме питання невидимому співбесіднику, не зможе сказати, машина це чи людина — та передбачивши, що вже через кілька десятиліть з'явиться комп'ютер, який пройде цей тест. Проте минуло понад шістдесят років, а комп'ютери, що намагаються обдурити людей під час цього тесту, у кращому разі вдаються до убогих розмовних трюків, а не до справжнього мислення. І вже точно жоден не взяв встановлену Адою ще вищу планку здатності «породити» хоча б одну власну думку.

Відтоді, як Мері Шеллі під час відпочинку в компанії Адиного батька, лорда Байрона, склала історію про Франкенштейна, перспектива здатності збудованого людиною пристрою до породження власних думок не давала спокою багатьом поколінням. Мотив Франкенштейна став візитівкою наукової фантастики. Яскравим прикладом є знятий Стенлі Кубриком 1968 року фільм «Космічна одісея 2001 року», одним із персонажів якого був страшенно розумний комп'ютер HAL. Послугуючись незворушним голосом, HAL демонструє риси, характерні для людини: здатність розмовляти, міркувати, розпізнавати обличчя, милуватися красою, проявляти емоції та (само собою) грати в шахи. Коли людям-астронавтам видається, що HAL вийшов з ладу, вони вирішують його вимкнути. HAL дізнається про їхній план та вбиває усіх, крім одного. Після запеклої героїчної боротьби останній астронавт дістається когнітивних плат HAL та почергово від'єднує їх. HAL регресує, доки, вже в самому кінці, починає наспівувати пісню Daisy Bell — алюзія на першу згенеровану комп'ютером пісню, виконану 1961 року у Bell Labs комп'ютером IBM 704.

Ентузіасти штучного інтелекту вже тривалий час обіцяють, чи то пак погрожують, що вже скоро з'являться машини, подібні до HAL, які доведуть, що Ада помилилася. Саме під таким гаслом 1956 року пройшла організована Джоном Маккарті та Марвіном Мінським конференція у Дартмуті, яка дала початок галузі штучного інтелекту. Учасники конференції дійшли висновку, що від прориву їх відділяють двадцять років. Вони помилилися. Десятиліття за десятиліттям все нові й нові хвилі експертів стверджували, що штучний інтелект уже проглядається на обрії, який, цілком ймовірно, буде досягнуто вже за двадцять років. Проте він так і лишається міражем, до якого завжди лишається приблизно двадцять років.

Незадовго до своєї смерті 1957 року над проблемою штучного інтелекту працював Джон фон Нейман. Зробивши внесок у розробку архітектури сучасних цифрових комп'ютерів, він зрозумів, що архітектура людського мозку абсолютно інша. Цифрові комп'ютери мають справу з точними одиницями, тоді як мозок, наскільки ми його розуміємо, почасти є аналоговою системою, що має справу з континуумом можливих варіантів. Іншими словами, процес мислення людини складається з багатьох сигнальних імпульсів та аналогових хвиль від різноманітних нервів, що, зливаючись до купи, продукують не лише дані у двійковій формі «так/ні», але й відповіді на зразок «можливо», «імовірно» та нескінченну кількість інших нюансів, у тому числі, подеколи, спантеличення. Фон Нейман припустив, що заради майбутнього розвитку інтелектуальної обчислювальної техніки, можливо, доведеться відкинути суто цифровий підхід та створити «змішані процедури», що включатимуть поєднання цифрових та аналогових методів. «Логіці доведеться пройти через псевдоморфоз у неврологію», — проголошував він, що, в приблизному

перекладі, означало, що комп'ютери мали б стати чимось дуже схожим на людський мозок.⁹⁷⁵

Професор Корнелльського університету Френк Розенблатт спробував досягти цього 1958 року, розробивши математичний підхід до створення штучної нейронної мережі, подібної до нейронної мережі мозку, яку назвав перцептроном. Використовуючи зважені статистичні входні сигнали, вона, теоретично, була здатна обробляти візуальні дані. Коли ВМС, які фінансували цю роботу, представили систему широкому загалу, вона викликала такий гвалт у пресі, яким і надалі супроводжувались багато претензій на створення штучного інтелекту. «Сьогодні ВМС представили ембріон електронного комп'ютера, який, за їхніми очікуваннями, буде здатен ходити, говорити, бачити, писати, репродукуватися та усвідомлювати власне існування», — повідомляла *New York Times*. Журнал *New Yorker* також був налаштований оптимістично: «Перцептрон... як можна здогадатися з назви, здатен на те, що допустимо вважати самостійними думками... Створення першого серйозного конкурента людському мозку, безперечно, вражає».⁹⁷⁶

То було майже шістдесят років тому. Перцептрона досі не існує.⁹⁷⁷ Проте відтоді майже щороку з'являються повідомлення, які із затамованим подихом сповіщають про якусь чудасію на обрії, яка буде копією та навіть перевершить людський мозок, при чому в багатьох із них використовуються майже такі самі фрази, як у статтях про перцептрон 1958 року.

Дискусії про штучний інтелект дещо поживалися, принаймні в масовій пресі, після того, як 1997 року шаховий комп'ютер Deep Blue виробництва IBM переміг чемпіона світу Гаррі Каспарова, а 2011 року Watson, машина від тієї ж компанії дала відповіді на запитання і перемогла у вікторині Jeopardy! чемпіонів Бреда Раттера та Кена Дженнігса. «Вважаю, це пробудило всю штучноінтелектуальну спільноту», — говорила виконавчий директор IBM Джинні Рометті.⁹⁷⁸ Проте вона ж першою визнала, що це не були справжні прориви у створенні людиноподібного штучного інтелекту. Deep Blue виграв свій шаховий матч за рахунок грубої сили; він був здатен аналізувати 200 млн позицій за секунду, порівнюючи їх із 700 тис. гросмейстерських партій минулого. Думаю, більшість із нас погодиться, що обчислення у виконанні Deep Blue фундаментально відрізнялися від того, що ми маємо на увазі під *справжнім* мисленням. «Deep Blue був інтелектуальним настільки, наскільки інтелектуальним є ваш програмований будильник, — говорив Каспаров. — Звісно, від того, що моїм суперником був будильник вартістю 10 млн доларів, мій програш приємнішим не стає».⁹⁷⁹

Так само Watson переміг у Jeopardy! за рахунок мегадоз обчислювальної потужності: його дискові накопичувачі, загальним обсягом чотири терабайти, містили 200 млн сторінок інформації, з яких на частку всієї

Wikipedia припадало лише 0,2 %. За секунду він був здатен переглядати еквівалент мільйону книжок. Він також досить вправно вмів обробляти розмовну англійську. Проте навіть при всьому цьому жоден із глядачів не поставив би ані цента на те, що він пройде тест Тюрінга. Як на те пішлося, керівники групи IBM боялися, що автори питань для програми можуть спробувати перетворити гру на тест Тюрінга і скласти запитання, розраховані на обдурення машини, тож вони наполягли на використанні лише старих запитань із програм, які не увійшли в ефір.

Попри все це машина все одно припускалася помилок, які яскраво свідчили, що це не людина. Приміром, одне з питань стосувалося «анатомічної аномалії» колишнього олімпійського гімнаста Джорджа Ейзера. Watson відповів: «Що таке нога?». Правильною відповіддю було, що в Ейзера не було ноги. Як пояснював Девід Ферруччі, куратор проекту Watson у IBM, проблема полягала в розумінні слова «аномалія». «Комп'ютер не може знати, що брак ноги є аномальнішим за будь-що інше».⁹⁸⁰

Джон Серль, професор філософії з Берклі, який розробив спростування тесту Тюрінга у вигляді «Китайської кімнати», висміяв точку зору, що Watson продемонстрував хоча б мінімальні проблески штучного інтелекту. «Watson не розумів ані питань, ані відповідей, ані того, що одні його відповіді були правильними, а інші — ні, ані того, що він грав у гру, ані того, що він виграв — оскільки він не розумів взагалі нічого, — стверджував Серль. — Комп'ютер від IBM не був і не міг бути розроблений, щоб розуміти. Натомість він був розроблений, щоб вдавати розуміння».⁹⁸¹

Із цим погодилися навіть представники IBM. Вони ніколи не позиціювали Watson як «інтелектуальну» машину. «Сьогоднішні комп'ютери є геніальними ідіотами, — сказав після перемог Deep Blue та Watson керівник науково-дослідних робіт цієї компанії Джон Келлі Третій. — Вони наділені титанічними здатностями до зберігання інформації та виконання численних обчислень, які значно переважають можливості будь-кого з людей. Проте коли мова заходить про інший клас навичок, а саме здатності розуміти, навчатися, адаптуватися та взаємодіяти, відставання комп'ютерів від людей просто жахливе».⁹⁸²

Замість продемонструвати, що машини наближаються до штучного інтелекту, Deep Blue та Watson насправді засвідчили протилежне. «За іронією долі, ці останні досягнення лише підкреслили обмеження комп'ютерних наук та штучного інтелекту, — стверджував професор Томазо Поджіо, директор Центру мозку, інтелекту та машин MIT. — Ми досі ще не розуміємо, як у мозку виникає інтелект, і не знаємо, як побудувати настільки ж інтелектуальні машини, як ми самі».⁹⁸³

Дуглас Гофштадтер, професор Індіанського університету, поєднав мистецтво і науку в книзі 1979 року «Гедель, Ешер, Бах», яка несподівано стала



бестселером. Він був переконаний, що єдиним способом досягти повноцінного штучного інтелекту було розуміння механізму роботи людської уяви. У 1990-х роках його підхід було, по суті, відкинуто, оскільки дослідники вирішили, що значно рентабельніше вирішувати складні задачі, нацьковуючи величезну обчислювальну потужність на гігантські обсяги даних у такий самий спосіб, у який грав у шахи Deep Blue.⁹⁸⁴

Такий підхід призвів до парадоксу: комп'ютери здатні впоратися з деякими з найважчих задач у світі (оцінити мільярди можливих шахових позицій, знайти кореляції у сотнях інформаційних репозиторіїв розміром з Wikipedia), але не здатні відповісти на деякі питання, які нам, простим людям, видаються елементарними. Поставте Google важке запитання на зразок: «Яка глибина Червоного моря?», і він миттєво відповість: «2211 метрів», чого не знають навіть найрозумніші з ваших друзів. Спитайте щось просте, скажімо, «Чи може крокодил грати у баскетбол?», і він не матиме й гадки про це, тоді як навіть дитина з ясел дасть правильну відповідь, щойно перестане сміятися.⁹⁸⁵

У компанії Applied Minds поблизу Лос-Анджелеса можна побачити захопливий процес програмування робота на здійснення різних маневрів, проте досить швидко розумієш, що він матиме великі проблеми, переміщуючись незнайомою кімнатою, беручи крейду та пишучи своє ім'я. Якщо завітати до Nuance Communications поблизу Бостона, можна переконаватися, що технології розпізнавання мови, на підставі яких побудовано Siri та інші подібні системи, зробили величезні кроки вперед, проте кожному користувачу Siri також очевидно, що справжня змістовна розмова з комп'ютером досі можлива лише у фантастичному кіно. У Лабораторії комп'ютерних наук та штучного інтелекту при МІТ виконується цікава робота з навчання комп'ютерів візуально сприймати об'єкти, та попри те, що машина здатна розпізнати зображення дівчини з чашкою, хлопця біля фонтанчика для пиття та кішки, що впивається вершками, вона не здатна на просте абстрактне мислення, необхідне для того, щоб визначити, що всі вони виконують ту саму дію: п'ють. Якщо завітати до командного пункту нью-йоркської поліції на Мангеттені, побачимо, як комп'ютери сканують тисячі відеопотоків із камер стеження у рамках Системи обстеження території (Domain Awareness System), проте система не завжди здатна ідентифікувати обличчя вашої матері у натовпі.

Усі ці завдання мають дещо спільне: їх здатна вирішити навіть чотирирічна дитина. «Головним уроком, який я виніс із 35 років досліджень у галузі штучного інтелекту, є те, що важкі задачі розв'язуються просто, а прості — важко», — стверджує Стівен Пінкер, вчений-когнітивіст із Гарварду.⁹⁸⁶ Як зазначає футуролог Ганс Моравек, цей парадокс впливає з того факту, що розпізнавання візуальних чи вербальних образів потребує гігантських обчислювальних ресурсів.

Парадокс Моравека підтверджує спостереження фон Неймана півсторічної давності про те, що хімія людського мозку на основі вуглецю працює інакше, ніж бінарна логіка логічних схем комп'ютера на основі кремнію. Мозкове забезпечення — не апаратне забезпечення. Людський мозок не лише поєднує аналогові та цифрові процеси, він також є розподіленою системою, як інтернет, а не централізованою, як комп'ютер. Центральний процесор комп'ютера здатен виконувати інструкції набагато швидше, ніж здатен спрацьовувати мозковий нейрон. «Проте мозок із лихвою це компенсує, оскільки всі нейрони та синапси працюють одночасно, тоді як більшість сучасних комп'ютерів мають один, щонайбільше кілька ЦП», — пишуть Стюарт Рассел та Пітер Норвіг, автори основного підручника зі штучного інтелекту.⁹⁸⁷

То чому б не зробити комп'ютер, що відтворював би процеси, які відбуваються у людському мозку? «Зрештою ми зможемо розшифрувати людський геном та відтворити інтелект, реалізований природою за допомогою системи на основі вуглецю, — міркував Білл Гейтс. — Це схоже на зворотну інженерію чийогось продукту задля вирішення якоїсь задачі».⁹⁸⁸ Проте це буде нелегко. Вченим знадобилося сорок років, щоб створити мапу неврологічної діяльності міліметрової нематоди, яка має 302 нейрони та 8000 синапсів^{**}. Людський мозок налічує 86 млрд нейронів та до 150 трильйонів синапсів.⁹⁸⁹

Наприкінці 2013 року газета New York Times сповістила про «розробку, яка от-от поставить цифровий світ догори ногами» та «відкриє дорогу новому поколінню систем штучного інтелекту, здатних виконувати деякі функції, які легко роблять люди: бачити, говорити, слухати, знаходити шлях, маніпулювати та керувати». Фрази дуже нагадують ті, що були використані в присвяченій перцептрону статті від 1958 року («буде здатен ходити, говорити, бачити, писати, репродукуватися та усвідомлювати власне існування»). Знову-таки, стратегія полягала у відтворенні способу функціонування нейронних мереж людського мозку. Як пояснювала газета, «новий підхід до обчислень базується на біологічних нервових системах, зокрема на тому, як нейрони реагують на подразники та з'єднуються з іншими нейронами задля інтерпретації інформації».⁹⁹⁰ Компанії IBM та Qualcomm розкрили плани збудувати «нейроморфні», або мозкоподібні, комп'ютерні процесори, а європейський дослідницький консорціум Human Brain Project оголосив про побудову нейроморфного мікрочіпа, що складався з «п'ятдесяти мільйонів пластикових синапсів та 200 тис. біологічно реалістичних нейронних моделей, розміщених на одній двадцятисантиметровій кремнієвій пластинці».⁹⁹¹

* Нейрон — нервова клітина, що передає інформацію за допомогою електричних чи хімічних сигналів. Синапс — структура чи шлях, що переносить сигнал від одного нейрона до іншого нейрона чи клітини.

Можливо, ця найсвіжіша порція повідомлень і справді означає, що за кілька десятиліть з'являться машини, які мислять, як люди. «Ми повсякчас переглядаємо список речей, які машинам не під силу — гра в шахи, керування машиною, переклад із однієї мови іншою, — а коли машини стають здатні на це, викреслюємо їх, — говорив Тім Бернерс-Лі. — Одного дня ми дістанемося кінця цього списку».⁹⁹²

Ці останні досягнення можуть навіть призвести до *сингулярності*. Цей термін, який запропонував фон Нейман, а популяризували футуролог Рей Курцвейл та письменник-фантаст Вернор Віндж, подеколи використовується для опису моменту, коли комп'ютери стануть не лише розумнішими за людей, але й здатними конструювати самих себе так, щоб стати надрозумними, а отже, більше не потребуватимуть нас, смертних. Віндж стверджує, що це станеться до 2030 року.⁹⁹³

З іншого боку, ці свіжі новини, як і сформульовані схожими фразами повідомлення 1950-х років, також можуть виявитися лише проблисками напівзниклого міражу. Для створення справжнього штучного інтелекту може знадобитися ще кілька поколінь, а то й навіть ще кілька століть. Залишимо дискусії про це футурологам. Як на те пішло, залежно від того, що розуміти під свідомістю, це може ніколи не статися. Дискусії про це залишимо філософам та теологам. «Людська винахідливість, — писав Леонардо да Вінчі, чия „Вітрувіанська людина“ стала найголовнішим символом перетину мистецтва та науки, — ніколи не побудує винаходів, прекрасніших, простіших чи краще підхожих для задачі, ніж зроблені Природою».

Проте існує ще одна можливість, що прийшлася б до душі Аді Лавлейс, яка ґрунтується на півстолітті розвитку комп'ютерної техніки в рамках традиції Веннівера Буша, Джозефа Ліклайдера та Дага Енгельбарта.

Людино-комп'ютерний симбіоз: «Watson, ходіть-но сюди»

«Аналітична машина аж ніяк не претендує на *створення* чогось, — проголосувала Ада Лавлейс. — Вона може робити все, що ми знаємо, як наказати їй зробити». На її думку, машини мали не замінити людей, а стати їхніми партнерами. За її словами, внеском людей у ці стосунки буде оригінальність та творчі здібності.

Саме ця ідея стала підґрунтям для альтернативи спробам створення чистого штучного інтелекту: натомість робота пішла у напрямку створення доповненого інтелекту, який виникає тоді, коли машини стають партнерами людей. Стратегія поєднання здатностей комп'ютерів і людей, створення людино-комп'ютерного симбіозу виявилася значно продуктивнішою за намагання побудувати машини, здатні до самостійного мислення.

Ще 1960 року мапу руху в цьому напрямку склав Ліклайдер у своїй статті «Людино-комп'ютерний симбіоз», яка проголошувала: «Людські мізки та обчислювальні машини будуть дуже тісно пов'язані, і разом вони мислитимуть так, як ніколи не мислив жоден людський мозок, і оброблятимуть дані в такий спосіб, до якого не можуть навіть наблизитися відомі нам зараз машини для обробки інформації».⁹⁹⁴ Його ідеї спиралися на персональний комп'ютер-мемекс, описаний Веннівером Бушем у есе 1945 року «Як може здатися». Також Ліклайдер спирався на свою роботу з проектування системи протиповітряної оборони SAGE, яка потребувала дуже тісної взаємодії між людьми та машинами.

Дружній інтерфейс підходу Буша-Ліклайдера надав Енгельбарт, який 1968 року продемонстрував мережеву комп'ютерну систему з інтуїтивним графічним дисплеєм та «мишею». Його маніфест «Доповнюючи людський інтелект» був відлунням праці Ліклайдера. Мета, писав Енгельбарт, має полягати у створенні «інтегрованого середовища, де інтуїція, проби та помилки, незбагненності та людське „відчуття ситуації“ продуктивно співіснують з... високопотужними електронними помічниками». У своєму вірші «За всім стежать машини благодаті і любові» Річард Бротіган виразив цю мрію у ще ліричніший спосіб: «кібернетичні луки, / де ссавці і комп'ютери / разом живуть у взаємно / програмувальній гармонії».

Саме цей підхід взяли на озброєння команди, що збудували Deep Blue та Watson, замість того, щоб іти до мети пуристів штучного інтелекту. «Мета — не у відтворенні людських мізків, — стверджував Джон Келлі, керівник науково-дослідних робіт компанії ІВМ, і, вслід за Ліклайдером, додавав: — Про заміну людського мислення машинним мисленням не йдеться. Радше настає ера когнітивних систем, коли люди й машини співпрацюватимуть задля досягнення кращих результатів, до того ж кожен привносить у це партнерство те, що він вміє робити найкраще».⁹⁹⁵

Приклад потужності цього людино-комп'ютерного симбіозу постає з розуміння, що прийшло до Каспарова після поразки від Deep Blue. Він переконався, що навіть у такій жорстко регламентованій правилами грі, як шахи, «комп'ютерам гарно вдається те, що погано вдається людям, і навпаки». Це підказало йому ідею експерименту: «Що, як замість гри людини проти комп'ютера ми зіграємо як партнери?». Коли вони з іншим гросмейстером це спробували, виник передбачений Ліклайдером симбіоз. «Ми могли сконцентруватися на стратегічному плануванні, не марнуючи багато часу на підрахунки, — розповідав Каспаров. — За таких умов людська творчість мала першочергове значення».

Турнір за такими правилами було проведено 2005 року. Гравці мали право об'єднуватися в команди з комп'ютерами на власний вибір. У змаганні

взяли участь багато гросмейстерів та найдосконаліші комп'ютери. Але перемогу здобув не найкращий гросмейстер і не найкращий комп'ютер. Перемогу здобув симбіоз. «Команди з людини та машини долали навіть найсильніші комп'ютери, — зазначав Каспаров. — Поєднання людського стратегічного керівництва з тактичною вправністю комп'ютера було непереборним». У підсумку перемогу здобув не гросмейстер, не витвір комп'ютерного мистецтва і навіть не їх поєднання, а два американці-любители, які використовували три комп'ютери одночасно та знали, як налагодити процес співпраці зі своїми машинами. «Їхня вправність у маніпулюванні та інструктуванні їхніх комп'ютерів дуже глибоко аналізувати позиції ефективно протидіяла кращому розумінню гри в шахи їхніх опонентів-гросмейстерів та більшій обчислювальній потужності інших учасників», — стверджував Каспаров.⁹⁹⁶

Іншими словами, майбутнє може належати людям, які найкраще об'єднуюватимуть зусилля та співпрацюватимуть із комп'ютерами.

У такий спосіб IBM вирішила, що найкращим застосуванням для призначеного для гри у Jeopardy! комп'ютера Watson буде співпраця з людьми, а не спроби їх перевершити. У рамках одного з таких проектів ця машина використовувалася для допомоги лікарям у складанні планів лікування раку. «У вікторині Jeopardy! людина протистояла машині, — розповідав Келлі з IBM. — При застосуванні Watson у медицині людина та машина приступають до вирішення задачі разом — і тому просуваються набагато далі, ніж кожен із них зміг би дійти самотужки».⁹⁹⁷ Системі Watson згодували понад 2 млн сторінок медичних журналів та 600 тис. клінічних проявів і надали можливість переглядати до 1,5 млн карток пацієнтів. Коли лікар вводив симптоми пацієнта та необхідну інформацію, комп'ютер видавав перелік рекомендацій, впорядкований за рівнем його впевненості.⁹⁹⁸

Команда IBM збагнула, що для того, щоб машина приносила користь, вона мала взаємодіяти з лікарями-людьми у спосіб, який робив співпрацю приємною. Девід Макквіні, віце-президент із програмного забезпечення дослідницького відділу IBM, описав процес програмування удаваної сором'язливості машини: «На старті проекту ми мали справу з настороженими лікарями, що опиралися співпраці і стверджували: „Я маю ліцензію на медичну практику і не потерплю, щоб якийсь комп'ютер указував мені, що робити“. Тож ми перепрограмували нашу машину так, щоб вона сприймалася сором'язливою та говорила: „Ось відсоток імовірності того, що це вам корисно, а ось тут можете продивитися усе самі“». Лікарі були задоволені і розповідали, що почувалися так, наче розмовляли із ерудованим колегою. «Наша мета: поєднати людські таланти на зразок нашої інтуїції з сильними сторонами машини на зразок її необмеженого кругозору, — підкреслював Макквіні. — Ця комбінація творить чудеса, оскільки кожна зі сторін привносить елемент, якого інша не має».⁹⁹⁹

То був один із аспектів Watson, який вразив Джинні Рометті — інженерку, яка спеціалізується на штучному інтелекті, яка на початку 2012 року отримала посаду виконавчого директора IBM. «Я спостерігала, як Watson колегіально взаємодіє з лікарями, — розповідала вона. — Це було найочевиднішим свідченням того, що машини можуть бути справжніми партнерами людей замість того, щоб намагатися їх замінити. Я глибоко в цьому переконана».¹⁰⁰⁰ Вона була настільки вражена, що вирішила створити у IBM новий підрозділ на основі Watson. Йому надали мільярд доларів інвестицій та нову штаб-квартиру в районі Силікон-Еллі неподалік мангеттенського району Грінвіч-Віллідж. Його завдання полягало в комерціалізації «когнітивної обчислювальної техніки», тобто комп'ютерних систем, здатних піднести аналіз даних на наступний рівень шляхом самонавчання задля доповнення розумових здібностей людського мозку. Рометті не стала давати новому підрозділу технічну назву, натомість назвала його просто Watson на честь Томаса Вотсона-старшого, засновника IBM, який керував компанією понад сорок років; проте ця назва була також алюзією на компаньйона Шерлока Холмса, доктора Джона «Елементарно» Вотсона та помічника Александера Грема Белла Томаса «Ходіть-но сюди, ви мені потрібні» Вотсона. Отже, назва допомагала зрозуміти, що комп'ютер Watson має розглядатися як співробітник та компаньйон, а не загроза на зразок HAL із «Космічної одиссеї 2001 року».

Watson став передвісником третьої хвилі обчислювальної техніки, яка розмила межу між доповненим людським інтелектом та штучним інтелектом. «Першим поколінням комп'ютерів були машини, що рахували та табулювали, — каже Рометті, повертаючись до перфокарткових табуляторів Германа Холлерита, які використовувалися для обробки результатів перепису 1890 року і з яких постала IBM. — Друге покоління — це програмовані машини на основі фон-нейманівської архітектури. Їм треба було вказувати, що робити». Починаючи з Ади Лавлейс, люди писали алгоритми, які крок за кроком інструктували ці комп'ютери, як виконувати завдання. «Через шалене розростання обсягу даних, — продовжує Рометті, — в нас немає іншого вибору, як перейти до третього покоління, тобто систем, які не програмуються, а навчаються самі».¹⁰⁰¹

Проте навіть за цих умов все одно може йтися про партнерство та симбіоз із людьми, а не про викидання їх на смітник історії. Ларрі Нортон, фахівець із раку грудей з нью-йоркського онкологічного центру Меморіал Слоана — Кеттерінга, був членом команди, яка працювала із Watson. «Комп'ютерні науки швидко еволюціонуватимуть, а разом із ними еволюціонуватиме й медицина, — переконаний він. — Це називається коеволюція. Ми допомагатимемо одне одному».¹⁰⁰²

Це переконання в тому, що машини та люди розумнішатимуть разом, є процесом, який Даг Енгельбарт назвав «самодопомогою» та «коеволюцією».¹⁰⁰³ Він приводить до цікавого прогнозу: цілком ймовірно, хоч би як швидко комп'ютери прогресували, штучний інтелект ніколи не перевищить інтелект людино-машинного партнерства.

Як приклад, припустімо, що одного дня машина проявить усі розумові здібності людини: яскраво продемонструє здатність розпізнавати образи, сприймати емоції, милуватися красою, створювати витвори мистецтва, мати бажання, формувати моральні цінності та йти до мети. Така машина зуміє пройти тест Тюрінга. Вона, можливо, зуміє пройти навіть те, що можна назвати тестом Ади, тобто зможе продемонструвати «витворення» власних думок, що виходять за межі того, на що ми, люди, її запрограмували.

Проте перш ніж ми зможемо сказати, що штучний інтелект насправді переважив доповнений, він має пройти іще одне випробування, яке можна назвати тестом Ліклайдера. Він виходить за межі питання про здатність машини відтворити всі компоненти людського інтелекту і запитує, коли ця машина справляється з цими завданнями краще — коли стрекоче сама по собі, чи все-таки коли працює у поєднанні з людьми. Іншими словами, чи може бути так, що люди і машини, працюючи як партнери, будуть незрівнянно потужніші за машину, наділену штучним інтелектом, яка працює самотужки?

Якщо це так, то «людино-комп'ютерний симбіоз», як назвав це Ліклайдер, так і залишиться неперевершеним. Зрештою, хто сказав, що саме штучний інтелект є Святим Граалем обчислювальної техніки? Натомість мета може полягати у знаходженні шляхів оптимізації співробітництва між людиною та машиною — партнерства, в рамках якого ми даємо машинам змогу робити те, що їм вдається найкраще, а вони дають нам із вами робити те, що ми вміємо найкраще.

Деякі винесені з мандрівки уроки

Як і всі історичні оповіді, історія інновацій, які створили цифрову епоху, зіткана з багатьох сюжетних ліній. Тож які уроки ми можемо винести для себе з цієї історії на додачу до щойно обговореної могутності людино-машинного симбіозу?

Передусім необхідно зробити висновок, що творчість — це колаборативний процес. Інновації значно частіше постають із командної роботи, ніж із геніальних осяянь самотніх геніїв. Це справедливо для всіх без винятку ер творчого бродіння. І за часів наукової революції, і в добу Просвітництва, і за часів промислової революції існували ті чи інші інститути спільної роботи та мережі обміну ідеями. Але для цифрової епохи це ще справедливіше. Хай би якими видатними були винахідники інтернету та комп'ютерів, більшістю

своїх досягнень та проривів вони зобов'язані командній роботі. Подібно до Роберта Нойса, дехто з найкращих із них нагадував радше священників-конгрегаціоналістів, аніж самотніх пророків, і радше учасників пасторального хору, аніж солістів.

Наприклад, Twitter винайшла команда людей, які активно співпрацювали, проте були при цьому вельми сварливі. Коли один із співзасновників компанії, Джек Дорсі, почав у інтерв'ю різним мас-медіа приписувати собі забагато заслуг, то, за словами Ніка Білтона з *New York Times*, інший співзасновник, Еван Вільямс, серійний підприємець, який перед цим створив Blogger, порадив йому охолонути. «Але ж Twitter винайшов я», — сказав Дорсі. «Ні, ти його не винаходив, — відповів Вільямс. — І я його не винаходив. І Біз [Стоун, інший співзасновник] не винаходив. В інтернеті люди нічого не винаходять. Вони лише розвивають уже наявну ідею».¹⁰⁰⁴

Саме в цьому полягає інший урок: цифрова епоха може справляти враження революційної, проте насправді вона спиралася на розвиток ідей, що дісталися у спадок від минулих поколінь. То була співпраця не лише сучасників, а й різних поколінь. Найкращими інноваторами стали ті, хто осягнув траєкторію технологічних змін та прийняв естафету від своїх попередників-інноваторів. Стів Джобс спирався на роботу Алана Кея, який брав за основу роботу Дага Енгельбарта, а той використовував роботу Джозефа Ліклайдера та Веннівера Буша. Розробляючи у Гарварді свій цифровий комп'ютер, Говард Ейкен надихався знайденим фрагментом різницевої машини Чарльза Беббіджа та велів членам своєї команди прочитати «Примітки» Ади Лавлейс.

Найпродуктивнішими виявилися ті команди, які звели до купи людей із широким спектром спеціальностей. Класичним прикладом цього була Bell Labs. У довгих коридорах її комплексу у нью-джерсійському передмісті можна були зустріти фізиків-теоретиків, експериментаторів, матеріалознавців, інженерів, кількох бізнесменів; траплялися навіть електромонтажники з мастилом під нігтями. Експериментатор Волтер Бреттейн та теоретик Джон Бардін ділили робочий кабінет, як лібретист та композитор на одній лавочці перед фортепіано, маючи завдяки цьому можливість цілий день співати антифоном про шляхи створення того, що стало першим транзистором.

Попри те, що інтернет надав інструментарій для віртуальних та віддалених співпраць, ще одним уроком інновацій цифрової епохи є те, що нині, як і в минулому, фізична близькість має свої переваги. Приклад Bell Labs свідчить, що у зустрічах наживо є щось особливе, що неможливо відтворити у цифровому світі. Засновники Intel створили гігантську командно-орієнтовану відкриту робочу зону, де всі працівники від Нойса до наймолодшого за рангом співробітника терлися спинами один об одного. Саме така модель стане звичною для Кремнієвої долини. Прогнози про те, що цифрові засоби дадуть працівникам можливість працювати віддалено з дому, так повною

мірою і не справдилися. Одним із перших своїх рішень на посту виконавчого директора Yahoo! Марісса Мейер поклала край практиці роботи з дому, справедливо при цьому зазначивши, що «люди краще співпрацюють та проявляють більшу інноваційність, коли трудяться разом». Коли Стів Джобс проектував нову штаб-квартиру для Ріхар, він просто-таки схибнувся на варіантах побудови атриуму і навіть на розміщенні туалетних кімнат так, щоб збільшити імовірність випадкових особистих зустрічей. Одним із останніх його творінь був план нової фірмової штаб-квартири Apple у формі кола з кільцями відкритих робочих зон навколо центрального дворика.

В усі часи найкращі лідерські якості демонстрували команди, які об'єднували людей із такими стилями керування, які взаємодоповнювали один одного. Так було, скажімо, у випадку заснування Сполучених Штатів.

Лідерами були ікона моральності Джордж Вашингтон, видатні мислителі на зразок Томаса Джефферсона та Джеймса Медісона, далекоглядні та пристрасні люди на зразок Семюела та Джона Адамсів, а також велемудрий радник Бенджамін Франклін.

Так само до складу групи батьків-засновників ARPANET входили провидці на зразок Ліклайдера, жорсткі та здатні ухвалювати рішення інженери якот Ларрі Робертс, здатні знаходити спільну мову з людьми політичні спритники на зразок Боба Тейлора та командні гравці-вслувальники штабу Стіва Крокера та Вінта Серфа.

Іншою запорукою створення видатної команди є поєднання здатних генерувати ідеї провидців із директорами-розпорядниками, які можуть утилізувати їх у життя. Бачення без втілення — це галюцинації.¹⁰⁰⁵ Роберт Нойс та Гордон Мур були провидцями, тож дуже велике значення мало те, що першим, кого вони найняли до Intel, був Енді Гроув, який умів запроваджувати жорсткі управлінські процедури, примушувати людей зосередитися та доводити справи до кінця.

Провидці, навколо яких немає такої команди, зазвичай входять в історію у вигляді виносок дрібним кеглем. Досі точаться історичні дискусії про те, хто найбільше заслуговує звання винахідника електронного цифрового комп'ютера: Джон Атанасов, професор Університету штату Айова, який працював практично самотужки, чи команда під керівництвом Джона Моклі та Преспера Екерта з Пенсильванського університету. У цій книзі я віддав пальму першості членам останньої, почасти через те, що вони зуміли змусити свою машину, ENIAC, працювати та розв'язувати задачі. У цьому їм допомогли десятки інженерів та механіків, а також група жінок, на яких були покладені обов'язки з програмування. Натомість машина Атанасова так ніколи повною мірою і не запрацювала, почасти через відсутність команди, яка змогла б допомогти йому розібратися, як змусити працювати пропалювач

перфокарт. Зрештою його машину відправили в підвал, а потім, коли ніхто вже до пуття не пам'ятав, що то було, викинули.

Подібно до комп'ютера, ARPANET та інтернет розробляли дружні команди. Рішення ухвалювалися шляхом започаткованого шанобливим докторантом процесу розсилки пропозицій у вигляді «Прохань прокоментувати». Це призвело до створення павутиноподібної пакетно-комутованої мережі без центрального керівництва чи хабів, у яких влада була абсолютно рівномірно розподілена між усіма вузлами, кожен із яких був здатен створювати та поширювати контент, а також зводити нанівець будь-які спроби встановити який-небудь контроль. Отже, результатом колаборативного процесу стала система, спроектована для сприяння колаборативній роботі. Тобто, інтернет несе відбиток ДНК своїх творців.

Інтернет сприяв колаборативній роботі не лише в рамках команд, але й серед юрби людей, які не знали один одного. Саме цей здобуток найближче підібрався до статусу революційного. Мережі для співпраці існують ще відтоді, як перси та ассирійці винайшли поштові системи. Проте ще ніколи не було настільки просто отримувати та порівнювати між собою доробки тисяч чи навіть мільйонів невідомих співробітників. Це призвело до появи інноваційних систем, — ранжування веб-сторінок в Google, статей Wikipedia, браузера Firefox, програмного забезпечення GNU/Linux, — що ґрунтувалися на колективній мудрості юрби.

У цифрову епоху команди склалися трьома способами. Перший передбачав урядове фінансування та координацію. Саме в такий спосіб були організовані групи, які побудували перші комп'ютери («Колос», ENIAC) та мережі (ARPANET). Це було відображенням значно міцнішого тоді, у 1950-х роках, за президента Ейзенгавера, консенсусу, що саме уряд повинен займатися проектами, які приносять користь суспільному благу, на зразок космічної програми чи системи міжштатних магістралей. Часто він робив це спільно з університетами та приватними підприємцями в ролі елемента урядово-академічно-промислового трикутника, виплеканого Веннівером Бушем та іншими. Опікувалися програмами та розподіляли державні кошти талановиті федеральні бюрократи (виявляється, це не завжди оксюморон) на зразок Ліклайдера, Тейлора та Робертса.

Іншим способом формування колаборативних команд була приватна ініціатива. Це відбувалося у дослідницьких центрах великих компаній, таких як Bell Labs і Xerox PARC, та у нових підприємницьких компаніях на зразок Texas Instruments та Intel, Atari та Google, Microsoft та Apple. Ключовою рушійною силою були приборки, які слугували як винагородою гравцям, так і способом привабити інвесторів. Це вимагало пропріетарного ставлення до інновацій, що призвело до патентування та інших заходів із захисту

інтелектуальної власності. Цифрові теоретики та хакери часто ганьбили цей підхід, проте приватна підприємницька система, яка фінансово винагороджує винаходи, була складовою системи, що призвела до запаморочливих інновацій у сферах транзисторів, чіпів, комп'ютерів, телефонів, пристроїв та веб-сервісів.

Із часом на додачу до урядових та приватних підприємств з'явився ще один, третій спосіб організації колаборативної творчості: за рахунок рівноправних партнерів, які вільно обмінюються ідеями та роблять внески в рамках добровільного спільного проекту. Саме в такий спосіб, який гарвардський вчений Йогай Бенклер охрестив «суспільним одноранговим виробничим процесом»,¹⁰⁰⁶ було досягнуто багатьох проривів, які призвели до створення інтернету та його сервісів. Інтернет надав можливість практикувати цю форму співпраці у значно більших масштабах, ніж це було можливо доти. Гарними прикладами є створення Wikipedia та Web, а також вільного та відкритого програмного забезпечення на зразок Linux та GNU, OpenOffice та Firefox. Як зазначив технічний журналіст Стівен Джонсон, «їхня відкрита архітектура дозволяє іншим легше створювати власні надбудови на базі вже наявних ідей, так само, як Бернерс-Лі надбудував веб на інтернеті».¹⁰⁰⁷ Рушійними силами цього суспільного виробничого процесу на базі однорангових мереж були вже не фінансові стимули, а інші форми винагороди та задоволення.

Цінності суспільного обміну та приватного підприємництва нерідко конфліктують, передусім у тому, в якій мірі слід захищати інновації патентами. Прибічники суспільного обміну спираються на хакерську етику, що виникла у Клубі технічного залізничного моделювання при МІТ та Кустарному комп'ютерному клубі. Її яскравим представником був Стів Возняк. Він приходив на збори Кустарного клубу, щоб похвалитися збудованим комп'ютером, та безкоштовно роздавав роздруковку його схем, щоб інші могли ними користуватися та вдосконалювати. Проте його сусід по кварталу Стів Джобс, який став ходити з ним на ці збори, переконав його перестати ділитися своїм винаходом і натомість почати його виробляти та продавати. Так народилася компанія Apple, яка впродовж наступних сорока років стояла на передовій агресивного патентування та отримання прибутків зі своїх інновацій. Інстинкти двох Стівів сприяли створенню цифрової епохи. Інновація найенергійніше відбувається в галузях, де відкриті системи конкурують із пропрієтарними.

Інколи люди обстоюють перевагу одного з цих режимів виробництва над іншими, виходячи з ідеологічних міркувань. Вони надають перевагу значнішій ролі уряду, або звеличують приватне підприємництво, або романтизують одноранговий обмін. Під час виборчої кампанії 2012 року президент США Барак Обама спровокував гарячу полеміку, сказавши людям, які

володіють бізнесом: «Ви цього не будували». Його критики побачили в цьому приниженні ролі приватного підприємництва. Проте Обама мав на увазі, що будь-який бізнес отримує зиск від підтримки з боку уряду та однорангової громади: «Якщо ви досягли успіху, це означає, що на якомусь етапі хтось надав вам якусь допомогу. Десь на життєвому шляху вам трапився чудовий вчитель. Хтось допоміг створити цю неймовірну американську систему, яку ми всі зараз маємо і яка дала вам можливість процвітати. Хтось вклався в дороги та мости». Він обрав не найвитонченіший спосіб розвіяти вигадки про те, що є прихованим соціалістом, проте чітко вказав на урок сучасної економіки, актуальний для цифрової інновації: що поєднання усіх цих способів організації виробництва — урядового, ринкового та однорангово-обмінного — сильніше за будь-який окремо взятий.

Усе вищесказане не є новиною. Беббідж більшу частину коштів отримувал від британського уряду, який не скупився на фінансування досліджень, що могли посилити британську економіку та закріпити її панівне становище. Він брав на озброєння ідеї приватних промисловців, передусім перфокарти, розроблені текстильними компаніями для автоматизованих ткацьких верстатів. Він та його друзі заснували низку нових однорангово-мережєвих клубів, зокрема Британську асоціацію сприяння розвитку науки, і хоча цю шляхетну групу через силу можна сприйняти як розкішно одягнених попередників Кустарного комп'ютерного клубу, сенсом існування обох цих організацій було сприяння суспільній одноранговій співпраці та обміну ідеями.

Найвдалішими починаннями цифрової епохи стали проекти, керовані лідерами, які плекали співробітництво і разом із тим чітко бачили мету. Занадто часто ці риси сприймаються як несумісні: лідери бувають або дуже неупередженими керівниками, або пристрасними провидцями. Проте найкращі лідери — ті, які здатні бути і тим, і іншим. Гарним прикладом такого лідера був Роберт Нойс. Вони з Гордоном Муром рухали Intel уперед, ґрунтуючись на чіткому баченні напрямку розвитку напівпровідникової технології, і вони обидва були аж занадто товариськими та неавторитарними. Навіть Стів Джобс із Біллом Ґейтсом при всій своїй шаленій дратівливості знали, як вибудовувати навколо себе сильні команди та вселяти в людей відданість.

Видатні особистості, нездатні до співпраці, приречені на невдачу. Shockley Semiconductor розвалилася. Так само невдачі зазнали колаборативні групи, яким бракувало пристрасних та вольових провидців. Після винайдення транзистора Bell Labs лягла у дрейф. Так само після вигнання у 1985 році Джобса склала крила Apple.

Більшість згаданих у цій книзі успішних інноваторів та підприємців мають дещо спільне: вони були продукто-орієнтованими людьми. Вони дбали про інженерне мистецтво й дизайн та глибоко знали на ньому. Вони

передусім не були маркетологами, продавцями чи фінансистами — коли компанії очолювали такі люди, це часто призводило до затухання інноваційного процесу. «Коли компанією керують продавці, продакшн не відіграє особливої ролі, і більшість із них просто вимикаються», — говорив Джобс. Ларрі Пейдж був такої ж думки: «Найкращими лідерами стають ті, хто глибоко знається на інженерній справі та виробничому дизайні».¹⁰⁰⁸

Інший урок цифрової епохи такий же давній, як вислів Аристотеля: «Людина — соціальна тварина». Як ще пояснити популярність любительського діапазону радіочастот та аматорських радіоприймачів, а також їхніх нащадків на зразок WhatsApp та Twitter? Майже всі цифрові інструменти, хоч би з якою метою вони розроблялися, зрештою були поставлені людьми на службу суспільним інтересам, як-от створенню спільнот, сприянню комунікації, співпраці над проектами та формуванню соціальних мереж. Навіть персональний комп'ютер, що спершу сприймався як знаряддя індивідуальної творчості, невідворотно призвів до поширення модемів, онлайн-сервісів та, зрештою, Facebook, Flickr та Foursquare.

Натомість машини соціальними тваринами не є. Вони не реєструються на Facebook із власної волі та не шукають компанії задля самої компанії. Коли Алан Тюрінг стверджував, що одного дня машини поводитимуться як люди, його критики у відповідь говорили, що машини ніколи не зможуть навчитися проявляти прихильність чи жадати близькості. Звісно, ми могли б спробувати зробити Тюрінгу приємне та запрограмувати якусь машину на вдавання прихильності чи симуляцію жадання близькості, як це подеколи роблять люди. Проте, вважаю, Тюрінг, як ніхто інший, відчув би різницю.

Відповідно до другої частини вислову Аристотеля, несоціальна природа комп'ютерів свідчить про те, що вони є «або звіром, або богом». Насправді, вони не є ні тим, ні іншим.

Попри всі гучні прокламації інженерів-фахівців зі штучного інтелекту та інтернет-соціологів, цифрові інструменти не мають ані особистостей, ані намірів, ані бажань. Вони є тим, чим робимо їх ми.

Довічний урок Ади: поетична наука

Усе вищесказане приводить нас до останнього уроку, який знову повертає нас до Ади Лавлейс. Вона зазначала, що ми, люди, привносимо в наш симбіоз із машинами ключовий для всього цього партнерства елемент: творчі здібності. Історія цифрової епохи — від Буша через Ліклайдера та Енгельбарта до Джобса, і від SAGE через Google та Wikipedia до Watson — підтверджує цю думку, яка, вважаю, справджуватиметься, доки ми залишатимемося творчим видом. «Машини будуть раціональнішими та аналітичнішими, — переконаний керівник науково-дослідних робіт компанії ІВМ Джон

Келлі. — Люди ж будуть джерелом суджень, інтуїції, співпереживання, моральних орієнтирів та людської творчості».¹⁰⁰⁹

Завдяки здатності піти іншим шляхом, тобто зробити те, на що алгоритм, практично за визначенням, нездатний, ми, люди, зможемо зберегти своє значення і в еру когнітивної комп'ютерної техніки. Нам притаманна уява, яка, за словами Ади, «зводить до купи речі, факти, ідеї, концепції у нові, оригінальні, нескінченні, вічнотемні комбінації». Ми розпізнаємо образи та милуємося їхньою красою. Ми сплітаємо інформацію у сюжетно-тематичні виклади. Ми не лише соціальні тварини, ми ще й тварини-оповідачі.

Людська творчість охоплює питання цінностей, намірів, естетичних суджень, емоцій, особистого сумління та морального чуття. Саме цього вчать нас мистецтво та гуманітарні науки — і саме тому ці галузі є настільки ж цінними елементами освіти, як наука, технологія, інженерна справа та математика. Якщо ми, смертні, прагнемо виконати свою частину зобов'язань у рамках людино-комп'ютерного симбіозу, якщо ми хочемо зберегти за собою роль творчих партнерів наших машин, ми повинні продовжувати плекати джерела нашої уяви, оригінальності та людяності, оскільки саме в цьому полягає наш внесок у спільну справу.

Свої презентації нових продуктів Стів Джобс завершував спроектованим на екран за його спиною слайдом із вуличними дороговказами, що позначали перехрестя Гуманітарних наук та Технологій. На останньому такому своєму заході, презентації iPad 2 у 2011 році, він став перед цим зображенням та проголосив: «У ДНК Apple закладено, що самої технології замало і що лише об'єднання технології із суспільними науками, із гуманітарними науками, дозволяє нам досягти результату, який примушує наше серце співати». Саме це й зробило його найбільш творчим технологічним інноватором нашої ери.

Обернене до цієї хвалебної оди гуманітарним наукам твердження також справедливе. Люди, які полюбують мистецтва та гуманітарні науки, мають прагнути навчитися захоплюватися красою математики та фізики, як свого часу Ада. Інакше вони так і залишаться спостерігачами на цьому перехресті мистецтв та науки, де в цифрову епоху і відбудуватиметься лівова частка творчості, без бою віддавши контроль над цією територією інженерам.

Багато людей, які співають осанну мистецтву та гуманітарним наукам, які палко аплодують щоразу, як їхньому значенню для нашої шкільної освіти віддається належне, нічого не соромлячись (а подеколи навіть і не жартуючи) проголошують, що математика та фізика для них є темним лісом. Вони на всі лади розхвалюють вивчення латини, проте не мають жодного уявлення про те, як написати алгоритми чи відрізнити BASIC від C++, Python від Pascal. Вони вважають людей, неспроможних відрізнити «Гамлета» від «Макбета», невігласами, що, втім, подеколи не заважає їм радісно визнавати, що

вони не відрізняють гена від хромосоми, транзистора від конденсатора чи інтегральне рівняння від диференціального. Так, ці концепції можуть видаватися складними. Однак «Гамлет» також нелегкий. І, як і «Гамлет», кожна з цих концепцій по-своєму прекрасна. Як вишукане математичне рівняння, вони є вираженням величності всесвіту.

Чарльз Персі Сноу мав рацію, коли казав про необхідність поважати «дві культури», тобто і природничі, і гуманітарні науки. Проте нині значно важливішим є розуміння того, як вони перетинаються. Люди, які долучилися до звершення технологічної революції, були послідовниками традиції Ади, здатної поєднувати природничі та гуманітарні науки. Від батька вона успадкувала поетичну жилку, а від матері — математичну, і це поєднання пробудило в ній любов до того, що вона назвала «поетичною наукою». Її батько виправдовував луддитів, які руйнували механічні ткацькі верстати, а от Ада була в захваті від того, як перфокарти інструктують ці самі верстати ткати чудові візерунки, і передбачила, що це неймовірне поєднання мистецтва та технології ще проявить себе у комп'ютерах.

Наступна фаза цифрової революції принесе з собою ще новітніші методи поєднання технологій з творчими сферами на зразок ЗМІ, високої моди, розваг, освіти, літератури та мистецтва. Більша частина інновацій першого раунду полягала в наливанні старого вина — книжок, газет, авторських колонок, журналів, пісень, телешоу, кінофільмів — у нові цифрові міхи. Проте нові платформи, сервіси та соціальні мережі надають дедалі більше небачених раніше можливостей для індивідуальної уяви та спільної творчості. Рольові ігри та інтерактивні п'єси зливаються в одне ціле з колаборативними формами оповідання та доповненими реальностями. Ця взаємодія технології та мистецтва зрештою породить абсолютно нові форми вираження та формати передачі інформації.

Ця інновація буде витвором рук людей, здатних поєднати красу з інженерною справою, гуманітарні науки із технологією, поезію з процесорами. Іншими словами, вона буде витвором духовних нащадків Ади Лавлейс — творців, здатних розквітнути там, де мистецтва перетинаються з науками, та наділених бунтівним почуттям чуда, що робить їх відкритими для сприйняття краси як перших, так і других.

ПОДЯКИ

Хочу подякувати людям, які погодилися на інтерв'ю та надавали мені інформацію, а саме Бобу Елбрехту, Елу Елкорну, Марку Андріссену, Тіму Бернерсу-Лі, Стюарту Бранду, Дену Брикліну, Ларрі Бриліанту, Джону Сілі Брауну, Нолану Бушнеллу, Джин Кейз, Стіву Кейзу, Вінту Серфу, Везу Кларку, Стіву Крокеру, Лі Фельзенштейну, Бобу Френкстону, Бобу Кану, Алану Кею, Біллу Гейтсу, Елу Гору, Енді Гроуву, Джастіну Холлу, Біллу Джою, Джиму Кімзі, Леонарду Клейнроку, Трейсі Ліклайдеру, Лайзі Луп, Девиду Макквіні, Гордону Муру, Джону Негропонті, Ларрі Пейджу, Говарду Рейнголду, Ларрі Робертсу, Артуру Року, Вірджинії Рометті, Бену Розену, Стіву Расселу, Еріку Шмідту, Бобу Тейлору, Полу Террелу, Джиммі Вейлзу, Евану Вільямсу та Стіву Возняку. Я також вдячний людям, які давали мені у ході роботи корисні поради, а саме Кену Аулетті, Ларрі Коену, Девіду Дербзу, Джону Дорру, Джону Холлару, Джону Маркову, Лінді Резнік, Джо Зеффу та Майклу Моріцу.

Рагул Мегта з Чиказького університету та Денні Вілсон з Гарварду вичитали чорновий варіант і виправили можливі математичні чи інженерні помилки; мені, безперечно, вдалося тишком-нишком пропхнути кілька таких у текст, поки вони дивилися в інший бік, тож вони абсолютно не відповідають за які-небудь неточності. Я особливо вдячний Стробу Телботту за читання чорнового варіанта та розгорнуті коментарі до нього. Він робив це з кожною моєю книгою, починаючи з «Мудреців» 1986 року, і я ретельно зберігаю всі його детальні примітки як свідчення його мудрості та щедрості.

Також при написанні цієї книги я спробував дещо новеньке для себе: краудсорсинг порад та виправлень до багатьох розділів. Це не є якоюсь новацією. Розсилка статей на рецензування була однією з причин створення 1660 року Лондонського королівського товариства та заснування Бенджаміном Франкліном Американського філософського товариства. У журналі Time ми практикували розсилку чорнових варіантів статей до всіх бюро задля їхніх «коментарів та виправлень», що нам дуже допомагало. Колись я розсилав порції чорнових варіантів своїх робіт десяткам знайомих. За допомогою інтернету я зміг отримати коментарі та виправлення від тисяч незнайомих мені людей.

Це видавалося доречним, адже саме сприяння колаборативному процесу було однією з причин створення інтернету. Пишучи про це однієї ночі,

я збагнув, що варто спробувати використати інтернет для цієї початкової мети. Я сподівався, що це покращить якість моїх чорнових варіантів та дозволить мені краще зрозуміти, як сучасні інтернет-інструменти (порівняно з Usenet та старими системами дощок оголошень) сприяють спільній роботі.

Я експериментував із багатьма сайтами. Найкращим виявився Medium, винайдений одним із героїв цієї книги Евом Вільямсом. Один із уривків за перший тиждень після його викладення в мережу прочитали 18 200 людей, що було на 18 170 читачів більше, ніж у будь-якої з моїх попередніх чернеток. Десятки читачів залишили коментарі, а сотні надіслали мені електронні листи. У результаті я вніс багато змін та доповнень, а також додав абсолютно новий розділ (про Дена Брикліна та VisiCalc). Хочу подякувати сотням своїх помічників, із деякими я познайомився ближче, котрі допомагали в рамках цього краудсорсного процесу (до речі, сподіваюся, що вже незабаром хтось винайде гібрид між просунутою електронною книгою та wiki, що призведе до виникнення нових форм мультимедійної історії, які будуть почасти авторськими, а почасти краудсорсними).

Також хочу подякувати Еліс Мейгю та Аманді Урбан, які були моїми редактором та агентом відповідно впродовж тридцяти років, а також команді видавництва Simon & Schuster: Керолін Рейді, Джонатану Карпу, Джонатану Коксу, Джулії Проссер, Джекі Сіу, Айрен Хераді, Джудит Гувер, Рут Лі-Муї та Джонатану Евансу. Також я у невідплатному боргу перед співробітниками Інституту Аспена, зокрема Пет Зіндулкою та Лі Бітуніс. Мені також невимовно пощастило, що чорновий варіант цієї книги зголосилися прочитати та прокоментувати аж три покоління моєї родини: мій батько Ірвін (інженер-електрик), мій брат Лі (комп'ютерний консультант) та моя дочка Бетсі (технічна письменниця, яка перша звернула мою увагу на Аду Лавлейс). А найбільше я вдячний своїй дружині Кеті — наймудрішому читачу та найбільш люблячій людині з усіх, кого я знаю.

ПРИМІТКИ

- 1 Генрі Кіссинджер, довідковий брифінг для репортерів, 15 січня 1974 р., з файла в архіві журналу Time.
- 2 Shapin S. *The Scientific Revolution* / Steven Shapin — University of Chicago Press, 1996. — pp. 1, 5.
- 3 Лист леді Байрон до Мері Кінг, 13 травня 1833 р. Листи родини Байронів, в тому числі Адині, зберігаються у Бодліанській бібліотеці, Оксфорд. Розшифрування Адиних листів наведено в «Ада, чарівниця чисел: вибране з листів» Бетті Тул (*Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters*, вид-во Strawberry, 1992) та в «Ада, графиня Лавлейс» Доріс Ленглі Мур (*Ada, Countess of Lovelace*, вид-во John Murray, 1977). Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ також спирається на праці «Обчислювальна пристрасть Ади Байрон» Джоан Баум (*The Calculating Passion of Ada Byron*, вид-во Archon, 1986); «Різницева машина» Вільяма Гібсона та Брюса Стерлінга (*The Difference Engine*, вид-во Bantam, 1991); «Ада» Дороти Стайн (*Ada*, вид-во MIT Press, 1985); «Різницева машина» Дорона Суетида (*The Difference Engine*, вид-во Viking, 2001); «Ада: провісниця комп'ютерної ери» Бетті Тул (*Ada: Prophet of the Computer Age*, вид-во Strawberry, 1998); «Наречена науки» Бенджаміна Вуллі (*The Bride of Science*, вид-во Macmillan, 1999); «Аналітична машина» Джереми Бернстайна (*The Analytical Engine*, вид-во Morrow, 1963); «Інформація» Джеймса Глейка (*The Information*, вид-во Pantheon, 2011, розділ 4). Якщо не вказано іншого, цитати з листів Ади спираються на розшифрування Тул.

Серед авторів творів про Аду Лавлейс є як ті, хто її боготворить, так і ті, хто розвінчує її заслуги. Найприхильнішими є книги Тул, Вуллі та Баум; найбільш науковою та зваженою — книга Стайн. Розвінчання досягнень Ади Лавлейс наведено в докторській дисертації Брюса Кольера «Паровозики, які могли б» (*The Little Engines That Could've*, Гарвард, 1970, <http://robroy.dyndns.info/collier/>). Він пише: «Вона страждала на маніакально-депресивний психоз і марила своїми талантами... Ада була такою ж божевільною, як Капелюшник, і її внесок у «Примітки» обмежувався скандалами».
- 4 Лист леді Байрон до доктора Вільяма Кінга, 7 червня 1833 р.
- 5 Holmes R. *The Age of Wonder* / Richard Holmes. — Pantheon, 2008. — p. 450.
- 6 Snyder L. *The Philosophical Breakfast Club* / Laura Snyder. — Broadway, 2011. — p. 190.
- 7 Babbage C. *The Ninth Bridgewater Treatise* / Charles Babbage. — 1837. — Ch. 2, 8 (http://www.victorianweb.org/science/science_texts/bridgewater/intro.htm); Snyder L. *The Philosophical Breakfast Club* / Laura Snyder. — Broadway, 2011. — p. 192.
- 8 Toole B. *Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters* / Betty Toole. — Strawberry, 1992. — p. 51.
- 9 De Morgan S. *Memoir of Augustus De Morgan* / Sophia De Morgan. — Longmans, 1882. — p. 9; Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 41.

- 10 Holmes R. *The Age of Wonder* / Richard Holmes. — Pantheon, 2008. — p. xvi.
- 11 Mayne E. *The Life and Letters of Anne Isabella, Lady Noel Byron* / Ethel Mayne. — Scribner's, 1929. — p. 36; Elwin M. *Lord Byron's Wife* / Malcolm Elwin. — Murray, 1974. — p. 106.
- 12 Лист лорда Байрона до леді Мельбурн, 28 вересня 1812 р. (цит. за *Lord Byron's Correspondence* / John Murray (ed.) — Scribner's, 1922. — p. 88).
- 13 Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 14 (взято з біографії Байрона, написаної Томасом Муром на підставі знищених щоденників Байрона).
- 14 Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 60.
- 15 Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 16; Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 72.
- 16 Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 92.
- 17 Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 94.
- 18 Galt J. *The Life of Lord Byron* / John Galt. — Colburn and Bentley, 1830. — p. 316.
- 19 Один лист до доктора Вільяма Кінґа, 9 березня 1834 р.; лист доктора Кінґа до Ади, 15 березня 1834 р.; Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 42.
- 20 Один лист до доктора Вільяма Кінґа, 1 вересня 1834 р.; Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 46.
- 21 Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 172.
- 22 Turney C. *Byron's Daughter: A Biography of Elizabeth Medora Leigh* / Catherine Turney. — Readers Union, 1975. — p. 160.
- 23 Huskey V., Huskey H. *Lady Lovelace and Charles Babbage* / Velma Huskey and Harry Huskey // IEEE Annals of the History of Computing. — Oct.—Dec. 1980.
- 24 Один лист до Чарльза Беббіджа, листопад 1839 р.
- 25 Один лист до Чарльза Беббіджа, 30 липня 1843 р.
- 26 Один лист до леді Байрон, 11 січня 1841 р.
- 27 Toole B. *Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters* / Betty Toole. — Strawberry, 1992. — p. 136.
- 28 Один лист до леді Байрон, 6 лютого 1841 р.; Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 87.
- 29 Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 38.
- 30 Buxton H. W., Hyman A. *Memoir of the Life and Labours of the Late Charles Babbage* / Harry Wilmot Buxton and Anthony Hyman. — ca. 1872; reprinted by Charles Babbage Institute/MIT Press, 1988. — p. 46.
- 31 Kelly M. C., Aspray W. *Computer: A History of the Information Machine* / Martin Campbell Kelly and William Aspray. — Westview, 2009. — p. 6.
- 32 Swade D. *The Difference Engine* / Doron Swade. — Viking, 2001. — p. 42; Bernstein J. *The Analytical Engine* / Jeremy Bernstein. — Morrow, 1963. — p. 46 і далі.
- 33 Essinger J. *Jacquard's Web* / James Essinger. — Oxford, 2004. — p. 23.
- 34 Один лист до Чарльза Беббіджа, 16 лютого 1840 р.
- 35 Один лист до Чарльза Беббіджа, 12 січня 1841 р.
- 36 Babbage C. *Passages from the Life of a Philosopher* / Charles Babbage. — Longman Green, 1864. — p. 136.
- 37 Menabrea L. *Sketch of the Analytical Engine, Invented by Charles Babbage* / Luigi Menabrea. — Oct. 1842 (із примітками до мемуару перекладача, Ади, графині Лавлейс). — Mode of access: <http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html>.

- 38 Babbage C. *Passages from the Life of a Philosopher* / Charles Babbage. — Longman Green, 1864. — p. 136; Füegi J., Francis J. *Lovelace and Babbage and the Creation of the 1843 'Notes'* / John Füegi and Jo Francis // *Annals of the History of Computing*. — Oct. 2003.
- 39 Усі цитати зі статті Менабреа та приміток Лавлейс взято з Menabrea, *Sketch of the Analytical Engine*.
- 40 Лист Чарльза Беббіджа до Ади, 1843 (цит. за Toole B. *Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters* / Betty Toole. — Strawberry, 1992. — p. 197).
- 41 Фраза з фільму «Ада Байрон Лавлейс: Мріяти про завтра» (Ada Byron Lovelace: To Dream Tomorrow, Flare Productions, 2003, режисери та продюсери Джон Фуеджита Джо Френсіс); див. також Füegi J., Francis J. *Lovelace and Babbage and the Creation of the 1843 'Notes'* / John Füegi and Jo Francis // *Annals of the History of Computing*. — Oct. 2003.
- 42 Один лист до Чарльза Беббіджа, 5 липня 1843 р.
- 43 Один лист до Чарльза Беббіджа, 2 липня 1843 р.
- 44 Один лист до Чарльза Беббіджа, 6 серпня 1843 р.; Woolley B. *The Bride of Science* / Benjamin Woolley. — Macmillan, 1999. — p. 278; Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 114.
- 45 Один лист до леді Байрон, 8 серпня 1843 р.
- 46 Один лист до Чарльза Беббіджа, 14 серпня 1843 р.
- 47 Там само.
- 48 Там само.
- 49 Один лист до леді Лавлейс, 15 серпня 1843 р.
- 50 Stein D. *Ada* / Dorothy Stein. — MIT Press, 1985. — p. 120.
- 51 Один лист до леді Лавлейс, 22 серпня 1843 р.
- 52 Один лист до Роберта Ноеля, 9 серпня 1843 р.
- 53 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 439 (сторінки вказано згідно зі Сторічним виданням для Kindle). Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ спирається на біографію Годжеса та його веб-сайт (<http://www.turing.org.uk/>); кореспонденцію та документи з Архіву Тюрінга (<http://www.turingarchive.org/>); Leavitt D. *The Man Who Knew Too Much* / David Leavitt. — Atlas Books, 2006; Cooper S. B., van Leeuwen J. *Alan Turing: His Work and Impact* / S. Barry Cooper and Jan van Leeuwen. — Elsevier, 2013; Turing S. *Alan M. Turing* / Sara Turing. — Cambridge, 1959 (сторінки вказано згідно зі Сторічним виданням для Kindle з післямовою Джона Ф. Тюрінга, опублікованим 2012 року); *Alan Turing and His Contemporaries* / Lavington S. (ed.). — BCS, 2012.
- 54 Цитата Джона Тюрінга з Turing S. *Alan M. Turing* / Sara Turing. — Cambridge, 1959. — p. 146.
- 55 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 590.
- 56 Turing S. *Alan M. Turing* / Sara Turing. — Cambridge, 1959. — p. 56.
- 57 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 1875.
- 58 Лист Алана Тюрінга до Сари Тюрінг, 16 лютого 1930 р., з Архіву Тюрінга; Turing S. *Alan M. Turing* / Sara Turing. — Cambridge, 1959. — p. 25.
- 59 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 2144.
- 60 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 2972.
- 61 Turing A. *On Computable Numbers* / Alan Turing // *Proc. of the London Mathematical Society*. — Nov. 12, 1936.
- 62 Turing A. *On Computable Numbers* / Alan Turing // *Proc. of the London Mathematical Society*. — Nov. 12, 1936. — p. 241.

- 63 Лист Макса Ньюмана до Алонзо Чорча, 31 травня 1936 р. (цит. за Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — р. 3439); лист Алана Тюрінга до Сари Тюрінг, 29 травня 1936 р., з Архіву Тюрінга.
- 64 Лист Алана Тюрінга до Сари Тюрінг, 11 лютого та 22 лютого 1937 р., з Архіву Тюрінга; Church A. *Review of A. M. Turing's 'On computable numbers'* / Alonzo Church // *Journal of Symbolic Logic*. — 1937.
- 65 Цей розділ про Шеннона спирається на Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — Ch. 7 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Waldrop M. M. *Claude Shannon: Reluctant Father of the Digital Age* / M. Mitchell Waldrop // *MIT Technology Review*. — July 2001; Collins G. *Claude E. Shannon: Founder of Information Theory* / Graham Collins // *Scientific American*. — Oct. 2012; Gleick J. *The Information* / James Gleick. — Pantheon, 2011. — Ch. 7.
- 66 Galison P. *Image and Logic* / Peter Galison. — University of Chicago, 1997. — p. 781.
- 67 Shannon C. A *Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* / Claude Shannon // *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*. — Dec. 1938. Чітке роз'яснення наведено у Hillis D. *The Pattern on the Stone* / Daniel Hillis. — Perseus, 1998. — p. 2–10.
- 68 Ceruzzi P. *Reckoners: The Prehistory of the Digital Computer* / Paul Ceruzzi. — Greenwood, 1983. — p. 79. Також див. статтю George Stibitzу «Музеї історії комп'ютерів» (<http://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/85>).
- 69 Усноісторичне інтерв'ю з Говардом Ейкеном, взяте Генрі Троппом та Бернардом Коеном, Смітсонівський ун-т, лютий 1973.
- 70 Aiken H. *Proposed Automatic Calculating Machine* / Howard Aiken // *IEEE Spectrum*. — Aug. 1964; Ferguson C. *Howard Aiken: Makin' a Computer Wonder* / Cassie Ferguson // *Harvard Gazette*. — Apr. 9, 1998.
- 71 Cohen I. B. *Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer* / I. Bernard Cohen. — MIT, 1999. — p. 9.
- 72 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 75.
- 73 Cohen I. B. *Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer* / I. Bernard Cohen. — MIT, 1999. — p. 115.
- 74 Cohen I. B. *Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer* / I. Bernard Cohen. — MIT, 1999. — p. 98 і далі.
- 75 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 80.
- 76 Ceruzzi P. *Reckoners: The Prehistory of the Digital Computer* / Paul Ceruzzi. — Greenwood, 1983. — p. 65.
- 77 Zuse H. *The Life and Work of Konrad Zuse* / Horst Zuse (son). — Mode of access: http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/Konrad_Zuse_index_english_html/biography.html.
- 78 Архів Конрада Цузе (<http://www.zib.de/zuse/home.php/Main/KonradZuse>); Ceruzzi P. *Reckoners: The Prehistory of the Digital Computer* / Paul Ceruzzi. — Greenwood, 1983. — p. 26.
- 79 Zuse H. *The Life and Work of Konrad Zuse* / Horst Zuse (son). — part 4; Ceruzzi P. *Reckoners: The Prehistory of the Digital Computer* / Paul Ceruzzi. — Greenwood, 1983. — p. 28.
- 80 Історія Джона Атанасова та суперечки стосовно його авторства спричинили появу певної кількості пристрасних робіт. У цій історичній та судовій тяжбі йому протистояли творці ENIAC, Джон Моклі та Преспер Екерт. Усі чотири основні книжки про Атанасова

написано тими, хто прагнув стати на його бік у цій суперечці. Книга Еліс Бьоркс «Хто винайшов комп'ютер?» (Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003, сторінки вказано згідно з виданням для Kindle) частково написана на підставі документів судового процесу. Написана раніше книга Еліс та Артура Бьорксів «Перший електронний комп'ютер: історія Атанасова» (Burks A., Burks A. *The First Electronic Computer: The Atanasoff Story* / Alice Burks and Arthur Burks. — University of Michigan, 1988) більш технічна; Артур Бьоркс був інженером у команді ENIAC та зрештою став критиком Екерта та Моклі. Книга Кларка Молленгофа «Атанасов: забутий батько комп'ютера» (Mollenhoff C. *Atanasoff: Forgotten Father of the Computer* / Clark Mollenhoff. — Iowa State, 1988) написана репортером, лауреатом Пулітцерівської премії, який був головою вашингтонського бюро газети The Des Moines Register та, дізнавшись про Атанасова, поставив собі за мету вирвати його із історичного забуття. Книга Джейн Смайлі «Людина, яка винайшла комп'ютер» (Smiley J. *The Man Who Invented the Computer* / Jane Smiley. — Doubleday, 2010) належить перу визнаної романістки, яка заглибилася в історію комп'ютерної техніки та стала захисником Атанасова. Особисті історичні довідки Еліс та Артура Бьорксів та історія їхньої участі у подіях описана у їхніх «Спогадах про 1940-ві» (Burks A., Burks A. *Memoir of the 1940s* / Alice Burks and Arthur Burks // Michigan Quarterly Review. — Spring 1997. — Mode of access: <http://hdl.handle.net/2027/spo.act2080.0036.201>). Також цей розділ спирається на праці Mackintosh A. *Dr. Atanasoff's Computer* / Allan Mackintosh // Scientific American. — Aug. 1988; Berry J. *Clifford Edward Berry: His Role in Early Computers* / Jean Berry // Annals of the History of Computing. — July 1986; Broad W. *Who Should Get the Glory for Inventing the Computer?* / William Broad // New York Times. — Mar. 22, 1983.

- 81 Atanasoff J. *Advent of Electronic Digital Computing* / John Atanasoff // Annals of the History of Computing. — July 1984. — p. 234.
- 82 Atanasoff J. *Advent of Electronic Digital Computing* / John Atanasoff // Annals of the History of Computing. — July 1984. — p. 238.
- 83 Atanasoff J. *Advent of Electronic Digital Computing* / John Atanasoff // Annals of the History of Computing. — July 1984. — p. 243.
- 84 Fishman K. D. *The Computer Establishment* / Katherine Davis Fishman. — Harper and Row, 1981. — p. 22.
- 85 Свідчення Атанасова, справа Honeywell проти Sperry Rand, 15 червня 1971 р., с. 1700 стенограми, цит. за Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 1144. Архіви судового процесу зберігаються в Пенсильванському університеті (http://www.archives.upenn.edu/faids/upd/eniactrial/upd8_10.html) та в Інституті імені Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті (<http://discover.lib.umn.edu/cgi/f/finaid/finaid-idx?c=umfa;cc=umfa;rgn=main;view=text;didno=cbio0001>).
- 86 Свідчення Атанасова, с. 1703 стенограми.
- 87 Atanasoff J. *Advent of Electronic Digital Computing* / John Atanasoff // Annals of the History of Computing. — July 1984. — p. 244.
- 88 Atanasoff J. *Computing Machine for the Solution of Large Systems of Linear Algebraic Equations* / John Atanasoff. — 1940. — Mode of access: <http://jva.cs.iastate.edu/img/Computing%20machine.pdf>. Детальний аналіз наведено у Burks A., Burks A. *The First Electronic Computer: The Atanasoff Story* / Alice Burks and Arthur Burks. — University of Michigan, 1988. — p. 7 і далі.
- 89 Stewart R. *The End of the ABC* / Robert Stewart // Annals of the History of Computing. — July 1984; Mollenhoff C. *Atanasoff: Forgotten Father of the Computer* / Clark Mollenhoff. — IowaState, 1988. — p. 73.

- 90 Цей розділ спирається на усноісторичне інтерв'ю з Джоном Моклі, взяте Генрі Троппом 10 січня 1973 р. у Смітсонівському інституті; усноісторичне інтерв'ю з Джоном Моклі, взяте Ненсі Штерн 6 травня 1977 р. в Американському інституті фізики (АІФ); McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999; Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Mauchly K. *John Mauchly's Early Years* / Kathleen Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1984; Ritchie D. *The Computer Pioneers* / David Ritchie. — Simon & Schuster, 1986; Веб-сайт The ENIAC / Білл Моклі та ін. (<http://the-eniac.com/first/>); Rheingold H. *Tools for Thought* / Howard Rheingold. — MIT, 2000; Shurkin J. *Engines of the Mind: A History of the Computer* / Joel Shurkin. — Washington Square Press, 1984.
- 91 Costello J. *The Twig Is Bent: The Early Life of John Mauchly* / John Costello // *IEEE Annals of the History of Computing*. — 1996.
- 92 Інтерв'ю з Моклі у АІФ.
- 93 Costello J. *The Twig Is Bent: The Early Life of John Mauchly* / John Costello // *IEEE Annals of the History of Computing*. — 1996.
- 94 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 82.
- 95 McNulty Mauchly Antonelli K. *The Kathleen McNulty Mauchly Antonelli Story* / Kay McNulty Mauchly Antonelli. — Mar. 26, 2004. — Available at ENIAC website: <https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/Home/kay-mcnulty-mauchly-antonelli>; McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 32.
- 96 Ritchie D. *The Computer Pioneers* / David Ritchie. — Simon & Schuster, 1986. — p. 129; Rheingold H. *Tools for Thought* / Howard Rheingold. — MIT, 2000. — p. 80.
- 97 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 34.
- 98 Mauchly K. *John Mauchly's Early Years* / Kathleen Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1984.
- 99 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 36.
- 100 Mauchly K. *John Mauchly's Early Years* / Kathleen Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1984.
- 101 Лист Джона Моклі до Г. Гелма Клейтона, 15 листопада 1940 р.
- 102 Лист Джона Моклі до Джона де Віра, 4 грудня 1940 р.; Mauchly K. *John Mauchly's Early Years* / Kathleen Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1984.
- 103 Лист Моклі до Атанасова, 19 січня 1941 р.; лист Атанасова до Моклі, 23 січня 1941 р.; Інтерв'ю з Моклі у Смітсонівському ін-ті; Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 668.
- 104 У часописі *Annals of the History of Computing* з цього приводу розгорілася справжня баталія з великою кількістю статей, коментарів та злих листів. Цей розділ та наступний, присвячений судовому процесу, спирається саме на них. Зокрема, йдеться про статтю Артура та Еліс Бьоркс «ENIAC: перший електронний комп'ютер загального призначення» (*The ENIAC: First General-Purpose Electronic Computer*), з коментарями Джона Атанасова, Дж. Преспера Екерта, Кетлін Р. Моклі та Конрада Цузе, та відповіддю Бьорксів (*Annals of the History of Computing*. — Oct. 1981. — p. 310–399; як бачимо, твердженням та спростуванням було присвячено понад 80 сторінок номера, що завдало певних незручностей редакторам); Mauchly K. *John Mauchly's Early Years* / Kathleen Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1984; Mauchly J. *Mauchly: Unpublished Remarks* (з післямовою Артура та Еліс Бьорксів) / John Mauchly // *Annals of the History of Computing*. — July 1982;

- Burks A. *Who Invented the General Purpose Computer?* (виступ у Мічиганському університеті 2 квітня 1974 р.); Лист Джеймса Макналті до редакції // *Datamation*. — June 1980.
- 105 Свідчення Лури Мікз Атанасової, матеріали справи Sperry проти Honeywell; Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 1445.
- 106 Mollenhoff C. *Atanasoff: Forgotten Father of the Computer* / Clark Mollenhoff. — Iowa State, 1988. — p. 114.
- 107 Інтерв'ю з Моклі у Смітсонівському ін-ті; «Бесіда біля каміна» з Джоном Моклі 13 листопада 1973 р. (надруковано у *Annals of the History of Computing*. — July 1982).
- 108 Ritchie D. *The Computer Pioneers* / David Ritchie. — Simon & Schuster, 1986. — p. 142.
- 109 Інтерв'ю з Моклі у Смітсонівському ін-ті.
- 110 Свідчення Джона Моклі, матеріали справи Sperry проти Honeywell; Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 429.
- 111 Лист Джона Моклі Джону Атанасову, 30 вересня 1941 р., зі стенограми судового засідання у справі Sperry проти Honeywell.
- 112 Лист Атанасова до Моклі, 7 жовтня 1941 р., зі стенограми судового засідання у справі Sperry проти Honeywell.
- 113 Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ спирається на Eckstein p. *Presper Eckert* / Peter Eckstein // *Annals of the History of Computing*. — Spring 1996; усноісторичне інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом, взяте Ненсі Штерн 28 жовтня 1977 р. у Інституті імені Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті; Stern N. *From ENIAC to UNIVAC* / Nancy Stern. — Digital Press, 1981; Eckert J. p. *Thoughtson the History of Computing* / J. Presper Eckert // *Computer*. — Dec. 1976; Eckert J. p. *The ENIAC*, Mauchly J. *The ENIAC*, Burks A. W. *From ENIAC to the Stored Program Computer* зі збірника *A History of Computing in the Twentieth Century* / Nicholas Metropolis et al. (eds). — Academic Press, 1980; Randall A. *A Lost Interview with Presper Eckert* / Alexander Randall // *Computerworld*. — Feb. 4, 2006.
- 114 Інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 115 Eckstein p. *Presper Eckert* / Peter Eckstein // *Annals of the History of Computing*. — Spring 1996.
- 116 Ritchie D. *The Computer Pioneers* / David Ritchie. — Simon & Schuster, 1986. — p. 148.
- 117 Інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 118 Mauchly J. W. *The Use of High Speed Vacuum Tube Devices for Calculating* / John W. Mauchly (1942) // *The Origins of Digital Computers: Selected Papers* / Brian Randell (ed.). — Springer-Verlag, 1973. — p. 329. Також див. Brainerd J. G. *Genesis of the ENIAC* / John G. Brainerd // *Technology and Culture*. — July 1976. — p. 482.
- 119 Інтерв'ю з Моклі у Смітсонівському ін-ті; Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 3169; McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 61.
- 120 Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 71.
- 121 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 89.
- 122 Інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 123 Інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 124 Інтерв'ю з Дж. Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа; Randall A. *A Lost Interview with Presper Eckert* / Alexander Randall // *Computerworld*. — Feb. 4, 2006.
- 125 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 3628.
- 126 Окрім біографії, написаної Годжесом (Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983), цей розділ спирається на Copeland B. J. *Colossus: The*

- Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers* / B. JackCopeland. — Oxford, 2006; Good. I. J. *Early Work on Computers at Bletchley* / I. J. Good // *Annals of the History of Computing*. — July 1979; Flowers T. *The Design of Colossus* / Tommy Flowers // *Annals of the History of Computing*. — July 1983; Alan Turing and His Contemporaries / Simon Lavington (ed.), — BCS, 2012; McKay S. *The Secret Life of Bletchley Park: The History of the Wartime Codebreaking Centre by the Men and Women Who Were There* / Sinclair McKay. — Aurum Press, 2010, а також мої відвідини Блечлі-Парку та вчених, гідів, експонати та матеріали звідти.
- 127 Randall A. *A Lost Interview with Presper Eckert* / Alexander Randall // *Computerworld*. — Feb. 4, 2006.
- 128 Архіви судової справи Honeywell проти Sperry Rand. Також див. McTiernan C. E. *The ENIAC Patent* / Charles E. McTiernan // *Annals of the History of Computing*. — Apr. 1998.
- 129 Вирок судді Ерла Річарда Ларсона у справі Honeywell проти Sperry Rand.
- 130 Randall A. *A Lost Interview with Presper Eckert* / Alexander Randall // *Computerworld*. — Feb. 4, 2006.
- 131 Turing A. *Intelligent Machinery* / Alan Turing // *National Physical Laboratory report*. — July 1948. — Mode of access: http://www.AlanTuring.net/intelligent_machinery.
- 132 Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ також спирається на працю Курта Бейера «Грейс Гоппер та винахід інформаційної ери» (Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009) та збірку усноісторичних інтерв'ю з Грейс Гоппер у Смітсонівському інституті (п'ять сеансів: липень 1968 р., листопад 1968 р., 7 січня 1969 р., 4 лютого 1969 р., 5 липня 1972 р.), у Музеї комп'ютерної історії в грудні 1980 р. та в рамках усноісторичного проекту «Жінки у федеральному уряді» в Інституті імені Редкліфа при Гарвардському університеті у вересні 1982 р.
- 133 Курт Бейер помилково називає її першою жінкою, що здобула докторський ступінь у Єлі. Насправді першою ще 1895 року стала Шарлотта Барнем, а взагалі до Гоппер таких жінок було десять. Див. Green J., LaDuke J. *Pioneering Women in American Mathematics: The pre-1940 PhDs* / Judy Green and Jeanne LaDuke. — American Mathematical Society, 2009. — p. 53; Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 25, 26.
- 134 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, 5 липня 1972 р.
- 135 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, липень 1968 р.; Rausa R. *In Profile: Grace Murray Hopper* / Rosario Rausa // *Naval History*. — Fall 1992.
- 136 Усноісторичні інтерв'ю з Гоппер (щоразу вона говорила те саме) у Музеї комп'ютерної історії та у Смітсонівському ін-ті від 5 липня 1972 р.
- 137 *A Manual of Operation for the Automatic Sequence Controlled Calculator* / The Staff of the Harvard Computation Library [Grace Hopper and Howard Aiken]. — Harvard, 1946.
- 138 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Музеї комп'ютерної історії.
- 139 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 130.
- 140 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 135.
- 141 Усноісторичне інтерв'ю з Річардом Блохом у Інституті імені Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті.
- 142 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 53.
- 143 Коментарі Грейс Гоппер та Річарда Блоха в рамках панельного обговорення від 30 серпня 1967 р., цит. за Тропп Н. S. *The 20th Anniversary Meeting of the Association for Computing Machinery* / Henry S. Tropp // *IEEEAnnals*. — July 1987.

- 144 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 5.
- 145 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, 5 липня 1972 р.
- 146 Усноісторичне інтерв'ю з Говардом Ейкеном, взяте Генрі Троппом та І. Бернардом Коеном, Смітсонівський ун-т, лютий 1973 р.
- 147 Hopper G., Mauchly J. *Influence of Programming Techniques on the Design of Computers* / Grace Hopper and John Mauchly // Proceedings of IRE. — Oct. 1953.
- 148 Гарвардський комп'ютерний журнал, запис від 9 вересня 1947 р. (<http://www.history.navy.mil/photos/images/h96000/h96566k.jpg>).
- 149 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, листопад 1968 р.
- 150 *The Moore School Lectures* / Charles Babbage Institute, reprint. — MIT Press, 1985.
- 151 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, листопад 1968 р.
- 152 Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ також спирається на Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); усноісторичне інтерв'ю з Джин Бартік, узятє Гарднером Гендрі у Музеї комп'ютерної історії 1 липня 2008 р.; усноісторичне інтерв'ю з Джин Бартік, узятє Джанет Аббейт для IEEE Global History Network 3 липня 2001 р.; Lohr S. *Jean Bartik, Software Pioneer, Dies at 86* / Steve Lohr // New York Times. — Apr. 7, 2011; Light J. *When Computers Were Women* / Jennifer Light // Technology and Culture. — July 1999.
- 153 Jack J. *Science on the Home Front: American Women Scientists in World War II* / Jordynn Jack. — University of Illinois, 2009. — p. 3.
- 154 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 1282.
- 155 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 156 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 157 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 1493. Також див. Erickson L. *Top Secret Rosies: The Female Computers of WWII* / LeAnn Erickson. — PBS, 2002 (video); Mauchly B. The ENIAC website (<https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/>); Petzinger T. (junior) *History of Software Begins with Work of Some Brainy Women* / Thomas Petzinger Jr. // Wall Street Journal. — Nov. 15. — 1996. Стати знаменитими згаданим жінкам-програмістам допомогла Кеті Клейман упродовж своєї роботи 1986 року над магістерською дисертацією, присвяченою жінкам у комп'ютерній сфері; вона ж виступила співпродюсером 20-хвилинного документального фільму «Обчислювачі» (The Computers), прем'єра якого відбулася 2014 року. Див. веб-сайт проекту «Програмісти ENIAC» (<http://eniacprogrammers.org>).
- 158 McNulty Mauchly Antonelli. *The Kathleen McNulty Mauchly Antonelli Story* / Kay McNulty Mauchly Antonelli. — Mar. 26, 2004. — Available at ENIAC website: <https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/Home/kay-mcnulty-mauchly-antonelli>.
- 159 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 160 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 1480.
- 161 Stanley A. *Mothers and Daughters of Invention* / Autumn Stanley. — Rutgers, 1995. — p. 443.
- 162 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 163 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Дженнінгз Бартік та Бетті Снайдер Голбертон, узятє Генрі Троппом у Смітсонівському інституті 27 квітня 1973 р.

- 164 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Бартік у Музеї комп'ютерної історії.
- 165 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Бартік у Музеї комп'ютерної історії.
- 166 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 557.
- 167 Eckert and Mauchly, *Progress Report on ENIAC* (Dec 31, 1943) (цит. за Stern N. *From ENIAC to UNIVAC* / Nancy Stern. — Digital Press, 1981).
- 168 Mauchly J. *Amending the ENIAC Story* (letter to the editor) / John Mauchly // *Datamation*. — Oct. 1979.
- 169 Eckert p. *Disclosure of a Magnetic Calculating Machine* / Presper Eckert. — Jan. 29, 1944 (матеріали розсекреченого випробувального показу, що зберігаються в архіві Дональда Кнута в Музеї комп'ютерної історії); Priestley M. *A Science of Operations* / Mark Priestley. — Springer, 2011. — p. 127; Stern N. *From ENIAC to UNIVAC* / Nancy Stern. — Digital Press, 1981. — p. 28.
- 170 На додачу до окремих вказівок, наведених нижче, цей розділ також спирається на праці Aspray W. *John von Neumann and the Origins of Modern Computing* / William Aspray. — MIT, 1990; Stern N. *John von Neumann's Influence on Electronic Digital Computing, 1944-1946* / Nancy Stern // *IEEE Annals of the History of Computing*. — Oct.-Dec. 1980; Ulam S. *John von Neumann* / Stanislaw Ulam // *Bulletin of the American Mathematical Society*. — Feb. 1958; Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012 (сторінки наведено згідно з виданням для Kindle); Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972 (сторінки наведено згідно з виданням для Kindle).
- 171 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 41.
- 172 Vonneumann N. *John von Neumann as Seen by His Brother* / Nicholas Vonneumann. — Privately printed, 1987. — p. 22 (уривок за назвою *John von Neumann: Formative Years* надруковано в часописі «*IEEE Annals* за осінь 1989 р.)
- 173 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 45.
- 174 Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 3550.
- 175 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 1305.
- 176 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 1395.
- 177 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Смітсонівському ін-ті, 7 січня 1969 р.
- 178 Усноісторичне інтерв'ю з Річардом Блохом в Інституті Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті, 22 лютого 1984 р.
- 179 Slater R. *Portraits in Silicon* / Robert Slater. — MIT Press, 1987. — p. 88; Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 9.
- 180 Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 3634.
- 181 Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 3840.
- 182 Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 199; лист Голдстайна до Гіллона від 2 вересня 1944 р.; Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 120. Також див. Mauchly J. *Amending the ENIAC Story* (letter to the editor) / John Mauchly // *Datamation*. — Oct. 1979; Burks A. W. *From ENIAC to the Stored Program Computer* / Arthur W. Burks // *A History of Computing in the Twentieth Century* / Nicholas Metropolis et al. (eds). — Academic Press, 1980.
- 183 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Дженнінгс Бартік та Бетті Снайдер Голбертон, узяті Генрі Троппом у Смітсонівському інституті 27 квітня 1973 р.

- 184 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 116.
- 185 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Дженнінгз Бартік та Бетті Снайдер Голбертон у Смітсонівському інституті 27 квітня 1973 р.
- 186 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 53.
- 187 Burks A. *Who Invented the Computer?* / Alice Burks. — Prometheus, 2003. — p. 161; Macrae N. *John von Neumann* / Norman Macrae. — American Mathematical Society, 1992. — p. 281.
- 188 Ritchie D. *The Computer Pioneers* / David Ritchie. — Simon & Schuster, 1986. — p. 178.
- 189 Усноісторичне інтерв'ю з Преспером Екертом, узятє Ненсі Штерн в Інституті імені Чарльза Беббіджа 28 жовтня 1977 р.; Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 1952.
- 190 Von Neumann J. *First Draft of a Report on the EDVAC* / John von Neumann. — U.S. Army Ordnance Department and the University of Pennsylvania, June 30, 1945. — Mode of access: <http://www.virtualtravelog.net/wp/wp-content/media/2003-08-TheFirstDraft.pdf>.
- 191 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 1957. Також див. Aspray W. *John von Neumann and the Origins of Modern Computing* / William Aspray. — MIT, 1990.
- 192 Усноісторичне інтерв'ю з Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа. Також див. цитату Екерта «Нас, без сумніву, пошив у дурні Джон фон Нейман, якому вдалося влаштувати так, щоб у певних колах мої ідеї стали називати „фон-нейманівською архітектурою“» у McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 125.
- 193 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 518.
- 194 Duhigg C., Lohr S. *The Patent, Used as a Sword* / Charles Duhigg and Steve Lohr // New York Times. — Oct. 7, 2012.
- 195 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 103.
- 196 Martin C. D. *ENIAC: The Press Conference That Shook the World* / C. Dianne Martin // IEEE Technology and Society. — Dec. 1995.
- 197 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 1878.
- 198 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 199 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — p. 1939.
- 200 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Дженнінгз Бартік та Бетті Снайдер Голбертон у Смітсонівському інституті 27 квітня 1973 р.
- 201 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — pp. 672, 1964, 1995, 1959.
- 202 Kennedy T. R. *Electronic Computer Flashes Answers* / T. R. Kennedy // New York Times. — Feb. 15, 1946.
- 203 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 107.
- 204 Jennings Bartik J. *Pioneer Programmer* / Jean Jennings Bartik. — Truman State, 2013. — pp. 2026, 2007.
- 205 Усноісторичне інтерв'ю з Джин Бартік у Музеї комп'ютерної історії.
- 206 McCartney S. *ENIAC* / Scott McCartney. — Walker, 1999. — p. 132.
- 207 Henn S. *The Night a Computer Predicted the Next President* / Steven Henn // NPR. — Oct. 31, 2012; Bochanek A. *Have You Got a Prediction for Us, UNIVAC?* / Alex Bochanek // Computer History Museum. — Mode of access: <http://www.computerhistory.org/atcm/have-you-got-a-prediction-for-us-univac/>. Інколи можна почути, що CBS не пустило в ефір передбачення

- перемоги Ейзенгавера, оскільки передвиборчі опитування віддавали перемогу Стівенсону. Це неправда: опитування показували, що перемає Ейзенгавер.
- 208 Усноісторичне інтерв'ю з Гоппер у Музеї комп'ютерної історії, грудень 1980 р.
- 209 Beyer K. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age* / Kurt Beyer. — MIT, 2009. — p. 277.
- 210 Лист фон Неймана до Стенлі Франкеля від 29 жовтня 1946 р.; Shurkin J. *Engines of the Mind* / Joel Shurkin. — Washington Square Press, 1984. — p. 204; Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 1980; Stern N. *John von Neumann's Influence on Electronic Digital Computing, 1944-1946* / Nancy Stern // IEEE Annals of the History of Computing. — Oct.-Dec. 1980.
- 211 Усноісторичне інтерв'ю з Преспером Екертом в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 212 Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 5077.
- 213 Rope C. *ENIAC as a Stored-Program Computer: A New Look at the Old Records* / Crispin Rope // IEEE Annals of the History of Computing. — Oct. 2007; Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 4429.
- 214 Fritz W. B. *The Women of ENIAC* / W. Barkley Fritz // IEEE Annals of the History of Computing. — Fall 1996.
- 215 Wilkes M. *How Babbage's Dream Came True* / Maurice Wilkes // Nature. — Oct. 1975.
- 216 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 10622.
- 217 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 2024. Також див. Goldstine H. *The Computer from Pascal to von Neumann* / Herman Goldstine. — Princeton, 1972. — p. 5376.
- 218 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 6092.
- 219 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 6972.
- 220 Turing A. *Lecture to the London Mathematical Society* / Alan Turing. — Feb. 20, 1947. — Mode of access: <http://www.turingarchive.org/>; Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 9687.
- 221 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 5921.
- 222 Jefferson G. *The Mind of Mechanical Man* / Geoffrey Jefferson. — Lister Oration, June 9, 1949. — Mode of access: <http://www.turingarchive.org/browse.php/B/44>.
- 223 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 10983.
- 224 Онлайн-версію див. за адресою <http://loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>.
- 225 Searle J. *Minds, Brains and Programs* / John Searle // Behavioral and Brain Sciences, 1980. Також див. *The Chinese Room Argument* // The Stanford Encyclopedia of Philosophy. — Mode of access: <http://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>.
- 226 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 11305; Newman M. *Alan Turing, An Appreciation* / Max Newman // The Manchester Guardian. — June 11, 1954.
- 227 *Can Automatic Calculating Machines Be Said to Think?* / M. H. A. Newman, Alan M. Turing, Sir Geoffrey Jefferson, and R. B. Braithwaite. — 1952 BBC Broadcast reprinted in *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence* / Stuart Shieber (ed.). — MIT, 2004; Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 12120.
- 228 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 12069.
- 229 Hodges A. *Alan Turing: The Enigma* / Andrew Hodges. — Simon & Schuster, 1983. — p. 12404. Обговорення самогубства та особистості Тюрінга див. у неопублікованому некролозі

- з приводу смерті Алана Тюрінга, написаному Робіном Генді для Times, та інші матеріали у Архіві Тюрінга (<http://www.turingarchive.org/>). Мати Тюрінга, Сара, віддавала перевагу версії, що його самогубство насправді було нещасним випадком, до якого призвело використання Тюрінгом ціаніду для позолочення ложки. Вона надіслала до його Архіву ложку, яку знайшла в його лабораторії, додавши до неї записку: «Ось ложка, яку я знайшла в лабораторії Алана Тюрінга. Вона подібна до тієї, яку він позолотив власноруч. Вельми імовірно, що він збирався позолотити і цю за допомогою ціаніду калію власного виробництва» (експонат АМТ/А/12, Архів Тюрінга, <http://www.turingarchive.org/browse.php/A/12>).
- 230 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle). Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ спирається на такі роботи: Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Hoddeson L., Daitch V. *True Genius: The Life and Science of John Bardeen* / Lillian Hoddeson and Vicki Daitch. — National Academies, 2002; Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998; Shockley W. *The Invention of the Transistor—An Example of Creative-Failure Methodology* / William Shockley // National Bureau of Standards Special Publication. — May 1974. — pp. 47—89; Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976; Pines D. *John Bardeen* / David Pines // Proceedings of the American Philosophical Society. — Sept. 2009; *Special Issue: John Bardeen* // Physics Today. — Apr. 1992 (зі спогадами семи його колег); Bardeen J. *Semiconductor Research Leading to the Point Contact Transistor* / John Bardeen. — Nobel Prize lecture, Dec. 11, 1956; Bardeen J. *Walter Houser Brattain: A Biographical Memoir* / John Bardeen. — National Academy of Sciences, 1994; *Trasistorized!*—PBS, transcripts and interviews, 1999. — Mode of access: <http://www.pbs.org/transistor/index.html>; усноісторичне інтерв'ю з Вільямом Шоклі в Американському інституті фізики (АІФ), 10 вересня 1974 р.; Усна історія Shockley Semiconductor, Музей комп'ютерної історії, 27 лютого 2006 р.; усноісторичне інтерв'ю з Джоном Бардіном, АІФ, 12 травня 1977 р.; усноісторичне інтерв'ю з Волтером Бреттейном, АІФ, січень 1964 р.
- 231 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 2255.
- 232 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fallof William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 2547.
- 233 Pierce J. *Mervin Joe Kelly: 1894—1971* / John Pierce // National Academy of Sciences, Biographical Memoirs, 1975. — Mode of access: <http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/kelly-mervin.pdf>; Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 2267.
- 234 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 178.
- 235 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 231.
- 236 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 929; Hoddeson L. *The Discovery of the Point-Contact Transistor* / Lillian Hoddeson // Historical Studies in the Physical Sciences. — 1981. — Vol. 12. — No. 1. — p. 76.
- 237 Інтерв'ю з Джоном Пірсом // *Trasistorized!* — PBS, 1999.

- 238 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 935; Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976.
- 239 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 1022.
- 240 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 1266.
- 241 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 1336.
- 242 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 243 Pines D. *John Bardeen* / David Pines // Proceedings of the American Philosophical Society. — Sept. 2009.
- 244 Bardeen J. *Walter Houser Brattain: A Biographical Memoir* / John Bardeen. — National Academy of Sciences, 1994.
- 245 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 246 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 126.
- 247 Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976; Riordan M. *The Lost History of the Transistor* / Michael Riordan // IEEE Spectrum. — May 2004.
- 248 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 121.
- 249 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 250 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 121.
- 251 Bardeen J. *Semiconductor Research Leading to the Point Contact Transistor* / John Bardeen. — Nobel Prize lecture, Dec. 11, 1956.
- 252 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 253 Там само.
- 254 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 1876.
- 255 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — pp. 4, 137.
- 256 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 139.
- 257 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 1934.
- 258 Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976.
- 259 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 260 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 148.
- 261 Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976.
- 262 Shockley W. *The Path to the Conception of the Junction Transistor* / William Shockley // IEEE Transaction of Electron Device. — July 1976.

- 263 Shockley W. *The Invention of the Transistor—An Example of Creative-Failure Methodology* / William Shockley // National Bureau of Standards Special Publication. — May 1974. — pp. 47–89; Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 1717.
- 264 Інтерв'ю з Бреттейном у випуску Naming the Transistor — PBS, 1999; Інтерв'ю з Пірсом — PBS, 1999.
- 265 Kelly M. *The First Five Years of the Transistor* / Mervin Kelly // Bell Telephone magazine. — Summer 1953.
- 266 Усноісторичне інтерв'ю з Ніком Голоняком, АІФ, 23 березня 2005 р.
- 267 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 207; Burgess M. *Early Semiconductor History of Texas Instruments* / Mark Burgess. — Mode of access: <https://sites.google.com/site/transistorhistory/Home/us-semiconductor-manufacturers/ti>.
- 268 Промова Гордона Тіла Announcing the Transistor / Gordon Teal // Texas Instruments strategic planning conference. — Mar. 17, 1980.
- 269 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 211; Regency TR1 manual. — Mode of access: <http://www.regencytri.com/images/Owners%20Manual%20-%20TR-1G.pdf>.
- 270 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 2347 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle).
- 271 Regency trivia page. — Mode of access: http://www.regencytri.com/TRivia_CORNER.html.
- 272 Усноісторичне інтерв'ю з Бреттейном, АІФ.
- 273 Лист Джона Бардіна до Мервіна Келлі, 25 травня 1951 р.; Kessler R. *Absent at the Creation* / Ronald Kessler // Washington Postmagazine. — Apr. 6, 1997; Pines D. *John Bardeen* / David Pines // Proceedings of the American Philosophical Society. — Sept. 2009.
- 274 Gertner J. *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* / Jon Gertner. — Penguin, 2012. — p. 3059; Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 2579.
- 275 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 231 і далі.
- 276 Thackray A., Myers M. *Arnold O. Beckman: One Hundred Years of Excellence* / Arnold Thackray and Minor Myers. — Chemical Heritage Foundation, 2000. — vol. 1. — p. 6.
- 277 Isaacson W. *Steve Jobs* / Walter Isaacson. — Simon & Schuster, 2011. — p. 9.
- 278 До переліку джерел для розділів, присвячених Кремнієвій долині, входить праця Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1332 і далі (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle). Берлін — дослідник-історик для Архівів Кремнієвої долини у Стенфордському університеті і зараз пише книгу, присвячену розквіту Кремнієвої долини. Також використовуються такі праці: Lowen R. *Creating the Cold War University: The Transformation of Stanford* / Rebecca Lowen. — University of California, 1997; Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — Harper Business, 2014; Malone M. *Infinite Loop* / Michael Malone. — Doubleday, 1999; Malone M. *The Big Score: The Billion Dollar Story of Silicon Valley* / Michael Malone. — Doubleday, 1985; Malone M. *The Valley of Heart's Delight: A Silicon Valley Notebook, 1963—2001* / Michael Malone. — Wiley, 2002; Malone M. *Bill and Dave* / Michael Malone. — Portfolio, 2007; Lécuyer C. *Making Silicon Valley* / Christophe Lécuyer. — MIT, 2007; Gillmore C. S. *Fred Terman at Stanford: Building a Discipline, a University, and Silicon University* / C. Stewart Gillmore. — Stanford, 2004; Pugh

- O'Mara M. *Cities of Knowledge: Cold War Science and the Search for the Next Silicon Valley* / Margaret Pugh O'Mara. — Princeton, 2005; Heinrich T. *Cold War Armory: Military Contracting in Silicon Valley* / Thomas Heinrich // *Enterprise & Society*. — June 1, 2002; Blank S. *The Secret History of Silicon Valley* / Steve Blank. — Mode of access: <http://steveblank.com/secret-history/>.
- 279 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1246; Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p.1239. Окрім цих двох джерел та процитованих нижче, цей розділ спирається на мої інтерв'ю з Гордоном Муром та Енді Гроувом; Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shokley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006; Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — Harper Business, 2014; Wolfe T. *The Tinkerings of Robert Noyce* / Tom Wolfe // *Esquire*. — Dec. 1983; Lojek B. *History of Semiconductor Engineering* / Bo Lojek. — Springer, 2007; записники та предмети з Музею комп'ютерної історії; усноісторичне інтерв'ю з Робертом Нойсом, взяте Майклом Ф. Вольфом у Історичному центрі IEEE 19 вересня 1975 р.; усноісторичне інтерв'ю з Гордоном Муром, взяте Майклом Ф. Вольфом у Історичному центрі IEEE 19 вересня 1975 р.; усноісторичне інтерв'ю з Гордоном Муром, взяте Деніелом Морроу в рамках програми Computerworld Honors 28 березня 2000 р.; усноісторичне інтерв'ю з Гордоном Муром та Джейм Ластом, взяте Девідом Брокотом та Кристофом Лекуїє у Chemical Heritage Foundation 20 січня 2006 р.; усноісторичне інтерв'ю з Гордоном Муром, взяте Крейгом Еддісоном у SEMI 25 січня 2008 р.; інтерв'ю з Гордоном Муром, взяте Джилл Вулфсон та Тео Сервантесом, San Jose Mercury News, 26 січня 1997 р.; Moore G. *Intel: Memories and the Microprocessor* / Gordon Moore // *Daedalus*. — Spring 1966.
- 280 Уривок із Warshorfsky F. *The Chip War* / Fred Warshorfsky. — Scribner's Sons, 1989 (цит. за Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shokley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 2980).
- 281 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 276.
- 282 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — pp. 432, 434.
- 283 Wolfe T. *The Tinkerings of Robert Noyce* / Tom Wolfe // *Esquire*. — Dec. 1983.
- 284 Інтерв'ю з Робертом Нойсом у випуску Silicon Valley — PBS, 2013; Malone M. *The Big Score: The Billion Dollar Story of Silicon Valley* / Michael Malone. — Doubleday, 1985. — p. 74.
- 285 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 552; Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — Harper Business, 2014. — p. 81.
- 286 Лезлі Берлін пише, що транзистори прибули лише 1950 року, вже після того, як Нойс випустився: «[Керівник дослідницького відділу Bell] Баклі не мав жодних зайвих пристроїв, але він надіслав Гейлу примірники кількох технічних монографій, написаних Bell Labs на тему транзистора. Ці монографії сформували основу початкового ознайомлення Нойса із цим пристроєм. Жоден із підручників не стосувався транзисторів, і (попри широко поширені міфи) Bell Labs надіслала Гейлу транзистор вже після випуску Нойса» [Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 650]. Як джерело цієї інформації Берлін вказує лист професора Гейла своєму приятелю, датований березнем 1984 року; у кінцевій примітці Берлін пише: «Гейл згадає „додану оригінальну відвантажувальну накладну [на транзистори, надіслані Бардіном Гейлу], датовану 6 березня 1950 р.“ (нині втрачену)». Інформація Берлін суперечить спогадам

- Нойса. Цитату Нойса про те, що «Грант Гейл роздобув один із перших взагалі вироблених точково-контактних транзисторів... на моєму третьому році навчання», узято з процитованого вище усноісторичного інтерв'ю з Нойсом у Історичному центрі IEEE у вересні 1975 р. Біографічний нарис Нойса за авторства Тома Вулфа для журналу *Esquire*, написаний на підставі його зустрічей із Нойсом, стверджує: «До осені 1948 року Гейл отримав до своїх послуг два з перших взагалі коли-небудь виготовлених транзисторів та провів перший у світі академічний інструктаж із твердотільної електроніки для вісімнадцятьох студентів [в тому числі Нойса], що вчилися у Грінелл-коледжі за спеціальністю з фізики» [Wolfe T. *The Tinkerings of Robert Noyce* / Tom Wolfe // *Esquire*. — Dec. 1983]. Під [Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1226] на підставі його інтерв'ю з Робертом Нойсом пише: «Гейл був однокласником Джона Бардіна по інженерному коледжу при Вісконсинському університеті, тож мав змогу отримати до своїх послуг один із перших транзисторів та продемонструвати його своїм студентам. Це була одна з тих лекцій, які ніколи не забуваються. „Це вразило мене, наче атомна бомба“ — пригадував Нойс сорок років по тому». Дійсно, починаючи з липня 1948 р., Бардін та інші інженери з Bell Labs розіслали багато зразків транзистора до академічних інститутів, які про них попросили.
- 287 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1266; Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1411.
- 288 Інтерв'ю з Гордоном Муром у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013.
- 289 Інтерв'ю з Гордоном Муром, узяте автором.
- 290 Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 239.
- 291 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1469.
- 292 Інтерв'ю з Джейм Ластом у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013.
- 293 Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — Harper Business, 2014. — p. 107.
- 294 Інтерв'ю з Джейм Ластом у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013; Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1649; Riordan M., Hoddeson L. *Crystal Fire: The Invention of Transistor and the Birth of the Information Age* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1998. — p. 246.
- 295 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1641.
- 296 Shurkin J. *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley* / Joel Shurkin. — Macmillan, 2006. — p. 3118.
- 297 Інтерв'ю з Гордоном Муром, узяте автором.
- 298 Усноісторичне інтерв'ю з Арнольдом Бекманом, узяте Джеффри Л. Стеркію та Арнольдом Текреєм у *Chemical Heritage Foundation* 23 липня 1985 р.
- 299 Інтерв'ю з Гордоном Муром та Джейм Ластом у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013.
- 300 Інтерв'ю з Реджисом Маккенною та Майклом Мелоуном у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013.
- 301 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 1852; інтерв'ю з Артуром Роком, узяте автором.
- 302 Інтерв'ю з Артуром Роком, узяте автором.
- 303 Інтерв'ю з Артуром Роком у випуску *Silicon Valley* — PBS, 2013; інтерв'ю з Артуром Роком, узяте автором, та передані ним мені документи.

- 304 *Multifarious Sherman Fairchild* // *Fortune*. — May 1960; *Yankee Tinkerer (cover story on Sherman Fairchild)* // *Time*. — July 25, 1960.
- 305 Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, цей розділ спирається на праці Kilby J. *Turning Potentials into Realities* / Jack Kilby. — Nobel Prize lecture, Dec. 8, 2000; Kilby J. *Invention of the Integrated Circuit* / Jack Kilby // *IEEE Transactions on Electron Devices*. — July 1976; Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle).
- 306 *Jack Kilby, biographical essay*. — Nobel Prize organization, 2000.
- 307 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 954.
- 308 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 921.
- 309 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1138.
- 310 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p.2386. Нотатники з Fairchild зберігаються та виставлені у Музеї комп'ютерної історії у Маунтін-В'ю, штат Каліфорнія.
- 311 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 2515.
- 312 Усноісторичне інтерв'ю з Робертом Нойсом у IEEE.
- 313 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1336; усноісторичне інтерв'ю з Робертом Нойсом у IEEE.
- 314 Запис у журналі Роберта Нойса від 23 січня 1959, Музей комп'ютерної історії, Маунтін-В'ю, штат Каліфорнія. Знімок сторінки можна знайти за адресою: <http://www.computerhistory.org/atchm/the-relics-of-st-bob/>.
- 315 Kilby J. S. *Capacitor for Miniature Electronic Circuits or the Like* / J. S. Kilby. — Patent application US 3434015 A. — Feb 6, 1959; Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1464.
- 316 Noyce R. N. *Semiconductor Device-and-Lead Structure* / R. N. Noyce. — Patent application US 2981877 A. — July 30, 1959; Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1440.
- 317 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1611 і далі.
- 318 Справа «Нойс проти Кілбі», Апеляційний суд США з митних та патентних справ, 6 листопада 1969 р.
- 319 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 1648.
- 320 Усноісторичне інтерв'ю з Джеком Кілбі, взяте Артуром Л. Норбергом у Інституті імені Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті, 21 червня 1984 р.
- 321 Matsumoto C. *The Quiet Jack Kilby* / Craig Matsumoto // *Heavy Reading, Valley Wonk column*. — June 23, 2005.
- 322 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — pp. 3755, 3775; Kilby J. *Turning Potentials into Realities* / Jack Kilby. — Nobel Prize lecture, Dec. 8, 2000.
- 323 Ceruzzi p. *A History of Modern Computing* / Paul Ceruzzi. — MIT Press, 1998. — p. 187.
- 324 Ceruzzi p. *A History of Modern Computing* / Paul Ceruzzi. — MIT Press, 1998. — Ch. 6.
- 325 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — pp. 2363, 2443.
- 326 Noyce R. *Microelectronics* / Robert Noyce // *Scientific American*. — Sept. 1977.
- 327 Moore G. *Cramming More Components onto Integrated Circuits* / Gordon Moore // *Electronics*. — Apr. 1965.
- 328 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 3177.

- 329 Інтерв'ю з Гордоном Муром у випуску AmericanExperience: Silicon Valley» — PBS, 2013.
- 330 Інтерв'ю автора з Гордоном Муром.
- 331 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 3529.
- 332 Інтерв'ю автора з Артуром Роком.
- 333 Wilson J. *The New Venturers* / John Wilson. — Addison-Wesley, 1985. — Ch. 2.
- 334 Інтерв'ю автора з Артуром Роком; Kaplan D. *The Silicon Boys* / David Kaplan. — Morrow, 1999. — p. 165 і далі.
- 335 Інтерв'ю автора з Артуром Роком.
- 336 Інтерв'ю автора з Артуром Роком.
- 337 Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — HarperBusiness, 2014. — pp. 4, 8.
- 338 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 4393.
- 339 Grove A. *Swimming Across* / Andrew Grove. — Grand Central, 2001. — p. 2. Також цей розділ базується на авторових інтерв'ю та розмовах із Гроувом впродовж багатьох років та працях Ramo J. *Man of the Year: A Survivor's Tale* / Joshua Ramo // Time. — Dec. 29, 1977; Tedlow R. *Andy Grove* / Richard Tedlow. — Portfolio, 2006.
- 340 Tedlow R. *Andy Grove* / Richard Tedlow. — Portfolio, 2006. — p. 92.
- 341 Tedlow R. *Andy Grove* / Richard Tedlow. — Portfolio, 2006. — p. 96.
- 342 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 129.
- 343 Інтерв'ю з Енді Гроувом у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013.
- 344 Tedlow R. *Andy Grove* / Richard Tedlow. — Portfolio, 2006. — p. 74; усноісторичне інтерв'ю з Енді Гроувом, взяте Арнольдом Текреєм та Девідом Ч. Броком 14 липня та 1 вересня 2004 р. у Chemical Heritage Foundation.
- 345 Інтерв'ю автора з Артуром Роком.
- 346 Інтерв'ю з Майклом Мелуном у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013.
- 347 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 4400.
- 348 Інтерв'ю з Енн Бауерз у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013.
- 349 Інтерв'ю з Тедом Гоффом у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013.
- 350 Wolfe T. *The Tinkerings of Robert Noyce* / Tom Wolfe // Esquire. — Dec. 1983.
- 351 Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — HarperBusiness, 2014. — p.115.
- 352 Інтерв'ю автора з Гордоном Муром.
- 353 Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — HarperBusiness, 2014. — p. 130.
- 354 Інтерв'ю з Енн Бауерз у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013; Інтерв'ю автора з Енн Бауерз.
- 355 Reid T. R. *The Chip* / T. R. Reid. — Simon & Schuster, 1984. — p. 140; Malone M. *The Intel Trinity* / Michael Malone. — HarperBusiness, 2014. — p. 148.
- 356 Інтерв'ю з Тедом Гоффом у випуску American Experience: Silicon Valley — PBS, 2013.
- 357 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 4329.
- 358 Berlin L. *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* / Leslie Berlin. — Oxford, 2005. — p. 4720.
- 359 Hoefler D. *Silicon Valley USA* / Don Hoefler // Electronic News. — Jan. 11, 1971.

- 360 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 28 (сторінки вказано згідно з перевиданням на честь двадцятип'ятиріччя, O'Reilly, 2010). У цій класичній та впливовій книзі, яка починається з детального опису Клубу технічного залізничного моделювання при МІТ, Леві описує «хакерську етику», до якої входить таке: «Доступ до комп'ютерів — та всього іншого, що може навчити, як працює світ, — має бути необмежений та цілковитий. Завжди дотримуйтеся Практичного Імперативу!». На додачу до книги Леві та конкретних джерел, зазначених у примітках нижче, джерелами для написання цього розділу були автори інтерв'ю зі Стівом Расселом та Стюартом Брендом; усноісторичне інтерв'ю зі Стівом Расселом, взяте Елом Коссовом 9 серпня 2008 р. в Музеї комп'ютерної історії; Graetz J. M. *The Origins of Spacewar* / J. Martin Graetz // *Creative Computing*. — Aug. 1981; Brand S. *Spacewar* / Stewart Brand // *Rolling Stone*. — Dec. 7, 1972.
- 361 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 7.
- 362 Визначення хакерів з веб-сайту Клубу технічного залізничного моделювання (<http://tmrc.mit.edu/hackers-ref.html>).
- 363 Brand S. *Spacewar* / Stewart Brand // *Rolling Stone*. — Dec. 7, 1972.
- 364 Graetz J. M. *The Origins of Spacewar* / J. Martin Graetz // *Creative Computing*. — Aug. 1981.
- 365 Усноісторичне інтерв'ю зі Стівом Расселом у Музеї комп'ютерної історії; Graetz J. M. *The Origins of Spacewar* / J. Martin Graetz // *Creative Computing*. — Aug. 1981.
- 366 Авторове інтерв'ю зі Стівом Расселом.
- 367 Graetz J. M. *The Origins of Spacewar* / J. Martin Graetz // *Creative Computing*. — Aug. 1981.
- 368 Brand S. *Spacewar* / Stewart Brand // *Rolling Stone*. — Dec. 7, 1972.
- 369 Авторове інтерв'ю зі Стівом Расселом.
- 370 Джерела для написання цього розділу включають автори інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом, Елом Елкорном, Стівом Джобсом (для попередньої книги) та Стівом Возняком; Donovan T. *Replay: The Story of Video Games* / Tristan Donovan. — Yellow Ant, 2010 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Kent S. *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon* / Steven Kent. — Three Rivers, 2001; Cohen S. *Zap! The Rise and Fall of Atari* / Scott Cohen. — McGraw-Hill, 1984; Lowood H. *Videogames in Computer Space: The Complex History of Pong* / Henry Lowood // *IEEE Annals*. — July 2009; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Інтерв'ю з Елом Елкорном для *Retro Gaming Roundup*, травень 2011 р.; Інтерв'ю з Елом Елкорном, взяте Кемом Ші для *IGN*, 10 березня 2008 р.
- 371 Kent S. *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon* / Steven Kent. — Three Rivers, 2001. — p. 12.
- 372 Авторове інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 373 Виступ Нолана Бушнелла перед молодими підприємцями, Лос-Анджелес, 17 травня 2013 р. (нотатки автора).
- 374 Donovan T. *Replay: The Story of Video Games* / Tristan Donovan. — Yellow Ant, 2010. — p. 429.
- 375 Donovan T. *Replay: The Story of Video Games* / Tristan Donovan. — Yellow Ant, 2010. — p. 439.
- 376 Слова Едді Едлума, цит. за Kent S. *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon* / Steven Kent. — Three Rivers, 2001. — p. 42.
- 377 Kent S. *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon* / Steven Kent. — Three Rivers, 2001. — p. 45.
- 378 Авторове інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 379 Авторове інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 380 Авторове інтерв'ю з Елом Елкорном.

- 381 Donovan T. *Replay: The Story of Video Games* / Tristan Donovan. — Yellow Ant, 2010. — p. 520.
- 382 Авторів інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом та Елом Елкорном. В інших джерелах ця історія розповідається майже так само, подеколи з деякими прикрашуваннями.
- 383 Авторів інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 384 Виступ Нолана Бушнелла перед молодими підприємцями, Лос-Анджелес, 17 травня 2013 р. (нотатки автора).
- 385 Авторів інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 386 Donovan T. *Replay: The Story of Video Games* / Tristan Donovan. — Yellow Ant, 2010. — p. 664.
- 387 Авторів інтерв'ю з Ноланом Бушнеллом.
- 388 Перелік джерел для розділу про Веннівера Буша включає такі праці: Bush V. *Pieces of Action* / Vannevar Bush. — Morrow, 1970; Zachary p. *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century* / Pascal Zachary. — MIT, 1999; *Yankee Scientist* // Time cover story. — Apr. 3, 1944; Weisner J. *Vannevar Bush: A Biographical Memoir* / Jerome Weisner. — National Academy of Sciences, 1979; *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine* / James Nyce and Paul Kahn (eds). — Academic Press, 1992; Conant J. *Tuxedo Park* / Jennet Conant. — Simon & Schuster, 2002; усноісторичне інтерв'ю Веннівера Буша в Американському інституті фізики, 1964 р.
- 389 Weisner J. *Vannevar Bush: A Biographical Memoir* / Jerome Weisner. — National Academy of Sciences, 1979.
- 390 Zachary p. *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century* / Pascal Zachary. — MIT, 1999. — p. 23.
- 391 *Yankee Scientist* // Time cover story. — Apr. 3, 1944.
- 392 *Yankee Scientist* // Time cover story. — Apr. 3, 1944.
- 393 Bush V. *Pieces of Action* / Vannevar Bush. — Morrow, 1970. — p. 41.
- 394 Weisner J. *Vannevar Bush: A Biographical Memoir* / Jerome Weisner. — National Academy of Sciences, 1979.
- 395 Bush V. *Science, the Endless Frontier* / Bush V. — National Science Foundation, July 1945. — p. vii.
- 396 Bush V. *Science, the Endless Frontier* / Bush V. — National Science Foundation, July 1945. — p. 10.
- 397 Bush V. *Pieces of Action* / Vannevar Bush. — Morrow, 1970. — p. 65.
- 398 Kennedy J. V. *The Sources and Uses of U.S. Science Funding* / Joseph V. Kennedy // *The New Atlantis*. — Summer 2012.
- 399 Waldrop M. *The Dream Machine: J. C. R. Licklider and the Revolution That Made Computing Personal* / Mitchell Waldrop. — Penguin, 2001. — p. 470. До інших джерел, використаних при написанні цього розділу, також належать авторів інтерв'ю з Трейсі Ліклайдером (сином), Ларрі Робертсом та Бобом Тейлором; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998; усноісторичне інтерв'ю з Дж. К. Р. Ліклайдером, взяте Вільямом Еспреєм та Артуром Норбергом 28 жовтня 1988 р. в Інституті імені Чарльза Беббіджа, Міннесотський університет; інтерв'ю з Дж. К. Р. Ліклайдером, взяте Джеймсом Пелкі, «A History of Computer Communications», 28 червня 1988 р. (зібрані Пелкі матеріали доступні лише онлайн за адресою: <http://www.historyofcomputercommunications.info/index.html>); Fano R. M. *Joseph Carl Robnett Licklider 1915—1990, a Biographical Memoir* / Robert M. Fano. — National Academies Press, 1998.
- 400 Усноісторичне інтерв'ю Дж. К. Р. Ліклайдера у Інституті імені Чарльза Беббіджа.

- 401 Wiener N. *A Scientist's Dilemma in a Materialistic World* (1957) / Norbert Wiener // *Collected Works*. — vol. 4. — MIT, 1984. — p. 709.
- 402 Авторове інтерв'ю з Трейсі Ліклайдером.
- 403 Авторове інтерв'ю з Трейсі Ліклайдером.
- 404 Waldrop M. *The Dream Machine: J. C. R. Licklider and the Revolution That Made Computing Personal* / Mitchell Waldrop. — Penguin, 2001. — p. 237.
- 405 Taylor B. *In Memoriam: J. C. R. Licklider* / Bob Taylor. — Digital Equipment Corporation publication. — Aug. 7, 1990.
- 406 Інтерв'ю з Дж. К. Р. Ліклайдером, взяте Джоном Е. Н. Лі та Робертом Розином у рамках проекту «The Project MAC Interviews» // *IEEE Annals of the History of Computing*. — Apr. 1992.
- 407 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 408 Усноісторичне інтерв'ю Дж. К. Р. Ліклайдера в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 409 Licklider J. C. R. *Man-Computer Symbiosis* / J. C. R. Licklider // *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*. — Mar. 1960. — Mode of access: <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>.
- 410 *A Culture of Innovation: Insider Accounts of Computing and Life at BBN* / David Walden and Raymond Nickerson (eds). — privately printed at Harvard bookstore, 2011. — Mode of access: <http://walden-family.com/bbn/>.
- 411 Усноісторичне інтерв'ю Дж. К. Р. Ліклайдера в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 412 Licklider J. C. R. *Libraries of the Future* / J. C. R. Licklider. — MIT, 1965. — p. 53.
- 413 Licklider J. C. R. *Libraries of the Future* / J. C. R. Licklider. — MIT, 1965. — p. 4.
- 414 Adams S. *Firsthand Report* / Sherman Adams. — Harper, 1961. — p. 415; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 17.
- 415 Інтерв'ю з Джеймсом Кіліаном, *War and Peace* // WGBH. — Apr. 18, 1986; Killian J. *Sputnik, Scientists, and Eisenhower* / James Killian. — MIT, 1982. — p. 20.
- 416 Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006. — p. 108.
- 417 Усноісторичне інтерв'ю Дж. К. Р. Ліклайдера в Інституті імені Чарльза Беббіджа.
- 418 Інтерв'ю з Дж. К. Р. Ліклайдером, взяте Джеймсом Пелкі; також див. Pelkey J. *Entrepreneurial Capitalism and Innovation* / James Pelkey. — Mode of access: http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.1-IntergalacticNetwork_1962-1964.html#_ftn1.
- 419 Licklider J. C. R. *Memorandum for Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network* / J. C. R. Licklider. — ARPA. — Apr. 23, 1963. Див. також Licklider J. C. R., Clark W. *Online Man-Computer Communications* / J. C. R. Licklider and Welden Clark // *Proceedings of AIEE-IRE*. — Spring 1962.
- 420 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 421 Авторове інтерв'ю з Ларрі Робертсом.
- 422 Усноісторичне інтерв'ю з Бобом Тейлором у Музеї комп'ютерної історії, 2008 р.; авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 423 Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 536, 530 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle).
- 424 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 425 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.

- 426 Усноісторичне інтерв'ю з Робертом Тейлором у Музеї комп'ютерної історії; Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 86.
- 427 Найбільш повний опис цієї зустрічі наведено у Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 591. Див. також Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 1120; усноісторичне інтерв'ю Клейнрока у *How the Web Was Won* // Vanity Fair. — July 2008.
- 428 Інтерв'ю з Чарльзом Герцфельдом, узятє Андреу Веа, *Unknown History of the Internet*. — 2010. — Mode of access: <http://www.computer.org/comphistory/pubs/2010-11-vea.pdf>.
- 429 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 430 Авторове інтерв'ю з Ларрі Робертсом.
- 431 Авторове інтерв'ю з Ларрі Робертсом.
- 432 Як і оповідь про те, як Герцфельд дав гроші на ARPANET після двадцятихвилинної зустрічі, ця історія про вербування Тейлором Робертса у Вашингтон дуже відома. Вона базується на авторових інтерв'ю з Тейлором та Робертсом; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 667; Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 47; усноісторичному інтерв'ю з Бобом Тейлором у Музеї комп'ютерної історії; RobertsL. *The Arpanet and Computer Networks* / Larry Roberts // Proceedings of the ACM Conference on the History of Personal Workstations. — Jan. 9, 1986.
- 433 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 434 Там само.
- 435 Авторове інтерв'ю з Ларрі Робертсом.
- 436 Усноісторичне інтерв'ю з Ларрі Робертсом у Музеї комп'ютерної історії.
- 437 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 438 Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 1012; усноісторичне інтерв'ю з Ларрі Робертсом у Музеї комп'ютерної історії.
- 439 Усноісторичне інтерв'ю з Везом Кларком, взятє Джуді О'Ніл у Інституті імені Чарльза Біббіджа 3 травня 1990 р.
- 440 Існує кілька різних версій цієї історії, зокрема такі, згідно з якими то була поїздка на таксі. Боб Тейлор наполягає, що вони їхали орендованим ним автомобілем. Джерела: авторові інтерв'ю з Бобом Тейлором та Ларрі Робертсом; усноісторичне інтерв'ю з Робертом Тейлором, взятє Полом Макдженсом у Музеї комп'ютерної історії в жовтні 2008 р.; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 1054; Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 62.
- 441 Авторове інтерв'ю з Вінтом Серфом.
- 442 Baran p. *On Distributed Computer Networks* / Paul Baran // IEEE Transactions on Communications Systems. — Mar. 1964. Цей розділ про Берена спирається на: Naughton J. *A Brief History of the Future* / John Naughton. — Overlook, 2000. — Ch. 6; Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 314 і далі; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 723, 1119.
- 443 Інтерв'ю з Полом Береном, цит. за Pelkey J. *Entrepreneurial Capitalism and Innovation* / James Pelkey. — Mode of access: http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.4-Paul%20Baran-59-65.html#_ftn9.

- 444 Усноісторичне інтерв'ю Пола Берена у *How th eWeb Was Won* // Vanity Fair. — July 2008; інтерв'ю з Полом Береном, взяте Стюартом Брендом // Wired. — Mar. 2001; усноісторичне інтерв'ю з Полом Береном, узятє Девідом Гохфельдером 24 жовтня 1999 р. в Історичному центрі IEEE; Christensen C. *The Innovator's Dilemma* / Clayton Christensen. — Harper, 1997.
- 445 Davies D. *A Historical Study of the Beginnings of Packet Switching* / Donald Davies // Computer Journal. — British Computer Society, 2001; Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 558; авторове інтерв'ю з Ларрі Робертсом; Harris T. *Who Is the Father of the Internet? The Case for Donald Davies* / Trevor Harris. — Mode of access: <http://www.academia.edu>.
- 446 Авторове інтерв'ю з Леонардом Клейнроком; усноісторичне інтерв'ю з Леонардом Клейнроком, узятє Джоном Вардаласом в Історичному центрі IEEE 21 лютого 2004 року.
- 447 Авторове інтерв'ю з Леонардом Клейнроком.
- 448 Усноісторичне інтерв'ю з Клейнроком.
- 449 Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 34.
- 450 Авторів інтерв'ю з Клейнроком та Робертсом; див. також Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 1009; Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 53.
- 451 Kleinrock L. *Information Flow in Large Communications Nets* : proposal for a PhD thesis / Leonard Kleinrock. — MIT. — May 31, 1961. Див. також Kleinrock L. *Communication Nets: Stochastic Message Flow and Design* / Leonard Kleinrock. — McGraw-Hill, 1964.
- 452 Персональний веб-сайт Леонарда Клейнрока (<http://www.lk.cs.ukla.edu/index.html>).
- 453 Kleinrock L. *Memoirs of the Sixties* / Leonard Kleinrock // Salus p. *The ARPANET Sourcebook* / Peter Salus. — Peer-to-Peer, 2008. — p. 96.
- 454 Інтерв'ю Леонарда Клейнрока у *Computing Now*. — IEEE Computer Society, 1996. Цитата Клейнрока «Я був першим, хто розглянув вигравш швидкодії від використання пакетної комутації» взята з: Salus p. *Casting the Net* / Peter Salus. — Addison-Wesley, 1995. — p. 52.
- 455 Авторове інтерв'ю з Тейлором.
- 456 Авторове інтерв'ю з Клейнроком.
- 457 Davies D. *A Historical Study of the Beginnings of Packet Switching* / Donald Davies // Computer Journal. — British Computer Society, 2001.
- 458 McKenzie A. *Comments on Dr. Leonard Kleinrock's Claim to Be 'the Father of Modern Data Networking'* / Alex McKenzie. — Aug. 16, 2009. — Mode of access: <http://alexmckenzie.weebly.com/comments-on-kleinrocks-claims.html>.
- 459 Hafner K. *A Paternity Dispute Divides Net Pioneers* / Katie Hafner // New York Times. — Nov. 8, 2001; Earnest L. *Birthing the Internet* / Les Earnest // New York Times. — Nov. 22, 2001. Ернест мінімізує різницю між системою з «проміжним накопиченням» та «пакетнокомутованою» системою.
- 460 Kleinrock L. *Principles and Lessons in Packet Communications* / Leonard Kleinrock // Proceedings of the IEEE. — Nov. 1978.
- 461 Усноісторичне інтерв'ю з Клейнроком в Інституті імені Чарльза Беббіджа від 3 квітня 1990 р.
- 462 Kleinrock L. *On Resource Sharing in a Distributed Communication Environment* / Leonard Kleinrock // IEEE Communications Magazine. — May 2002. Знайшовся лояліст, який підтримував претензії Клейнрока: його давній друг, напарник із відвідин казино та колега Ларрі Робертс. «Якщо прочитати Ленову книгу 1964 року, то стане очевидно, що він розбиває файли на унітарні повідомлення», — говорив мені Робертс 2014 року. Проте, як і Клейнрок, раніше Робертс віддавав пальму першості у винайденні пакетної комутації Берену.

- 1978 року Робертс писав: «Першим опублікованим описом того, що ми зараз називаємо пакетною комутацією, було 11-томне дослідження On Distributed Communications, підготоване Полом Береном з RAND Corporation у серпні 1964 р.». Див. Roberts L. *The Evolution of Packet Switching* / Lawrence Roberts // Proceedings of the IEEE. — Nov. 1978.
- 463 Усноісторичне інтерв'ю з Полом Береном у *How the Web Was Won* // Vanity Fair. — July 2008.
- 464 Інтерв'ю з Полом Береном, узятє Стюартом Брендом // Wired. — Mar. 2001.
- 465 Baran p. *Introduction to Distributed Communications Networks* / Paul Baran. — RAND, 1964. — Mode of access: http://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM3420/RM3420-chapter1.html.
- 466 Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 70.
- 467 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором. Тоді я був членом редколегії Time і пам'ятаю ту дискусію.
- 468 Waldrop M. *The Dream Machine* / Mitchell Waldrop. — Viking, 2001. — p. 279.
- 469 Lukasik S. *Why the ARPANET Was Built* / Stephen Lukasik // IEEE Annals of the History of Computing. — Mar. 2011; усноісторичне інтерв'ю зі Стівеном Лукасиком, взятє Джуді О'Ніл в Інституті імені Чарльза Беббіджа 17 жовтня 1991 р.
- 470 Herzfeld C. *On ARPANET and Computers* / Charles Herzfeld. — undated. — Mode of access: http://inventors.about.com/library/inventors/bl_Charles_Herzfeld.htm.
- 471 *A Brief History of the Internet* // Internet Society. — Oct. 15, 2012. — Mode of access: <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet/>
- 472 *NSFNET: A Partnership for High-Speed Networking: Final Report*. — 1995. — Mode of access: http://www.merit.edu/documents/pdf/nsfnet/nsfnet_report.pdf.
- 473 Авторове інтерв'ю зі Стівом Крокером.
- 474 Авторове інтерв'ю з Леонардом Клейнроком.
- 475 Авторове інтерв'ю з Робертом Тейлором.
- 476 Авторове інтерв'ю з Вінтом Серфом; Perlman R. *Network Layer Protocols with Byzantine Robustness*; PhD dissertation / Radia Joy Perlman. — MIT, 1988. — Mode of access: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/14403>.
- 477 Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 180.
- 478 Авторове інтерв'ю з Тейлором.
- 479 Інтерв'ю з Ларрі Робертсом, взятє Джеймсом Пелкі (http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.9-BoltBeranekNewman-WinningBid-68%20.html#_ftn26).
- 480 Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 1506 і далі.
- 481 Pelkey J. *A History of Computer Communications* / James Pelkey. — Chapter 2.9. — Mode of access: <http://www.historyofcomputercommunications.info/index.html>; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 1528.
- 482 Історія «Прохань прокоментувати» Стіва Крокера розповідалась у численних варіаціях. Цей варіант ґрунтується на моїх інтерв'ю зі Стівом Крокером, Вінтом Серфом, Леонардом Клейнроком; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 2192 і далі; Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 1330 і далі; усноісторичному інтерв'ю Стіва Крокера, взятому Джуді Е. О'Ніл 24 жовтня 1991 р. в Інституті імені Чарльза Беббіджа при Міннесотському університеті; Crocker S. *How the Internet Got Its Rules* / Stephen Crocker //

- New York Times. — Apr. 6, 2009; Metz C. *Meet the Man Who Invented the Instructions for the Internet* / Cade Metz // Wired. — May 18, 2012; Crocker S. *The Origins of RFCs* / Steve Crocker // The Request for Comments Guide. — RFC 1000. — Aug. 1987. — Mode of access: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1000/txt>; Crocker S. *The First Pebble: Publication of RFC 1* / Steve Crocker // RFC 2555. — Apr. 7, 1999.
- 483 Авторове інтерв'ю зі Стівом Крокером.
- 484 Crocker S. *How the Internet Got Its Rules* / Stephen Crocker // New York Times. — Apr. 6, 2009.
- 485 Crocker S. *Host Software* / Stephen Crocker // RFC 1. — Apr. 7, 1969. — Mode of access: <http://tools.ietf.org/html/rfc1>.
- 486 Crocker S. *How the Internet Got Its Rules* / Stephen Crocker // New York Times. — Apr. 6, 2009.
- 487 Cerf V. *The Great Conversation* / Vint Cerf // RFC 2555. — Apr. 7, 1999. — Mode of access: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2555.txt>.
- 488 *The IMP Log: October 1969 to April 1970*. — Kleinrock Center for Internet Studies, UCLA. — Mode of access: <http://internethistory.ucla.edu/the-imp-log-october-1969-to-april-1970/>; Segaller S. *Nerds 2.0.1* / Stephen Segaller. — TV Books, 1998. — p. 92; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 2336.
- 489 Усноісторичне інтерв'ю з Вінтом Серфом, узятє Деніелом Морроу 21 листопада 2001 р. в рамках програми Computerworld Honors Program; Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 2070 і далі; Abbate J. *Inventing the Internet* / Janet Abbate. — MIT, 1999. — p. 127 і далі.
- 490 Усноісторичне інтерв'ю з Вінтом Серфом для Computerworld.
- 491 Усноісторичне інтерв'ю Роберта Кана, взятє Майклом Гезеловіцем 17 лютого 2004 р. в Історичному центрі IEEE.
- 492 Усноісторичне інтерв'ю Вінта Серфа, взятє Джуді О'Ніл 24 квітня 1990 р. в Інституті імені Чарльза Бєббіджа; Cerf V. *How the Internet Came To Be* / Vint Cerf. — Nov. 1993. — Mode of access: <http://www.netvalley.com/archives/mirrors/cerf-how-inet.html>.
- 493 Усноісторичне інтерв'ю Роберта Кана, взятє Девідом Еллісоном 20 квітня 1995 р. в рамках програми Computerworld Honors Program.
- 494 *The Poems* // RFC 1121. — Sept. 1989.
- 495 Авторове інтерв'ю з Вінтом Серфом.
- 496 Hafner K., Lyon M. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet* / Katie Hafner and Matthew Lyon. — Simon & Schuster, 1998. — p. 1163.
- 497 Clark D. D. *A Cloudy Crystal Ball* / David D. Clark. — MIT Laboratory for Computer Science. — July 1992. — Mode of access: http://groups.csail.mit.edu/ana/People/DDC/future_ietf_92.pdf.
- 498 Licklider J. C. R., Taylor R. *The Computer as a Communication Device* / J. C. R. Licklider and Robert Taylor // Science and Technology. — Apr. 1968.
- 499 Bush V. *As We May Think* / Vannevar Bush // Atlantic. — July 1945.
- 500 Дейв Ал, який був присутній на тій зустрічі, говорив: «Приймати рішення випало Кену Ольсену. Я ніколи не забуду його доленосних слів: „Я не бачу жодної причини комусь хотіти мати власний комп'ютер“» (Anderson J. *Dave Tells Ahl* / John Anderson // Creative Computing. — Nov. 1984). Матеріали на захист Ольсена див. за посиланням: <http://www.spores.com/quotes/kenolsen.asp>, проте ця стаття не спростовує твердження Ала, що Ольсен зробив цю заяву під час обговорення зі своїми підлеглими питання розробки персональної версії PDP-8.

- 501 1995 року Стюарт Бранд на моє прохання написав есе для Time за назвою «Ми всім зобов'язані хіпі». У ньому підкреслювалася роль контркультури в народженні персонально-комп'ютера. Також цей розділ спирається на п'ять широковідомих та повчальних книжок про внесок контркультури у формування персонально-комп'ютерної революції: Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984 (сторінки вказано згідно з перевиданням на честь двадцятип'ятиріччя, O'Reilly, 2010); Freiberger P., Swaine M. *Firein the Valley* / Paul Freiberger and Michael Swaine. — Osborne, 1984; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Turner F. *From Counter culture to Cyber culture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006; Roszak T. *From Satorito Silicon Valley* / Theodore Roszak. — Don't Call It Frisco Press, 1986.
- 502 Пост-реакція Лайзи Луп на краудсорсний чорновий варіант книги на Medium та її електронний лист до мене, 2013 р.
- 503 Пост-реакція Лі Фельзенштейна на краудсорсний чорновий варіант книги на Medium, 2013 р. Див. також *More Than Just Digital Quilting* // Economist. — Dec. 3, 2011; Sherrow V. *Huskings, Quiltings, and Barn Raisings: Work-Play Partiesin Early America* / Victoria Sherrow. — Walker, 1992.
- 504 Афіші та програмки «кислотних випробувань» цит. за Lesh p. *The Acid Test Chronicles* / Phil Lesh. — Mode of access: <http://www.postertrip.com/public/5586.cfm>; Wolfe T. *The Electric Kool-Aid Acid Test* / Tom Wolfe. — Farrar, Straus and Giroux, 1987. — p. 251 і далі.
- 505 Mumford L. *Myth of the Machine* / Lewis Mumford. — Harcourt, Brace, 1967. — p. 3 (цит. за Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006. — p. 29).
- 506 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 165.
- 507 Reich C. *The Greening of America* / Charles Reich. — Random House, 1970. — p. 5.
- 508 Авторове інтерв'ю з Кеном Гоффманом а. к. а. R. U. Sirius; Dery M. *Escape Velocity: Cyberculture at the End of the Century* / Mark Dery. — Grove, 1966. — p. 22; Leary T. *Cyberpunks CyberFreedom* / Timothy Leary. — Ronin, 2008. — p. 170.
- 509 Вперше надруковано обмеженим накладом видавництвом Communication Company, Сан-Франциско, 1967 р.
- 510 Стаття Бранда вийшла у спеціальному випуску Time за березень 1995 р., присвяченому «Кіберпростору», яка була продовженням заголовної статті Філа Елмера-Девітта «Кіберпанки», що вийшла у Time 8 лютого 1993 р. і також вивчала контркультурні впливи, що оточують комп'ютер, онлайніві служби на зразок The WELL та інтернет.
- 511 Цей розділ базується на авторових інтерв'ю зі Стюартом Брандом; Brand S. *Whole Earth' Origin* / Stewart Brand. — 1976. — Mode of access: http://sb.longnow.org/SB_homepage/WholeEarth_buton.html; Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. Книга Тернера присвячена саме Бранду.
- 512 Авторове інтерв'ю зі Стюартом Брандом; публічні коментарі Стюарта Бранда до чорнового варіанта розділу, викладеного на Medium.com.
- 513 Brand S. *Spacewar: Fanatic Life and Symbolic Death among the Computer Bums* / Stewart Brand // Rolling Stone. — Dec. 7, 1972.
- 514 Коментарі Стюарта Бранда до краудсорсного чорнового варіанта книги на Medium; Авторіві інтерв'ю зі Стюартом Брандом та його листування з автором, 2013 р.; афіша та програмки «Фестивалю приходів», доступні за посиланнями: <http://www.postertrip.com/public/5577.cfm>; http://www.lysergia.com/MerryPranksters/MerryPranksters_post.htm;

- Wolfe T. *The Electric Kool-Aid Acid Test* / Tom Wolfe. — Farrar, Straus and Giroux, 1987. — p. 259.
- 515 Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006. — p. 67.
- 516 Авторове інтерв'ю зі Стюартом Брандом; Brand S. *Whole Earth' Origin* / Stewart Brand. — 1976. — Mode of access: http://sb.longnow.org/SB_homepage/WholeEarth_buton.html.
- 517 Brand S. *Whole Earth' Origin* / Stewart Brand. — 1976. — Mode of access: http://sb.longnow.org/SB_homepage/WholeEarth_buton.html; авторове інтерв'ю зі Стюартом Брандом.
- 518 *Whole Earth Catalog*. — Fall 1968. — Mode of access: <http://www.wholeearth.com/>.
- 519 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 520 Найкраще історія Енгельбарта викладена у Bardini T. *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing* / Thierry Bardini. — Stanford, 2000. Також цей розділ спирається на усноісторичне інтерв'ю з Дугласом Енгельбартом (чотири сеанси), взяте Джуді Адамз та Генрі Ловудом у Стенфорді (<http://www-sul.stanford.edu/depts/hasrg/histsci/ssvoral/engelbart/start1.html>); усноісторичне інтерв'ю з Дугласом Енгельбартом, узятє Джоном Еклундом у Смітсонівському інституті 4 травня 1994 р.; Engelbart C. *A Lifetime Purist* — біографічний нарис, написаний 1986 р. його дочкою (<http://www.doungengelbart.org/history/engelbart.html#10a>); *Tribute to Doug Engelbart* — серія спогадів його колег та друзів (<http://tribute2doug.wordpress.com/>); інтерв'ю з Дугласом Енгельбартом у Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009 (також доступно за адресою: <http://engelbartbookdialogues.wordpress.com/>); «Архіви Дара Енгельбарта» (містять велику кількість відео та інтерв'ю, доступні за адресою: <http://doungengelbart.org/library/engelbart-archives.html>); Barnes S. *Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing* / Susan Barnes // IEEE Annals of the History of Computing. — July 1997; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 417; Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006. — p. 110; Bardini T. *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing* / Thierry Bardini. — Stanford, 2000. — p. 138.
- 521 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 1, 19 грудня 1986 р.
- 522 Стаття у Life від 10 вересня 1945 р. містила велику кількість ескізів запропонованого мексика (також у цьому номері були опубліковані фотографії аерофотозйомки Хіросими після атомного бомбардування).
- 523 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Смітсонівський ін-т, 1994 р.
- 524 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 1, 19 грудня 1986 р.
- 525 Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009.
- 526 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 1, 19 грудня 1986 р.
- 527 Цитата взята з Lindgren N. *Toward the Decentralized Intellectual Workshop* / Nilo Lindgren // Innovation. — Sept. 1971, цит. за Rheingold H. *Tools for Thought* / Howard Rheingold. — MIT, 2000. — p. 178. Див. також Levy S. *Insanely Great* / Steven Levy. — Viking, 1994. — p. 36.
- 528 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 3, 4 березня 1987 р.
- 529 Engelbart D. *Augmenting Human Intellect* (prepared for the director of Information Sciences) / Douglas Engelbart. — Air Force Office of Scientific Research. — Oct. 1962.

- 530 Лист Дугласа Енгельбарта Венніверу Бушу від 24 травня 1962 р. Симпозіум Веннівера Буша у МІТ/Браунівському ун-ті, архіви (<http://www.doungengelbart.org/events/vannevar-bush-symposium.html>).
- 531 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 2, 14 січня 1987 р.
- 532 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 533 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 3, 4 березня 1987 р.
- 534 *Engelbart on the Mouse and Keyset* // Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009; English W., Engelbart D., Berman M. *Display Selection Techniques for Text Manipulation* / William English, Doug Engelbart, and Melvyn Berman // IEEE Transactions on Human-Factors in Electronics. — Mar. 1967.
- 535 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 3, 4 березня 1987 р.
- 536 *Mother of All Demos* // Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009.
- 537 Відео з «Матері всіх демопоказів» можна подивитися за посиланням: <http://sloan.stanford.edu/MouseSite/1968Demo.html@complete>. Також цей розділ спирається на *Mother of All Demos* // Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009.
- 538 Rheingold H. *Tools for Thought* / Howard Rheingold. — MIT, 2000. — р. 190.
- 539 Авторове інтерв'ю зі Стюартом Брандом; відео з «Матері всіх демопоказів».
- 540 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — р. 2734. Джон Марков знайшов репортажі з демопоказу Леза Ернеста у Стенфордському архіві мікроплівок. Книга Маркова містить хороший аналіз різниці між доповненим інтелектом та штучним інтелектом.
- 541 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — р. 2838.
- 542 Авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм. Кей прочитав розділи цієї книги, надав коментарі та вніс правки. Також цей розділ спирається на: Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993; Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — Ch. 6 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle).
- 543 Авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм; *Reflections by Fellow Pioneers* // Landau V., Clegg E. *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart* / Valerie Landau and Eileen Clegg. — Next Press, 2009; промова Алана Кея на урочистостях на честь тридцятої річниці «Матері всіх демопоказів» (доступно в інтернет-архіві: https://archive.org/details/XD1902_1EngelbartsUnfinishedRev30AnnSes2). Також див. Spinrad P. *The Prophet of Menlo Park* / Paul Spinrad. — Mode of access: http://coe.berkeley.edu/news-center/publications/forefront/archive/copy_of_forefront-fall-2008/features/the-prophet-of-menlo-park-douglas-engelbart-carries-on-his-vision. Прочитавши чорновий варіант цього розділу, Алан Кей зробив зрозумілими деякі речі, сказані ним у ході попередніх виступів та інтерв'ю, і, спираючись на його пропозиції, я відкоригував деякі з його цитат.
- 544 Lazere C. *Alan C. Kay: A Clear Romantic Vision* / Cathy Lazere. — 1994. — Mode of access: <http://www.cs.nyu.edu/courses/fall04/G22.2110-001/kaymini.pdf>.
- 545 Авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм. Також див. Kay A. *The Center of Why* / Alan Kay. — Kyoto Prize lecture. — Nov. 11, 2004.
- 546 Авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм; Sutherland I. *Sketchpad: PhD dissertation* / Ivan Sutherland. — MIT, 1963; Rheingold H. *Inventing the Future with Alan Kay* / Howard Rheingold. — The WELL. — Mode of access: <http://www.well.com/user/hlr/tests/Alan%20Kay>.

- 547 Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 1895; авторове електронне листування з Аланом Кеєм.
- 548 Промова Алана Кея на урочистостях на честь тридцятої річниці «Матері всіх демопоказів»; Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993.
- 549 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993.
- 550 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993 (включно з усіма цитатами з попередніх абзаців).
- 551 Mc Carthy J. *The Home Information Terminal — A 1970 View* / John McCarthy. — June 1, 2000. — Mode of access: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/hoter2.pdf>.
- 552 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 4535.
- 553 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 2381.
- 554 Окрім джерел, зазначених у примітках нижче, та зазначених вище праць Hiltzik M. *Dealers of Lightning* та Kay A. *The Early History of Smalltalk*, цей розділ спирається на: Smith D., Alexander R. *Fumbling the Future: How Xerox Invented, Then Ignored, the First Personal Computer* / Douglas Smith and Robert Alexander. — Morrow, 1988, а також авторів інтерв'ю з Аланом Кеєм, Бобом Тейлором та Джоном Сілі Брауном.
- 555 Thacker C. p. *Personal Distributed Computing: The Alto and Ethernet Hardware* / Charles p. Thacker // ACM Conference on History of Personal Workstations, 1986. Також див. Lampson B. W. *Personal Distributed Computing: The Alto and Ethernet Hardware* / Butler W. Lampson // ACM Conference on History of Personal Workstations, 1986. Обидві ці статті з однаковими назвами можна знайти за адресою: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/blampson/38-AltoSoftware/Abstract.html>.
- 556 *Collective Genius: The Art and Practice of Leading Innovation* / Linda Hill, Greg Brandeau, Emily Truelove, and Kent Linebeck. — Harvard Business Review Press, 2014; Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 2764; авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 557 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 558 Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — pp. 1973, 2405.
- 559 Brand S. *Spacewar: Fanatic Life and Symbolic Death among the Computer Bums* / Stewart Brand // Rolling Stone. — Dec. 7, 1972.
- 560 Kay A. *Microelectronics and the Personal Computer* / Alan Kay // Scientific American. — Sept. 1977.
- 561 Kay A. *A Personal Computer for Children of All Ages* / Alan Kay // Proceedings of the ACM Annual Conference. — 1972. Машинописний текст його роботи доступний за адресою: <http://www.mprove.de/diplom/gui/Kay72a.pdf>.
- 562 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993; авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм.
- 563 Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 3069.
- 564 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993; Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 3102.
- 565 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993; авторове інтерв'ю з Аланом Кеєм.
- 566 Kay A. *The Early History of Smalltalk* / Alan Kay // ACM SIGPLAN Notices. — Mar. 1993 (див. розділ IV The First Real Smalltalk); авторів інтерв'ю з Аланом Кеєм та Бобом Тейлором; Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 3128; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 3940; Lampson B. *Why Alto?* / Butler

- Lamson. — Xerox interoffice memo. — Dec. 19, 1972. — Mode of access: <http://www.digibarn.com/friends/butler-lamson/>.
- 567 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором; Thacker C. p. *Personal Distributed Computing: The Alto and Ethernet Hardware* / Charles p. Thacker // ACM Conference on History of Personal Workstations, 1986.
- 568 Усноісторичне інтерв'ю Дугласа Енгельбарта, Стенфорд, інтерв'ю 4, 1 квітня 1987 р.
- 569 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором.
- 570 Інтерв'ю з Аланом Кеєм, узятє Кейт Кейн // *Perspectives on Business Innovation*. — May 2002.
- 571 Дискусія Джона Маркова з Бобом Тейлором, Техаський ун-т, 17 вересня 2009 р. (<http://transcriptvids.com/v/jvbGAPJSDJI.html>).
- 572 Авторове інтерв'ю з Бобом Тейлором; Hiltzik M. *Dealers of Lightning* / Michael Hiltzik. — Harper, 1999. — p. 4834.
- 573 Історія Фреда Мура детально висвітлена у Levy S. *Hackers* та Markoff J. *What the Dormouse Said*.
- 574 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 575 Відео з прощальної вечірки на честь закриття «Каталога усієї Землі» (<http://mediaburn.org/video/aspects-of-demise-the-whole-earth-demise-party-2>); Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 197; авторове інтерв'ю зі Стюартом Брандом; Brand S. *Demise Party, etc.* / Stewart Brand. — Mode of access: <http://www.wholeearth.com/issue/1180/article/321/history-.demise.party.etc>.
- 576 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 3335.
- 577 Окрім джерел, щойноззначених у примітках, див. Albright T., Moore C. *The Last Twelve Hours of the Whole Earth* / Thomas Albright and Charles Moore // *Rolling Stone*. — July 8, 1971; Lopez B. *Whole Earth's Suicide Party* / Barry Lopez // *Washington Post*. — June 14, 1971.
- 578 Авторове інтерв'ю з Бобом Елбрехтом; надані мені нотатки Елбрехта.
- 579 Архів People's Computer Company та пов'язаних із ним бюлетенів: <http://www.digibarn.com/collections/newsletters/peoples-computer/>.
- 580 Авторове інтерв'ю з Бобом Елбрехтом.
- 581 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном. Також цей розділ базується на неопублікованих мемуарах Фельзенштейна з 17 розділів, які він мені надав; статтях Фельзенштейна *Tom Swift Lives!* та *Convivial Designy* People's Computer Company; його статті *My Path Through the Free Speech Movement and Beyond* від 22 лютого 2005 р., яку він мені надав; автобіографічних есе, опублікованих ним на <http://www.leefelsenstein.com/>; Freiburger P., Swaine M. *Fire in the Valley* / Paul Freiburger and Michael Swaine. — Osborne, 1984. — pp. 99—102; Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 153 і далі; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 4375 і далі.
- 582 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 583 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном; Felsenstein L. *Philadelphia 1945—1963* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/?page_id=16; усноісторичне інтерв'ю з Лі Фельзенштейном, узятє Кіпом Крозбі 7 травня 2008 р. у Музеї комп'ютерної історії.
- 584 Felsenstein L. *My Path Through the Free Speech Movement and Beyond* / Lee Felsenstein. — Feb. 22, 2005.
- 585 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 586 Felsenstein L. *My Path Through the Free Speech Movement and Beyond* / Lee Felsenstein. — Feb. 22, 2005.

- 587 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном; неопубліковані мемуари Фельзенштейна.
- 588 Надані мені неопубліковані мемуари Фельзенштейна містять цілий розділ, присвячений інциденту з поліційною рацією.
- 589 Felsenstein L. *My Path Through the Free Speech Movement and Beyond* / Lee Felsenstein. — Feb. 22, 2005.
- 590 Felsenstein L. *Explorations of the Underground* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/?page_id=50.
- 591 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 592 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном; неопубліковані мемуари Фельзенштейна.
- 593 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 594 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 160.
- 595 Colstad K., Lipkin E. *Community Memory: A Public Information Network* / Ken Colstad and Efreim Lipkin // ACM SIGCAS Computers and Society. — Dec. 1975. Архів Resource One Newsletter доступний за адресою: <http://www.well.com/~szpak/cm/index.html>.
- 596 Schuler D. *Community Networks: Building a New Participatory Medium* / Doug Schuler // Communications of the ACM. — Jan. 1994. Також див. рекламну листівку «Громадської пам'яті» на The Well (<http://www.well.com/~szpak/cm/cmflyer.html>): «Маємо до наших послуг могутнє знаряддя — справжнього джина»).
- 597 R. U. Sirius, St. Jude *How to Mutate and Take Over The World* / R. U. Sirius and St. Jude. — Ballantine, 1996; Isaacson B. *St. Jude* : undergraduate thesis / Betsy Isaacson. — Harvard University, 2012.
- 598 Felsenstein L. *Resource One/Community Memory* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/?page_id=44.
- 599 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном; Felsenstein L. *Resource One/Community Memory* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/?page_id=44.
- 600 Illich I. *Tools for Conviviality* / Ivan Illich. — Harper, 1973. — p. 17.
- 601 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 602 Felsenstein L. *The Maker Movement — Looks Like Revolution to Me* / Lee Felsenstein. — Speech at Bay Area Maker Faire. — May 18, 2013. Також див. Morozov E. *Making It* / Evgeny Morozov // New Yorker. — Jan. 13, 2014.
- 603 Felsenstein L. *Tom Swift Terminal, or a Convivial Cybernetic Device* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/wp-content/uploads/2013/01/TST_scan_150.pdf; Felsenstein L. *Social Media Technology* / Lee Felsenstein. — Mode of access: http://www.leefelsenstein.com/?page_id=125.
- 604 Бюлетень Кустарного комп'ютерного клубу № 1, DigiBarn Computer Museum (http://www.digibarn.com/collections/newsletters/homebrew/V1_01); Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 167.
- 605 Коментарі Лі Фельзенштейна до краудсорсного чорнового варіанта книги на Medium.com від 20 грудня 2013 р. Немає ніяких доказів того, що якийсь із персональних пілотів Ейзенгавера робив операцію зі зміни статі.
- 606 Цей розділ спирається на інтерв'ю з Едом Робертсом, узятим Артом Зальзбергом // Modern Electronics, Oct. 1984; інтерв'ю з Едом Робертсом, узятим Девідом Грілішем // Historically Brewed Magazine, 1995; Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 186 і далі; Mims F. M., III *The Altair Story: Early Days at MITS* / Forrest M. Mims III // Creative Computing, Nov. 1984; Freiburger P., Swaine M. *Fire in the Valley* / Paul Freiburger and Michael Swaine. — Osborne, 1984. — p. 35 і далі.

- 607 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 186.
- 608 Mims F. M., III *The Altair Story: Early Day sat MITS* / Forrest M. Mims III // Creative Computing, Nov. 1984.
- 609 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 187.
- 610 Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 187.
- 611 Solomon L. *Solomon's Memory* / Les Solomon // Atari Archives. — Mode of access: http://www.atariarchives.org/deli/solomons_memory.php; Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 189 і далі; Mims F. M., III *The Altair Story: Early Day sat MITS* / Forrest M. Mims III // Creative Computing, Nov. 1984.
- 612 Roberts H. E., Yates W. *Altair 8800 Minicomputer* / H. Edward Roberts and William Yates // Popular Electronics. — Jan. 1975.
- 613 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 614 Riordan M., Hoddeson L. *Chrystal Fire* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson // IEEE SCS News. — Spring 2007 (адаптовано з Riordan M., Hoddeson L. *Chrystal Fire* / Michael Riordan and Lillian Hoddeson. — Norton, 1977).
- 615 Авторів інтерв'ю з Лі Фельзенштейном, Стівом Возняком, Стівом Джобсом та Бобом Елбрехтом. Також цей розділ спирається на розповідь про створення Кустарного комп'ютерного клубу у Wozniak S. *iWoz* / Steve Wozniak / Norton, 2006; Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 4493 і далі; Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 201 і далі; Freiburger P., Swaine M. *Fire in the Valley* / Paul Freiburger and Michael Swaine. — Osborne, 1984. — p. 109 і далі; Wozniak S. *Homebrew and How the Apple Came to Be* / Steve Wozniak. — Mode of access: http://www.atariarchives.org/deli/homebrew_and_how_the_apple.php; експозицію архівів Кустарного комп'ютерного клубу в Музеї комп'ютерної історії; архіви бюлетенів Кустарного комп'ютерного клубу (<http://www.digibarn.com/collections/newsletter/homebrew/>); Lash B. *Memoir of a Homebrew Computer Club Member* / Bob Lash. — Mode of access: <http://www.bambi.net/bob/homebrew.html>.
- 616 Dompier S. *Music of a Sort* / Steve Dompier // Peoples Computer Company. — May 1975. Також див. Freiburger P., Swaine M. *Fire in the Valley* / Paul Freiburger and Michael Swaine. — Osborne, 1984. — p. 129; Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 204. Код Домп'єра доступний за адресою: http://kevin.driscoll.org/projects/ccswg2012/fool_on_a_hill.html.
- 617 Gates B. *Software Contest Winners Announced* / Bill Gates // Computer Notes. — July 1975.
- 618 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 129 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle). Також цей розділ спирається на: формальне інтерв'ю 2013 року та інші мої бесіди з Біллом Гейтсом; час, проведений мною з ним, його батьком та колегами в рамках підготовки до написання заголовної статті «У пошуках справжнього Білла Гейтса» (In Search of the Real Bill Gates) для номера Time від 13 січня 1997 р.; електронні листи від Білла Гейтса-старшого; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992; усноісторичне інтерв'ю з Біллом Гейтсом, узятє Марком Дікісоном для Henry Ford Innovation Series 30 червня 2009 р.; інтерв'ю з Біллом Гейтсом, узятє Девідом Еллісоном у Смітсонівському інституті у квітні 1995 р. та інші неpubлічні усноісторичні інтерв'ю, надані Біллом Гейтсом.
- 619 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 38.

- 620 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 1069.
- 621 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом. Див. також усноісторичне інтерв'ю Білла Гейтса для Henry Ford Innovation Series».
- 622 Isaacson W. *In Search of the Real Bill Gates* / Walter Isaacson // Time. — Jan. 13, 1997.
- 623 Isaacson W. *In Search of the Real Bill Gates* / Walter Isaacson // Time. — Jan. 13, 1997.
- 624 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом-старшим.
- 625 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 715.
- 626 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом-старшим. Закон гласить: «Скаут — надійний, вірний, послужливий, дружній, ввічливий, добрий, слухняний, веселий, ошадливий, сміливий, чистий та шанобливий».
- 627 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — pp. 583, 659.
- 628 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом-старшим.
- 629 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 21.
- 630 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 631 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 502.
- 632 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 25.
- 633 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 511.
- 634 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 26.
- 635 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 751.
- 636 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Isaacson W. *In Search of the Real Bill Gates* / Walter Isaacson // Time. — Jan. 13, 1997.
- 637 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом (також зустрічається в інших усноісторичних інтерв'ю).
- 638 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 924.
- 639 Авторів інтерв'ю з Біллом Гейтсом та Біллом Гейтсом-старшим.
- 640 Авторове інтерв'ю зі Стівом Расселом.
- 641 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 31.
- 642 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 643 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 616; авторів інтерв'ю зі Стівом Расселом та Біллом Гейтсом.
- 644 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 645 Freiberger P., Swaine M. *Fire in the Valley* / Paul Freiberger and Michael Swine. — Osborne, 1984. — p. 21; авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 35.
- 646 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 719.
- 647 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 42.
- 648 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Isaacson W. *In Search of the Real Bill Gates* / Walter Isaacson // Time. — Jan. 13, 1997.
- 649 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; усноісторичне інтерв'ю з Біллом Гейтсом, узятє Ларрі Коеном та Брентом Шлендером, надане мені Біллом Гейтсом.
- 650 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 43.
- 651 Авторів інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 652 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 811.
- 653 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 43.
- 654 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 101.

- 655 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 849.
- 656 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 860.
- 657 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — р. 45; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 458.
- 658 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 1445; Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 917; авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 659 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 942.
- 660 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 661 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 969.
- 662 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — р. 55. Попередню версію цього розділу було надруковано у Harvard Gazette, а поточна версія відображає коментарі та виправлення Гейтса та інших читачів.
- 663 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 664 Jozefowitz N. *College Friends Remember Bill Gates* / Nicholas Josefowitz // Harvard Crimson. — June 4, 2002.
- 665 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 1564.
- 666 *Bill Gates to Sign Off at Microsoft* // AFP. — June 28, 2008.
- 667 Gates W. H., Papadimitriou C. p. *Bounds for Sorting by Prefix Reversal* / William H. Gates and Christos p. Papadimitriou // Discrete Mathematics. — 1979; Lewis H. *Reinventing the Classroom* / Harry Lewis // Harvard Magazine. — Sept. 2012; Kestenbaum D. *Before Microsoft, Gates Solved a Pancake Problem* / David Kestenbaum // NPR. — July 4, 2008.
- 668 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 62.
- 669 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 670 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1058.
- 671 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 672 Лист Білла Гейтса та Пола Аллена до Еда Робертса, 2 січня 1975 р.; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 1810.
- 673 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 160.
- 674 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1103.
- 675 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 1874.
- 676 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом; Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1117.
- 677 Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — р. 76.
- 678 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1163.
- 679 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1204.
- 680 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1223; Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — р. 81.
- 681 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 682 Ремарки Білла Гейтса // Harvard Gazette. — June 7, 2007.
- 683 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 684 Розділ про Гейтса в Альбукерке спирається на Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — р. 1214 далі; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — р. 2011 і далі; Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — р. 85 і далі.
- 685 Усноісторичне інтерв'ю з Біллом Гейтсом для Henry Ford Innovation Series.

- 686 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 1513.
- 687 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 688 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 1465; Manes S., Andrews p. *Gates / Stephen Manes and Paul Andrews*. — Doubleday, 1993. — p. 2975; Wallace J., Erickson J. *Hard Drive* / James Wallace and Jim Erickson. — Wiley, 1992. — p. 130.
- 689 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 690 Allen p. *Idea Man* / Paul Allen. — Portfolio, 2011. — p. 1376.
- 691 Moore F. *It's a Hobby* / Fred Moore // Homebrew Computer Club newsletter. — June 7, 1975.
- 692 Markoff J. *What the Dormouse Said* / John Markoff. — Viking, 2005. — p. 4633 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Levy S. *Hackers* / Steven Levy. — Anchor/Doubleday, 1984. — p. 231 (сторінки вказано згідно з перевиданням з нагоди двадцятип'ятиріччя, O'Reilly, 2010).
- 693 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном; усноісторичне інтерв'ю з Лі Фельзенштейном, узяте Кіпом Кросбі у Музеї комп'ютерної історії 7 травня 2008 р.
- 694 Бюлетень Кустарного комп'ютерного клубу від 3 лютого 1976 р. (http://www.digibarn.com/collections/newsletters/homebrew/V2_01/gatesletter.html).
- 695 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 696 Singer H. *Open Letter to Ed Roberts* / Harold Singer // Micro-8 Computer User Group newsletter. — Mar. 28, 1976.
- 697 Авторове інтерв'ю з Лі Фельзенштейном.
- 698 Інтерв'ю з Біллом Гейтсом // Playboy. — July 1994.
- 699 Цей розділ спирається на мою книгу «Стів Джобс» (Isaacson W. *Steve Jobs* / Walter Isaacson. — Simon & Schuster, 2011), що базувалася на моїх інтерв'ю зі Стівом Джобсом, Стівом Возняком, Ноланом Бушнеллом, Елом Елкорном та іншими. Біографія Джобса складається з бібліографії та приміток джерелами цитувань. При роботі над цією книгою я повторно взяв інтерв'ю у Бушнелла, Елкорна та Возняка. Також цей розділ спирається на: Wozniak S. *iWoz* / Steve Wozniak. — Norton, 1984; Wozniak S. *Homebrew and How the Apple Came to Be* / Steve Wozniak. — Mode of access: http://www.atariarchives.org/deli/homebrew_and_how_the_apple.php.
- 700 Коли я опублікував чорновий варіант частин цієї книги для одержання краудсорсних коментарів та виправлень на Medium, Ден Бриклін запропонував корисні поради. Ми почали листуватися, обговорюючи створення VisiCalc, у результаті чого я доповнив книгу цим розділом. Він почасти спирається на електронне листування з Брикліном та Бобом Френкстоном, а також на розділ 12 VisiCalc книги Bricklin D. *BricklinonTechnology* / Dan Bricklin. — Wiley, 2009.
- 701 Електронні листи Дена Брикліна автору; Bricklin D. *The Idea* / Dan Bricklin. — Mode of access: <http://www.bricklin.com/history/saiidea.htm>.
- 702 Ruell p. *A Vision of Computing's Future* / Peter Ruell // Harvard Gazette. — Mar. 22, 2012.
- 703 Frankston B. *Implementing VisiCalc* / Bob Frankston. — unpublished. — Apr. 6, 2002.
- 704 Frankston B. *Implementing VisiCalc* / Bob Frankston. — unpublished. — Apr. 6, 2002.
- 705 Авторове інтерв'ю зі Стівом Джобсом.
- 706 Корпоративна історія IBM, «Народження IBM PC» (http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_birth.html).
- 707 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 3629.
- 708 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 3642; інтерв'ю зі Стівом Балмером у програмі Triumph of the Nerds (part II) // PBS, June 1996.

- Див. також Chposky J., Leonsis T. *Blue Magic* / James Chposky and Ted Leonsis. — Facts on File, 1988. — Ch. 9.
- 709 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом та Полом Алленом, узяті Брентом Шлендером // *Fortune*. — Oct. 2, 1995.
- 710 Інтерв'ю зі Стівом Балмером у програмі *Triumph of the Nerds (part II)* // PBS, June 1996.
- 711 Інтерв'ю з Джеком Семзом у програмі *Triumph of the Nerds (part II)* // PBS, June 1996. Див. також Hamm S., Greene J. *The Man Who Could Have Been Bill Gates* / Steve Hamm and Jay Greene // *Business Week*. — Oct. 24, 2004.
- 712 Інтерв'ю з Тімом Патерсоном та Полом Алленом у програмі *Triumph of the Nerds (part II)* // PBS, June 1996.
- 713 Інтерв'ю зі Стівом Балмером та Полом Алленом у програмі *Triumph of the Nerds (part II)* // PBS, June 1996; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 3798.
- 714 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом та Полом Алленом, узяті Брентом Шлендером // *Fortune*. — Oct. 2, 1995; Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — p. 3868.
- 715 Manes S., Andrews p. *Gates* / Stephen Manes and Paul Andrews. — Doubleday, 1993. — pp. 3886, 3892.
- 716 Авторове інтерв'ю з Біллом Ґейтсом.
- 717 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом та Полом Алленом, узяті Брентом Шлендером // *Fortune*. — Oct. 2, 1995.
- 718 Авторове інтерв'ю з Біллом Ґейтсом.
- 719 Авторове інтерв'ю з Біллом Ґейтсом.
- 720 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом та Полом Алленом, узяті Брентом Шлендером // *Fortune*. — Oct. 2, 1995.
- 721 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом, узяті Девідом Рубенстайном у Гарварді 21 вересня 2013 р., авторові нотатки.
- 722 Інтерв'ю з Біллом Ґейтсом та Полом Алленом, узяті Брентом Шлендером // *Fortune*. — Oct. 2, 1995.
- 723 Інтерв'ю Білла Ґейтса, узяті Девідом Баннелом // *PC Magazine*. — Feb. 1, 1982.
- 724 Isaacson W. *Steve Jobs* / Walter Isaacson. — Simon & Schuster, 2011. — p. 135.
- 725 Isaacson W. *Steve Jobs* / Walter Isaacson. — Simon & Schuster, 2011. — p. 94.
- 726 Авторове інтерв'ю зі Стівом Джобсом.
- 727 Презентація Стіва Джобса, січень 1984 р. (<https://www.youtube.com/watch?v=2B-XwPjn9YY>).
- 728 Isaacson W. *Steve Jobs* / Walter Isaacson. — Simon & Schuster, 2011. — p. 173.
- 729 Авторове інтерв'ю з Енді Герцфельдом.
- 730 Авторові інтерв'ю зі Стівом Джобсом та Біллом Ґейтсом.
- 731 Hertzfeld A. *Revolution in the Valley* / Andy Hertzfeld. — O'Reilly Media, 2005. — p. 191. Див. також http://www.folklore.org/StoryView.py?story=A_Rich_Neighbor_Named_Xerox.txt.
- 732 Авторові інтерв'ю зі Стівом Джобсом та Біллом Ґейтсом.
- 733 Авторове інтерв'ю зі Стівом Джобсом.
- 734 Окрім джерел, наведених нижче, цей розділ спирається на моє інтерв'ю з Річардом Столменом; есе та виклад філософії Річарда Столмена (<http://www.gnu.org/gnu/gnu.html>); Williams S. *Free as in Freedom (2.0): Richard Stallman and the Free Software Revolution* (rev. by Richard M. Stallman) / Sam Williams. — Free Software Foundation, 2010. Попереднє видання

- книги Вільямса вийшло друком у вид-ві O'Reilly Media 2002 р. Коли робота над цим видання добігала кінця, Столмен та Вільямс «розійшлися аж ніяк не миром» через заперечення та вимоги виправлень з боку Столмена. Версія 2.0 включила в себе заперечення Столмена та суттєві зміни до деяких частин книги. Вони описані Столменом у написаній ним передмові та Вільямсом у написаному ним пролозі до версії 2.0, яку Столмен пізніше назвав «моя напівавтобіографія». Початковий текст книги для порівняння можна знайти за адресою: <http://oreilly.com/openbook/freedom/>.
- 735 Авторове інтерв'ю з Річардом Столменом. Див. також Jones K. C. *A Rare Glimpse into Richard Stallman's World* / K. C. Jones // Information Week. — Jan. 6, 2006; інтерв'ю з Річардом Столменом з Gross M. *Richard Stallman: High School Misfit, Symbol of Free Software, MacArthur-Certified Genius* / Michael Gross. — 1999. — Mode of access: www.mgross.com/interviews/stallman1.html; Williams S. *Freeas in Freedom (2.0): Richard Stallman and the Free Software Revolution* (rev. by Richard M. Stallman) / Sam Williams. — Free Software Foundation, 2010. — p. 26 і далі.
- 736 Stallman R. *The GNU Operating System and the Free Software Movement* / Richard Stallman // Open Sources: Voices from the Open Source Revolution / Chris DiBona and Sam Ockman (eds). — O'Reilly, 1999.
- 737 Авторове інтерв'ю з Річардом Столменом.
- 738 Stallman R. *The GNU Project* / Richard Stallman. — Mode of access: <http://www.gnu.org/gnu/thegnuproject.html>.
- 739 Williams S. *Free as in Freedom (2.0): Richard Stallman and the Free Software Revolution* (rev. by Richard M. Stallman) / Sam Williams. — Free Software Foundation, 2010. — p. 75.
- 740 Stallman R. *The GNU Manifesto* / Richard Stallman. — Mode of access: <http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html>.
- 741 Stallman R. *What Is Free Software and Why Open Source Misses the Point of Free Software* / Richard Stallman. — Mode of access: <https://www.gnu.org/philosophy/>.
- 742 Stallman R. *The GNU System* / Richard Stallman. — Mode of access: <https://www.gnu.org/philosophy/>.
- 743 Інтерв'ю з Річардом Столменом, узятє Девідом Бецем та Джоном Едвардсом // BYTE. — July 1986.
- 744 Linus Torvalds // Linux Information Project. — Mode of access: <http://www.linfo.org/linus.html>.
- 745 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — p. 4.
- 746 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — pp. 74, 4, 17; Learmonth M. *Giving It All Away* / Michael Learmonth // San Jose Metro. — May 8, 1997.
- 747 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — pp. 52, 55, 64, 78, 72.
- 748 Лінус Торвальдс вимовляє слово Linux (<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Linus-linux.ogg>).
- 749 Learmonth M. *Giving It All Away* / Michael Learmonth // San Jose Metro. — May 8, 1997.
- 750 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — p. 58.
- 751 Torvalds L. *Free Minix-like Kernel Sources for 386-AT* / Linus Torvalds // posting to Newsgroups: comp.os.minix. — Oct. 5, 1991. — Mode of access: <http://www.cs.cmu.edu/~awb/linux.history.html>.

- 752 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — pp. 87, 93, 97, 119.
- 753 Rivlin G. *Leader of the Free World* / Gary Rivlin // Wired. — November 2003.
- 754 Benkler Y. *The Penguin and the Leviathan: How Cooperation Triumphs over Self-Interest* / Yochai Benkler. — Crown, 2011; Benkler Y. *Coase's Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm* / Yochai Benkler // Yale Law Journal. — 2002. — Mode of access: <http://soc.ics.uci.edu/Resources/bibs.php?793>.
- 755 Raymond E. *The Cathedral and the Bazaar* / Eric Raymond. — O'Reilly Media, 1999. — p. 30.
- 756 de Tocqueville, A. *Democracy in America* (originally published 1835—40; Packard edition). — p. 3041 (за Kindle).
- 757 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — pp. 122, 167, 120, 121.
- 758 Інтерв'ю з Річардом Столменом // Reddit. — July 29, 2010. — Mode of access: <http://www.redditblog.com/2010/07/rms-ama.html>.
- 759 Stallman R. *What's in a Name?* / Richard Stallman. — Mode of access: <https://www.gnu.org/gnu/why-gnu-linux.html>.
- 760 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — p. 164.
- 761 Torvalds L. *Black and White* (blog post) / Linus Torvalds. — Nov. 2, 2008. — Mode of access: <http://torvalds-family.blogspot.com/2008/11/black-and-white.html>.
- 762 Torvalds L., Diamond D. *Just for Fun* / Linus Torvalds with David Diamond. — HarperCollins, 2001. — p. 163.
- 763 Raymond E. *The Cathedral and the Bazaar* / Eric Raymond. — O'Reilly Media, 1999. — p. 1.
- 764 Електронний лист Лоуренса Лендвєбера автору, 5 лютого 2014 р.
- 765 Tomlinson R. *The First Network Email* / Ray Tomlinson. — Mode of access: <http://openmap.bbn.com/~tomlinso/ray/firstemailframe.html>.
- 766 Електронний лист Ларрі Бриліантa автору, 14 лютого 2014 р.
- 767 Інтерв'ю з Ларрі Бриліантом // Wired. — Dec. 20, 2007.
- 768 Інтерв'ю з Ларрі Бриліантом // Wired. — Dec. 20, 2007.
- 769 Hafner K. *The Well* / Katie Hafner. — Carroll & Graf, 2001. — p. 10.
- 770 Hafner K. *The Well* / Katie Hafner. — Carroll & Graf, 2001. — p. 30; Turner F. *From Counterculture to Cyberculture* / Fred Turner. — University of Chicago, 2006. — p. 145.
- 771 Rheingold H. *The Virtual Community* / Howard Rheingold. — Perseus, 1993. — p. 9.
- 772 Mandel T. *Confessions of a Cyberholic* / Tom Mandel // Time. — Mar. 1, 1995. На той момент Мендел вже знав, що помирає, і запитав своїх редакторів із Time — Філа Елмера-ДеВітта, Діка Данкана та мене, — чи не міг би він написати прощальні роздуми про онлайнвий світ.
- 773 Допис Тома Мендела на The WELL (<http://www.well.com/~cynsa/tom/tom13.html>). Також див. *To Our Readers* / [підписана видавцем Елізабет Лонг, але написана Філом Елмером де Віттом] // Time. — Apr. 17, 1995.
- 774 Цей розділ спирається на інтерв'ю зі Стівом Кейзом, Джимом Кімзі та Джин Кейз; Duscha J. *For Computers, a Marrying Sam* / Julius Duscha // New York Times. — Dec. 25, 1977; Banks M. *On the Way to the Web* / Michael Banks. — A Press, 2008 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle); Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998; Klein A. *Stealing Time* / Alec Klein. — Simon & Schuster, 2003. Стів Кейз, мій давній друг та колега, надав коментарі та виправлення до першого чорнового варіанта.

- 775 Klein A. *Stealing Time* / Alec Klein. — Simon & Schuster, 2003. — р. 11.
- 776 Banks M. *On the Way to the Web* / Michael Banks. — APress, 2008. — pp. 792, 743.
- 777 Banks M. *On the Way to the Web* / Michael Banks. — APress, 2008. — pp. 602, 1467.
- 778 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом; Banks M. *On the Way to the Web* / Michael Banks. — APress, 2008. — р. 1503; Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 27.
- 779 Виступ Стіва Кейза на Технологічній конференції під егідою JP Morgan, Сан-Франциско, 1 травня 2001 р.
- 780 Munk N. *Fools Rush In* / Nina Munk. — Collins, 2004. — р. 73.
- 781 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом.
- 782 Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 25.
- 783 Промова Стіва Кейза у Стенфордському ун-ті, 25 травня 2010 р.
- 784 Промова Стіва Кейза у Стенфордському ун-ті, 25 травня 2010 р.
- 785 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом.
- 786 Промова Стіва Кейза у Стенфордському ун-ті, 25 травня 2010 р.
- 787 Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 27.
- 788 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом.
- 789 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом; електронний лист Кейза автору та коментарі до першого чорногого варіанта, опублікованого на Medium. Щодо того, чи то фон Мейстер зажадав найняти Стіва Кейза, чи то Ден Кейз примусив його до цього, думки розходяться. Свішер (Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 28) говорить про перше, а Бенкс (Banks M. *On the Way to the Web* / Michael Banks. — APress, 2008. — р. 1507) — про друге. Цілком ймовірно, що елементи істини присутні в обох версіях.
- 790 Авторове інтерв'ю з Джимом Кімзі.
- 791 Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 53.
- 792 Swisher K. *AOL.com* / Kara Swisher. — Random House, 1998. — р. 48.
- 793 Авторіві інтерв'ю зі Стівом Кейзом та Стівом Возняком.
- 794 Промова Стіва Кейза у Стенфордському ун-ті, 25 травня 2010 р.
- 795 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом.
- 796 Авторове інтерв'ю зі Стівом Кейзом.
- 797 Усноісторичне інтерв'ю Стіва Кейза, узятє Волтером Айзексоном у рамках проекту Riptide, Гарвард (<http://www.niemanlab.org/riptide/person/steve-case>). Я брав участь у цьому усноісторичному проєкті, присвяченому цифровому руйнуванню журналістики, яким курували Джон Гюї, Пол Сеген та Мартін Нізенгольц.
- 798 Усноісторичне інтерв'ю Стіва Кейза у *How the Web Was Won* // Vanity Fair. — July 2008.
- 799 Авторове інтерв'ю з Джимом Кімзі.
- 800 Промова Стіва Кейза у Стенфордському ун-ті, 25 травня 2010 р.
- 801 Допис Дейва Фішера у тематичній конференції [alt.folklore.computers](https://groups.google.com/forum/#!original/alt.folklore.computers) від 25 січня 1994 р. (<https://groups.google.com/forum/#!original/alt.folklore.computers/wF4CpYbWuuA/jS6ZOyJdiosJ>).
- 802 Grossman W. *Net. Wars* / Wendy Grossman. — NYU, 1977. — р. 33.
- 803 Авторове інтерв'ю з Елом Гором.
- 804 Інтерв'ю Ела Гора, взятє Вольфом Блітцером у програмі Late Edition // CNN. — Mar. 9, 1999. — Mode of access: <http://www.cnn.com/ALLPOLITICS/stories/1999/03/09/president.2000/transcript.gore/>.
- 805 Kahn R., Cerf V. *Al Gore and the Internet* / Robert Kahn and Vinton Cerf. — електронний лист Деклану МакКаллоу та іншим від 28 вересня 2000 р. (<http://www.politechbot.com/p-01394.html>).

- 806 Промова Ньюта Гінгріча на з'їзді Американської політологічної асоціації, 1 вересня 2000 р.
- 807 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 4. Також див. Fischetti M. *The Mind Behind the Web* / Mark Fischetti // Scientific American. — Mar. 12, 2009.
- 808 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 809 Там само.
- 810 Там само.
- 811 Там само.
- 812 Інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі в Академії досягнень, 22 червня 2007 р.
- 813 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 814 Там само.
- 815 *Enquire With in Upon Everything*. — 1894. — Mode of access: <http://www.gutenberg.org/files/10766/10766-h/10766-h.htm>.
- 816 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 1.
- 817 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 818 Інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі в Академії досягнень, 22 червня 2007 р.
- 819 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 10.
- 820 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 4.
- 821 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 14.
- 822 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 823 Інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі у Академії досягнень, 22 червня 2007 р.
- 824 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 15.
- 825 Naish J. *The NS Profile: Tim Berners-Lee* / John Naish // New Statesman. — Aug. 15, 2011.
- 826 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — pp. 16, 18.
- 827 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 61.
- 828 Berners-Lee T. *Information Management: A Proposal* / Tim Berners-Lee. — CERN, Mar. 1989. — Mode of access: <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>.
- 829 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — р. 180.
- 830 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — р. 26.
- 831 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — р. 198.
- 832 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — р. 190.
- 833 Інтерв'ю Роберта Кайо у *How the Web Was Won* // Vanity Fair. — July 2008.
- 834 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — р. 234.
- 835 Smith T., Flückiger F. *Licensing the Web* / Tim Smith and François Flückiger. — CERN. — Mode of access: <http://home.web.cern.ch/topics/birth-web/licensing-web>.
- 836 Berners-Lee T. *The World Wide Web and the 'Web of Life'* / Tim Berners-Lee. — 1998. — Mode of access: <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/UU.html>.
- 837 Допис Тіма Бернерса-Лі на тематичній конференції alt.hypertext від 6 серпня 1991 р. (<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/1991/08/art-6484.txt>).
- 838 Bilton N. *As the Web Turns 25, Its Creator Talks about Its Future* / Nick Bilton // New York Times. — Mar. 11, 2014.

- 839 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — p. 203. Також див. Lasar M. *Before Netscape* / Matthew Lasar // Ars Technica. — Oct. 11, 2011.
- 840 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — p. 56.
- 841 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — p. 217.
- 842 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 843 Там само.
- 844 Reid R. *Architects of the Web* / Robert Reid. — Wiley, 1997. — p. 7.
- 845 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — p. 239; alt.hypertext Newsgroup. — Friday, Jan. 29, 1993, 12:22:43 GMT. — Mode of access: <http://www.jmc.sjsu.edu/faculty/rcraig/mosaic.txt>.
- 846 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 847 Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born* / James Gillies and Robert Cailliau. — Oxford, 2000. — p. 240.
- 848 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 849 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — p. 70; авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 850 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 851 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 852 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — p. 70.
- 853 Berners-Lee T. *Weaving the Web* / Tim Berners-Lee. — HarperCollins, 1999. — p. 65.
- 854 Nelson T. *Computer Paradigm* / Ted Nelson. — Mode of access: <http://xanadu.com.au/ted/TN/WRITINGS/TCOMPARADIGM/tedCompOneLiners.html>.
- 855 Інтерв'ю з Джароном Ланье, узятє Еріком Алленом Біном у Лабораторії журналістики імені Німана 22 травня 2013 р.
- 856 Huey J., Nisenholtz M., Sagan P. *Riptide* / John Huey, Martin Nisenholtz, and Paul Sagan. — Harvard Kennedy School. — Mode of access: <http://www.niemanlab.org/riptide/>.
- 857 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 858 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 859 Авторове інтерв'ю з Марком Андріссеном.
- 860 Markoff J. *A Free and Simple Computer Link* / John Markoff // New York Times. — Dec. 8, 1993.
- 861 Цей розділ спирається переважно на мої інтерв'ю з Джастіном Холлом та його власні дописи на <http://www.links.net/>.
- 862 Hall J. *Justin's Links* / Justin Hall. — Mode of access: <http://www.links.net/vita/web/story.html>.
- 863 Авторів інтерв'ю із Джастіном Холлом та Джоан Холл.
- 864 Авторове інтерв'ю з Говардом Рейнголдом; Rheingold H. *The Virtual Community* / Howard Rheingold. — Perseus, 1993.
- 865 Авторів інтерв'ю із Джастіном Холлом та Говардом Рейнголдом; Wolf G. *Wired — A Romance* / Gary Wolf. — RandomHouse, 2003. — p. 110.
- 866 Rosenberg S. *Say Everything* / Scott Rosenberg. — Crown, 2009. — p. 24.
- 867 Rosenberg S. *Say Everything* / Scott Rosenberg. — Crown, 2009. — p. 44.
- 868 Hall J. *Exposing Myself* / Justin Hall, posted by Howard Rheingold. — Mode of access: <http://www.well.com/~hjr/jam/justin/justinexposing.html>.
- 869 Авторове інтерв'ю з Аріанною Гаффінгтон.

- 870 Thompson C. *Smarter Than You Think* / Clive Thompson. — Penguin, 2013. — p. 68.
- 871 Hall J. *Exposing Myself* / Justin Hall, posted by Howard Rheingold. — Mode of access: <http://www.well.com/~hjr/jam/justin/justinexposing.html>.
- 872 Авторове інтерв'ю з Евом Вільямсом. Цей розділ також спирається на інтерв'ю з Евом Вільямсом, наведеним у книзі Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — p. 2701 і далі; Bilton N. *Hatching Twitter* / Nick Bilton. — Portfolio, 2013. — p. 9 і далі; Rosenberg S. *Say Everything* / Scott Rosenberg. — Crown, 2009. — p. 104 і далі; Mead R. *You've Got Blog* / Rebecca Mead // New Yorker. — Nov. 13, 2000.
- 873 Winer D. *Scripting News in XML* / Dave Winer. — Dec. 15, 1997. — Mode of access: <http://scripting.com/davenet/1997/12/15/scriptingNewsInXml.html>.
- 874 Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — p. 2094.
- 875 Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — pp. 2109, 2123, 2218.
- 876 Hourihan M. *A Sad Kind of Day* / Meg Hourihan. — Mode of access: http://web.archive.org/web/20010917033719/http://www.megnut/archive.asp?which=2001_02_01_archive.inc; Rosenberg S. *Say Everything* / Scott Rosenberg. — Crown, 2009. — p. 122.
- 877 Williams E. *And Then There Was One* / Ev Williams. — Jan. 31, 2001. — Mode of access: http://web.archive.org/web/20011214143830/http://www.evhead.com/longer/2200706_essays.asp.
- 878 Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — p. 2252.
- 879 Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — p. 2252.
- 880 Williams E. *And Then There Was One* / Ev Williams. — Jan. 31, 2001. — Mode of access: http://web.archive.org/web/20011214143830/http://www.evhead.com/longer/2200706_essays.asp.
- 881 Bricklin D. *How the Blogger Deal Happened* / Dan Bricklin // blog posting. — Apr. 15, 2001. — Mode of access: <http://danbricklin.com/log/blogger.htm>; Bricklin D. *Bricklin on Technology* / Dan Bricklin. — Wiley, 2009. — p. 206.
- 882 Livingston J. *Founders at Work* / Jessica Livingston. — Apress, 2007. — pp. 2289, 2302.
- 883 Авторове інтерв'ю з Евом Вільямсом.
- 884 Там само.
- 885 Там само.
- 886 Lih A. *The Wikipedia Revolution* / Andrew Lih. — Hyperion, 2009. — p. III. Див. також Cunningham W., Leuf B. *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web* / Ward Cunningham and Bo Leuf. — Addison-Wesley, 2001; Cunningham W. *HyperCard Stacks* / Ward Cunningham. — Mode of access: <http://c2.com/~ward/HyperCard/>; програмна промова Ворда Каннінгема на конференції Wikimania 1 серпня 2005 р.
- 887 Cunningham W. *Invitation to the Pattern List* / Ward Cunningham. — May 1, 1995. — Mode of access: <http://c2.com/cgi/wiki?InvitationToThePatternsList>.
- 888 Листування Ворда Каннінгема про походження слова wiki (<http://c2.com/doc/etymology.html>).
- 889 Інтерв'ю із Тімом Бернерсом-Лі для проекту Riptide у Центрі Шорнштайна, Гарвард, 2013 р.
- 890 Kazek K. *Wikipedia Founder, Huntsville Native Jimmy Wales, Finds Fame Really Cool* / Kelly Kazek // News Courier (Athens, AL). с— Aug. 12, 2006.
- 891 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом.
- 892 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом; Lih A. *The Wikipedia Revolution* / Andrew Lih. — Hyperion, 2009. — p. 585.
- 893 Poe M. *The Hive* / Marshall Poe // Atlantic. — Sept. 2006.
- 894 Інтерв'ю з Джиммі Вейлзом, взяте Брайаном Лембом, C-SPAN, 25 вересня 2005 р.

- 895 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом; Raymond R. *The Cathedral and the Bazaar* (вперше представлена 1997 року, перевидана як *The Cathedral and the Bazaar*. — O'Reilly Media, 1999).
- 896 Stallman R. *The Free Universal Encyclopedia and Learning Resource* / Richard Stallman. — 1999. — Mode of access: <http://www.gnu.org/encyclopedia/free-encyclopedia.html>.
- 897 Sanger L. *The Early History of Nupedia and Wikipedia* / Larry Sanger // Slashdot (<http://beta.slashdot.org/story/56499>) and O'Reilly Commons (http://commons.oreilly.com/wiki/index.php/Open_Sources_2.0/Beyond_Open_Source:_Collaboration_and_Community/The_Early_History_of_Nupedia_and_Wikipedia:_A_Memoir).
- 898 Sanger L. *Become and Editor or Peer Reviewer!* / Larry Sanger // Nupedia. — Mode of access: <http://archive.is/IWDNq>.
- 899 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом; Lih A. *The Wikipedia Revolution* / Andrew Lih. — Hyperion, 2009. — p. 960.
- 900 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом.
- 901 Sanger L. *Origins of Wikipedia* / Larry Sanger // Sanger user page. — Mode of access: http://en.wikipedia.org/wiki/User:Larry_Sanger/Origins_of_Wikipedia; Lih A. *The Wikipedia Revolution* / Andrew Lih. — Hyperion, 2009. — p. 1049.
- 902 Kovitz B. *The Conversation at the Taco Stand* / Ben Kovitz // Kovitz user page. — Mode of access: <http://en.wikipedia.org/wiki/User:BenKovitz>.
- 903 Допис Джиммі Вейлза у гілці дискусії *Re: Sanger's Memoirs*, квітень 2005 р. (<http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021463.html>).
- 904 Дописи Джиммі Вейлза та Ларрі Сенгера у гілці дискусії *Re: Sanger's Memoirs*, квітень 2005 р. (<http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021460.html>, <http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021469.html> і подальші). Також див. Sanger L. *My Rolein Wikipedia* / Larry Sanger. — Mode of access: <http://larrysanger.org/roleinwp.html>; *User:LarrySanger/OriginsofWikipedia*. — Mode of access: http://en.wikipedia.org/wiki/User:Larry_Sanger/Origins_of_wikipedia; стаття History of Wikipedia та її сторінка обговорення (http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Wikipedia), а також правки Джиммі Вейлза до цієї статті (http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jimmy_Wales&diff=next&oldid=29849184); виправлення Джиммі Вейлза на сторінці «Talk: Bomis» (<http://en.wikipedia.org/w/index.php?diff=11139857>).
- 905 Kovitz B. *The Conversation at the Taco Stand* / Ben Kovitz // Kovitz user page. — Mode of access: <http://en.wikipedia.org/wiki/User:BenKovitz>.
- 906 Sanger L. *Let's Make a Wiki* / Larry Sanger // Nupedia message thread. — Jan. 10, 2001. — Mode of access: <http://archive.is/yovNt>.
- 907 Lih A. *The Wikipedia Revolution* / Andrew Lih. — Hyperion, 2009. — p. 1422.
- 908 Shirky C. *Wikipedia—An Unplanned Miracle* / Clay Shirky // Guardian. — Jan. 14, 2011; також див. Shirky C. *Here Comes Everybody: The Power of Organizing without Organizations* / Clay Shirky. — Penguin, 2008 та Shirky C. *Cognitive Surplus: Creativity and Generosity in a Connected Age* / Clay Shirky. — Penguin, 2010.
- 909 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом.
- 910 Sanger L. *Why Wikipedia Must Jettison Its Anti-Elitism* / Larry Sanger. — Dec. 31, 2004. — Mode of access: www.LarrySanger.org.
- 911 Прес-реліз Wikipedia від 15 січня 2002 р. (http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Press_releases/January_2002).
- 912 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом.

- 913 Shirky C. *Wikipedia—An Unplanned Miracle* / Clay Shirky // Guardian. — Jan. 14, 2011.
- 914 Benckler Y. *Coase's Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm* / Yochai Benkler // Yale Law Journal. — 2002. — Mode of access: <http://soc/ics.uci.edu/Resources/bibs.php?793>; Benkler Y. *The Penguin and the Leviathan: How Cooperation Triumphs over Self-Interest* / Yochai Benkler. — Crown, 2011.
- 915 Pink D. *The Buck Stops Here* / Daniel Pink // Wired. — Mar. 2005; Adams T. *For Your Information* / Tim Adams // Guardian. — June 30, 2007; сторінка користувача Lord Emsworth (http://en.wikipedia.org/wiki/User:Lord_Emsworth); карикатура Пітера Штайнера в журналі New Yorker від 5 липня 1993 р. (http://e.wikipedia.org/wiki/On_the_Internet,_nobody_knows_you're_a_dog).
- 916 Zittrain J. *The Future of the Internet and How to Stop It* / Jonathan Zittrain. — Yale, 2008. — p. 147.
- 917 Авторове інтерв'ю з Джиммі Вейлзом.
- 918 Там само.
- 919 Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 894 (сторінки вказано згідно з виданням для Kindle).
- 920 Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 945; авторові відвідини Срініджі Срінівасан.
- 921 Окрім джерел, процитованих нижче, даний розділ спирається на мої інтерв'ю та бесіди із Ларрі Пейджем; напутню промову Ларрі Пейджа у Мічиганському університеті 2 травня 2009 р.; інтерв'ю з Ларрі Пейджем та Сергієм Бріном у Академії досягнень 28 жовтня 2000 р.; *The Lost Google Tapes* — збірку інтерв'ю з Сергієм Бріном, Ларрі Пейджем та іншими, узятих Джоном Інсом у січні 2000 р. (<http://www.podtech.net/home/?s=Lost+Google+Tapes>); Ince J. *Google Flashback — My 2000 Interviews* / JohnInce // Huffington Post. — Feb. 6, 2012; Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009; Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005; Brandt R. *The Google Guys* / Richard Brandt. — Penguin, 2011; Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011; Stross R. *Planet Google* / Randall Stross. — Free Press, 2008; Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005; Edwards D. *I'm Feeling Lucky: The Confessions of Google Employee Number 59* / Douglas Edwards. — Mariner, 2012; McBride B. *The Ultimate Search* / Brenna McBride // Collage Park magazine. — Spring 2000; Malseed M. *The Story of Sergey Brin* / Mark Malseed // Moment magazine. — Feb. 2007.
- 922 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 923 Інтерв'ю з Ларрі Пейджем у Академії досягнень.
- 924 Інтерв'ю з Ларрі Пейджем, узяте Енді Сервером, журнал Fortune, 1 травня 2008 р.
- 925 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 926 Там само.
- 927 Там само.
- 928 Напутня промова Ларрі Пейджа у Мічиганському університеті.
- 929 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 930 Там само.
- 931 Там само.
- 932 Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 1031.
- 933 Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009. — p. 28.
- 934 Інтерв'ю з Ларрі Пейджем та Сергієм Бріном, узяті Барбарою Волтерз, ABC News, 8 грудня 2004 р.

- 935 Виступ Сергія Бріна на конференції Breakthrough Learning, штаб-квартира Google, 12 листопада 2009 р.
- 936 Malseed M. *The Story of Sergey Brin* / Mark Malseed // Momentmagazine. — Feb. 2007.
- 937 Інтерв'ю з Сергієм Бріном у Академії досягнень.
- 938 McBride B. *The Ultimate Search* / Brenna McBride // Collage Parkmagazine. — Spring 2000.
- 939 Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009. — p. 31.
- 940 Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009. — p. 32.
- 941 Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005. — p. 33.
- 942 Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009. — p. 39.
- 943 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 944 Там само.
- 945 Інтерв'ю з Террі Віноградом, узятє Біллом Моггріджем (<http://www.designinginteractions.com/interviews/TerryWinograd>).
- 946 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 947 *Scalable Techniques for Mining Causal Structures* / Craig Silverstein, Sergey Brin, Rajeev Motwani, and Jeff Ullman // Data Mining and Knowledge Discovery. — July 2000.
- 948 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 949 Там само.
- 950 Напутня промова Ларрі Пейджа у Мічиганському університеті.
- 951 Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005. — p. 10.
- 952 Напутня промова Ларрі Пейджа у Мічиганському університеті.
- 953 Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 1183.
- 954 Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 1114.
- 955 Напутня промова Ларрі Пейджа у Мічиганському університеті.
- 956 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 957 Репліки Пейджа на PC Forum 2001 року, що проводився у Скоттсдейлі, штат Аризона (Цит. за: Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011. — p. 415).
- 958 Інтерв'ю Сергія Бріна, взятє Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes, part 2*).
- 959 *What Can You Do with a Web in Your Pocket?* / Sergey Brin, Rajeev Motwani, Larry Page, Terry Winograd // Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering. — 1998.
- 960 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 961 Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011. — p. 358.
- 962 Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011. — p. 430.
- 963 Інтерв'ю з Сергієм Бріном, взятє Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes, part 2*). (<http://www.podtech.net/home/1728/podventurezone-lost-google-tapes-part-2-sergey-brin>).
- 964 Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011. — p. 947.
- 965 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 966 Brin S., Page L. *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine* / Sergey Brin and Larry Page // 7th International World-Wide-Web Conference, Apr. 1998, Brisbane (Australia).
- 967 Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005. — p. 30.
- 968 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем.
- 969 Інтерв'ю з Девідом Черитонном, Майком Моріцем та Сергієм Бріном, узяті Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes*); Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005. — p. 47; Levy S. *In the Plex* / Steven Levy. — Simon & Schuster, 2011. — p. 547.

- 970 Vise D. *The Google Story* / David Vise. — Delacorte, 2005. — p. 47; Battelle J. *The Search* / John Battelle. — Portfolio, 2005. — p. 86.
- 971 Інтерв'ю з Сергієм Бріном, узятє Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes*).
- 972 Інтерв'ю з Ларрі Пейджем, узятє Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes*).
- 973 Auletta K. *Googled* / Ken Auletta. — Penguin, 2009. — p. 44.
- 974 Інтерв'ю з Сергієм Бріном, взятє Джоном Інсом (*The Lost Google Tapes, part 2*).
- 975 Dyson G. *Turing's Cathedral* / George Dyson. — Random House, 2012. — p. 6321; Von Neumann J. *The Computer and the Brain* / John von Neumann. — Yale, 1958. — p. 80.
- 976 *New Navy Device Learns by Doing* (UPI wire story) // *New York Times*. — July 8, 1958; *Rival* // *New Yorker*. — Dec. 6, 1958 (обидві цит. за: Marcus G. *Hyping Artificial Intelligence, Yet Again* / Gary Marcus // *New Yorker*. — Jan. 1, 2014).
- 977 Марвін Мінський та Сеймур Пейперт, перші гуру штучного інтелекту, піддали сумніву деякі з засновків роботи Розенблатта, після чого ажіотаж навколо перцептронів зійшов нанівець, і в галузі почався період занепаду, відомий як «зима штучного інтелекту». Див. Wilson D. *Tantalizingly Close to a Mechanized Mind: The Perceptrons Controversy and the Pursuit of Artificial Intelligence* : undergraduate thesis / Danny Wilson. — Harvard, December 2012; Rosenblatt F. *The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain* / Frank Rosenblatt // *Psychological Review*. — Fall 1958; Minsky M., Papert S. *Perceptrons* / Marvin Minsky and Seymour Papert. — MIT, 1969.
- 978 Авторове інтерв'ю з Джинні Рометті.
- 979 Kasparov G. *The Chess Master and the Computer* / Garry Kasparov // *New York Review of Books*. — Feb. 11, 2010; Thompson C. *Smarter Than You Think* / Clive Thompson. — Penguin, 2013. — p. 3.
- 980 *Watson on Jeopardy* // IBM's Smarter Planet website. — Feb. 14, 2011. — Mode of access: <http://asmarterplanet.com/blog/2011/02/watson-on-jeopardy-day-one-man-vs-machine-for-global-bragging-rights.html>.
- 981 Searle J. *Watson Doesn't Know It Won on Jeopardy* / John Searle // *Wall Street Journal*. — Feb. 23, 2011.
- 982 Kelly, John. E. III, Hamm S. *Smart Machines* / John E. Kelly III and Steve Hamm. — Columbia, 2013. — p. 4. Стів Гемм — техно-журналіст, який нині працює автором та спеціалістом із комунікаційної стратегії у IBM. Наведені у книзі думки я приписав саме Келлі як керівнику науково-дослідних робіт IBM.
- 983 Hardesty L. *Artificial-Intelligence Research Revives Its Old Ambitions* / Larry Hardesty // *MIT News*. — Sept. 9, 2013.
- 984 Somers J. *The Man Who Would Teach Computers To Think* / James Somers // *Atlantic*. — Nov. 2013.
- 985 Marcus G. *Why Can't My Computer Understand Me* / Gary Marcus // *New Yorker*. — Aug. 16, 2013.
- 986 Pinker S. *The Language Instinct* / Steven Pinker. — Harper, 1994. — p. 191.
- 987 Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach* / Stuart Russell and Peter Norvig. — Prentice Hall, 1995. — p. 566.
- 988 Авторове інтерв'ю з Біллом Гейтсом.
- 989 Wade N. *In Tiny Worm, Unlocking Secrets of the Brain* / Nicholas Wade // *New York Times*. — June 20, 2011; *The Connectome of a Decision-Making Neural Network* // *Science*. — July 27, 2012; Sukel K. *The Synapse — A Primer* / Kayt Sukel // *The Dana Foundation*. — March 15, 2011. — Mode of access: <https://www.dana.org/News/Details.aspx?id=43512>.

- 990 Markoff J. *Brainlike Computers, Learning from Experience* / John Markoff // New York Times. — Dec. 28, 2013. Наразі Марков, який має дуже великий досвід вдумливих репортажів із цієї тематики, пише книгу, присвячену вивченню наслідків появи машин, здатних замінити працю людей.
- 991 *Neuromorphic Computing Platform* // The Human Brain Project. — Mode of access: <https://www.humanbrainproject.eu/neuromorphic-computing-platform1>; Mols B. *Brainy Computer Chip Ditches Digital for Analog* / Bennie Mols // Communications of the ACM. — Feb. 27, 2014; Finley K. *Computer Chips That Work Like a Brain Are Coming—Just Not Yet* / Clint Finley // Wired. — Dec. 31, 2013. Бо Кронін з O'Reilly Media запропонував п'яцьку гру: «випивати чарчину щоразу як бачиш новину чи допис у блозі про нову III-систему, яка працює або мислить „наче мозок“» (<http://radar.oreilly.com/2014/05/it-works-like-the-brain-so.html>) та збирає електронну колекцію посилань на статті, що містять такі твердження (<https://pinboard.in/u:beaucronin/t:like-the-brain/#>).
- 992 Авторове інтерв'ю з Тімом Бернерсом-Лі.
- 993 Vinge V. *The Coming Technological Singularity* / Vernor Vinge // Whole Earth Review. — Winter 1993. Див. також Kurzweil R. *Accelerating Intelligence* / Ray Kurzweil. — Mode of access: <http://www.kurzweilai.net/>.
- 994 Licklider J. C. R. *Man-Computer Symbiosis* / J. C. R. Licklider // IRE Transactions on Human Factors in Electronics. — Mar. 1960.
- 995 Kelly, John. E. III, Hamm S. *Smart Machines* / John E. Kelly III and Steve Hamm. — Columbia, 2013. — p. 7.
- 996 Kasparov G. *The Chess Master and the Computer* / Garry Kasparov // New York Review of Books. — Feb. 11, 2010.
- 997 Kelly, John. E. III, Hamm S. *Smart Machines* / John E. Kelly III and Steve Hamm. — Columbia, 2013. — p. 2.
- 998 *Why Cognitive Systems?* // IBM Research website. — Mode of access: <http://www.research.ibm.com/cognitive-computing/why-cognitive-systems.shtml>.
- 999 Авторове інтерв'ю з Девідом Макквіні.
- 1000 Авторове інтерв'ю з Джинні Рометті.
- 1001 Там само.
- 1002 Kelly, John. E. III, Hamm S. *Smart Machines* / John E. Kelly III and Steve Hamm. — Columbia, 2013. — p. 3.
- 1003 *Accelerating the Co-Evolution* // Doug Engelbart Institute. — Mode of access: <http://www.doungengelbart.org/about/co-evolution.html>; Bardini T. *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing* / Thierry Bardini. — Stanford, 2000.
- 1004 Bilton N. *Hatching Twitter* / Nick Bilton. — Portfolio, 2013. — p. 203.
- 1005 Цей вислів часто помилково приписують Томасу Едісону, хоча не існує ніяких доказів, що він коли-небудь так говорив. Його часто вживає Стів Кейз.
- 1006 Benkler Y. *Coase's Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm* / Yochai Benkler // Yale Law Journal. — 2002.
- 1007 Johnson S. *The Internet? We Built That* / Steven Johnson // New York Times. — Sept. 21, 2012.
- 1008 Авторове інтерв'ю з Ларрі Пейджем. Цитата Стіва Джобса взята з інтерв'ю з ним, узятого мною для попередньої книги.
- 1009 Kelly, John. E. III, Hamm S. *Smart Machines* / John E. Kelly III and Steve Hamm. — Columbia, 2013. — p. 7.