

## EARLY DIGITAL COMPUTER DEVELOPMENTS IN ENGLAND

РАННІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРА З ПРОГРАМОЮ, ЩО ЗБЕРІГАЛАСЯ У ПАМ'ЯТІ В АНГЛІЇ

*Wilkes Mauris*

UK

Події, про які я збираюся говорити, відбувалися в Англії протягом шести років з 1946 по 1950 рік. Це був період, коли створювалися найдавніші комп'ютери з програмами які зберігалися в пам'яті сучасного типу. Принципи, на яких базувалися ці комп'ютери, були розроблені в Університеті Пенсільванії в Сполучених Штатах, де був розроблений ENIAC. Це була величезна машина, і її конструктори, Преспер Екерт (Presper Eckert) і Джон Моклі (John Mauchly), прийшли до висновку, що, застосовуючи логічні принципи, можна створити набагато менший і водночас потужніший комп'ютер. Основна нова концепція полягала в тому, щоб зберігати як дані, так і програми на великій цифровій пам'яті.

Така пам'ять була цілком новою вимогою, і нічого подібного не існувало. Тим не менш, Екерт зміг зробити практичну пропозицію щодо того, як його можна було б побудувати. Ідеї, викладені вище, почали з'являтися, коли фон Нейман (von Neumann) приєднався до групи в якості консультанта. Ці ідеї незабаром набули остаточної форми, і фон Нейман склав звіт, у якому вони були викладені досить детально. Кілька примірників цього звіту було розповсюджено лише під іменем фон Неймана. Природним результатом стало те, що комп'ютер із збереженою програмою став відомий як комп'ютер фон Неймана (*the von Neumann Computer*). Зараз загально визнано, що це не відображає справжнє положення справ, і я віддаю перевагу терміну «Комп'ютер Еккерта-фон Неймана» (*Eckert-von Neumann Computer*). Я бачив копію звіту фон Неймана в травні 1946 року. Пізніше того ж року я відвідав останню частину курсу лекцій Imet Eckert, Mauchly та інших членів їхньої команди у Філадельфії. Тепер ці ідеї були цілком зрозумілі, і наступним кроком було втілення їх у життя шляхом створення робочого комп'ютера. Це створило значну проблему для електронної інженерії, і для вирішення цієї проблеми було створено ряд команд. Три з цих команд були в Англії, одна під керівництвом професора Ф.К.Вільямса (F.C. Williams) в Манчестерському університеті (Manchester University), одна під моїм керівництвом в Кембриджському університеті (Cambridge University), а третя у нещодавно створеному відділі математики Національної фізичної лабораторії, розташованому в Теддінгтоні поблизу Лондона.

Машина, побудована в Манчестері, не мала конкретної назви, та, що була побудована в Кембриджі, називалася EDSAC, а та, що була побудована в Національній фізичній лабораторії, називалася Pilot Ace (Physical Laboratory in Teddington near London).

### Інженерний виклик

Проблема, як це здавалося інженеру-електроннику того періоду, полягала не стільки в розробці електронних обчислювальних схем, скільки в розробці задовільної цифрової пам'яті, оскільки, як я вже сказав, нічого подібного в минулому не існувало. Я вирішив наслідувати пропозицію Екерта та створити ультразвукову пам'ять. Це працювало за циклічним принципом. Імпульси ультразвуку багаторазово поширювалися через стовпчик ртуті довжиною близько 1,5 метрів. Кожен транзит займав приблизно 1 мілісекунду, а у випадку EDSAC близько п'ятисот імпульсів могли проходити в будь-який момент часу. Тому пристрій міг забезпечувати зберігання такої кількості двійкових цифр. Для EDSAC ми планували мати 32 резервуари для ртуті, як їх називали. Побудова ультразвукової пам'яті, очевидно, вимагала б деяких інновацій, але задіяні принципи були принципами класичної фізики, і не було жодних причин побоюватися, що будь-яка надважлива проблема не буде вирішена. Ф.К.Вільямс, з

іншого боку, планував використовувати форму пам'яті на основі звичайної електронно-променевої трубки, таку, яку використовували в телебаченні. Двійкові цифри зберігалися у вигляді розподілів електричного заряду на задній поверхні екрана. Оскільки заряд швидко витікає, потрібно було відновлювати картину частими рухами променя. Вільямс деякий час працював над цією системою в TRE, одній з британських радіолокаційних установ часів війни. Це було ризиковане дослідження, але дуже успішне. Вільямс взяв його з собою, коли переїхав до Манчестерського університету. Він також взяв Тома Кілберна (Tom Kilburn), який працював з ним над проектом. Через декілька років після навчання Вільямс звернув увагу на інші речі, і Кілберн узяв на себе всю комп'ютерну діяльність у Манчестерському університеті. Пізніше, коли було сформовано відділ інформатики, Кілберн став його керівником. Лампова пам'ять Вільямса, як її називали, мала набути широкого застосування в комп'ютерах як у Великій Британії, так і в Сполучених Штатах у період до того, як її наступник, основна пам'ять, була вдосконалена. Щоб продемонструвати, що пам'ять на електронно-променевої трубки заслуговує достатньої довіри, щоб стати основою повномасштабного комп'ютера, Вільямс і Кілберн зібрали "дитячий" комп'ютер. Він мав мінімальний обсяг пам'яті та скорочений набір інструкцій, який включав порядок віднімання, але не порядок додавання. Тим не менш, він міг запускати прості програми. З огляду на набагато більш повільний характер ультразвукової пам'яті, нам не було потреби в Кембриджі в дитячій машині. Ми відчували, що будь-які проміжні демонстрації можуть лише затримати завершення остаточної машини, і ми уникали їх. Хоча проміжний комп'ютер був важливим для плану Вільямса, я вважаю, що він поділяв нашу точку зору щодо відволікання зусиль, оскільки він розібрав "дитячий" комп'ютер, щойно був задоволений продуктивністю пам'яті. Певним чином це було шкода, оскільки математики з Манчестера вважали б це цікавою іграшкою для гри. Машини в Манчестері та Кембриджі почали виконувати обчислення приблизно в один і той же час влітку 1949 року. Однак перехід від створення комп'ютера до введення його в експлуатацію пройшов у Кембриджі більш легко. Частково це було тому, що, окрім мого досвіду інженера-електронника, я мав перевагу в тому, що також мав певний досвід у обчислювальній математиці як фізик-експериментатор. Третій великий комп'ютерний проект в Англії, що в Національній фізичній лабораторії, був відкладений через адміністративні причини, і остаточно машина була введена в експлуатацію приблизно через рік. Цей проект також використовував ультразвукову пам'ять і був в змозі забезпечити високу якість схемного дизайну, який увійшов до нього. Основна заслуга в цьому належить Е.А.Ньюмену (E.A.Newman), який отримав початкову освіту інженера-електронника під керівництвом Алана Блумлайна (Alan Blumlein), новаторського британського інженера з майже легендарною репутацією, який загинув у авіакатастрофі під час війни.

Алан Тюрінг (Alan Turing) керував початковою роботою над комп'ютерами в Національній фізичній лабораторії, але він пішов до того, як почалося будівництво Pilot Ace. Хороший огляд стану комп'ютерного розвитку в Англії наведено в доповіді конференції, що відбулася в Кембриджі в червні 1949 року і в якій взяли участь представники всіх британських груп разом з кількома людьми з європейського континенту. Відредагований передрук цього звіту можна знайти в Серії передруків MIT/Tomash для історії обчислювальної техніки.

## **Набуття досвіду програмування**

Усі перші розробники комп'ютерів виробили індивідуальне ставлення до способу підготовки програм і підтримки, яку слід пропонувати програмістам. Це було і в Англії, і в Сполучених Штатах. У Кембриджі ми бачили, що комп'ютер використовується для вирішення як великих, так і малих задач, але загалом ми робили наголос на малих задачах. Як тільки ми змогли, ми запропонували комп'ютер для використання в усьому університеті, і ми очікували, що потенційні користувачі навчатимуться самостійно програмувати. З цієї причини ми надавали великого значення тому, що пізніше стало відомо як методологія програмування.

Перфорована паперова стрічка використовувалася для введення в EDSAC, і з самого початку перші наші програми можна справедливо назвати як примітивну форму мови асемблера. Ми доклали багато зусиль для створення бібліотеки підпрограм. Початкова мета цього полягала в тому, щоб уникнути дублювання зусиль з боку програмістів. Однак невдовзі

стало зрозуміло, що використання бібліотечних підпрограм, які були добре перевірені заздалегідь, також мало сприятливий ефект, зменшуючи кількість програмних помилок. Д.Дж.Вілер (D.J.Wheeler), який приєднався до лабораторії як студент-дослідник незадовго до початку роботи EDSAC, зробив великий внесок у ці розробки, зокрема винайшовши автономну підпрограму.

У Кембриджі ми були незвичайними у тому, що надавали значення розвитку елегантної та зручної системи програмування. Можливо, це було тому, що розробка програмного забезпечення була в руках інженерної групи, яка відповідала за проектування та виготовлення машини. В інших місцях розвиток програмування було залишено на піклування математиків, які, як правило, вважали програмування математично тривіальним і не розглядали його як область, до якої можна застосувати логічне та інноваційне мислення. Я говорю про програмування в сенсі кодування, а не про числовий аналіз, який, як усі погодилися, є математичним предметом. Лише набагато пізніше, з появою мов програмування високого рівня, математики почали розглядати програмування як предмет, вартий їхньої уваги.

У Манчестері система програмування була розроблена Тюрінгом. Незважаючи на те, що вона була далеко не такою елегантною і орієнтувалася на потреби звичайного користувача, чий головний інтерес полягав у отриманні результатів, вона чудово справлялася з обслуговуванням у руках експертів. Особливий внесок Манчестера в мистецтво програмування як таке походить від того, що їхня машина мала магнітний барабан, який забезпечував постійне зберігання процедур і даних, з якими працював програміст. Хоча, як і в Кембриджі, в основному вирішувалися малі задачі, наголошувалося на можливості вирішення великих задач. Напрямок, який програмування взяло в Національній фізичній лабораторії, додатково ілюструє те, як характеристики окремих ранніх комп'ютерів впливали на вибір задач, які на них потрібно виконувати, і шлях розвитку мистецтва програмування.

Pilot Ace використовував перфокарти для введення та виведення даних та програм замість паперової стрічки, яка використовувалася в Кембриджі та Манчестері. Можна було пробити дванадцять чисел у двійковій формі на одній картці, а потім зчитати їх назад у комп'ютер; у кожному випадку дія була виконана протягом одного проходу картки. Це було досить швидко, щоб дозволити використовувати карти як форму допоміжного сховища, яке можна використовувати для резервного копіювання ультразвукового сховища. Виявилось, що можливість використання перфокарт зробила Pilot Ace дуже придатним для завдань лінійної арифметики, особливо розв'язування одночасних алгебраїчних рівнянь і обчислення власних значень матриць. Такі проблеми привернули інтерес Дж.Х.Вілкінсона (J.H. Wilkinson), який швидко здобув міжнародну репутацію за цей вид обчислень і був автором відомої книги з лінійної алгебри.

## Друга половина історії

Події в Сполучених Штатах були дуже схожі на події в Англії. Насправді, пишучи про ранні розробки комп'ютерів в Англії, я усвідомлюю, що розповідаю лише половину того, що насправді є спільною історією. Зв'язки між Сполученими Штатами та Великою Британією тоді були дуже тісними – як і досі – і події в одній країні неможливо правильно зрозуміти без посилання на іншу. Я закликаю всіх, хто зацікавлений в отриманні більш збалансованого погляду на ранній період, ніж я можу дати тут, повинен прочитати відповідні розділи моєї книги «Мемуари комп'ютерного піонера» (MIT Press 1985) - *Memoirs of a Computer Pioneer*, (MIT Press 1985).

Першим американським комп'ютером, який працював, був SEAC у Національному бюро стандартів у Вашингтоні, округ Колумбія, який запрацював у 1950 році. Невдовзі за ним послідував SWAC, побудований у Лос-Анджелесі також для Національного бюро стандартів (National Bureau of Standards). У Сполучених Штатах, як і в Англії, різні групи розробили власні індивідуальні підходи до методології програмування та до вибору задач. На жаль, ані мій опис, ані наявний час не дозволяють мені стежити за цими подіями далі.

В обох країнах робота піонерів призвела до комерційних розробок. В Англії машину Manchester комерціалізувала Ferranti Ltd., EDSAC — Leo Computers, Ltd., a Pilot Ace — English Electric, Ltd.

Європейські країни тільки почали оговтуватися від розладу, спричиненого війною - пам'ятайте, що я пишу про дуже ранній період, а саме, 1946-50 роки - і не брали участі в перших розробках комп'ютерів. Робота, виконана Конрадом Цузе в Німеччині під час війни, стала відома у Великобританії та США лише набагато пізніше. Оглядаючись назад, здається, що розробка перших комп'ютерів йшла дуже швидко, хоча тим, хто пережив цей період, це так не здавалося. Усі машини, про які я згадав, почали працювати приблизно через рік одна від одної, інші не відставали. За природою речей завжди обговорюватимуться пріоритети та висуватимуть претензії, але практичні наслідки розбіжностей у термінах були незначними.

Міжнародний симпозіум про внесок європейців в еволюцію та досягнення комп'ютерних технологій  
"Комп'ютери в Європі. Минуле, сьогодення та майбутнє", Київ, Жовтень 5-9, 1998

International symposium on the contribution of Europeans to the evolution and the achievements of computer technology

"Computers in Europe. Past, Present and Future", Kyiv, October 5-9, 1998

<http://www.icfcst.kiev.ua/Symposium/Proceedings2/Wilkes.pdf>

[http://www.icfcst.kiev.ua/Symposium/Proceedings2/Wilkes\\_ukr.pdf](http://www.icfcst.kiev.ua/Symposium/Proceedings2/Wilkes_ukr.pdf)