

Музей історії комп'ютерів в Силіконовій долині

**Computer History Museum
R|EVOLUTION
The First 2000 Years of Computing**

Адреса Музею:

Computer History Museum
1401 N. Shoreline Blvd
Mountain View, CA 94043
США

e-mail: info@computerhistory.org

tel.: 650 810 1010

сайти: <http://www.computerhistory.org/>

<http://www.computerhistory.org/exhibits/>

<http://www.computerhistory.org/babbage/>

В Інтернеті подається за назвою: **Computer History Museum.**

В путівнику по Музею наведено перелік спонсорів. Першими стоять внески по 10 мільйонів доларів, зокрема, серед них Білл Гейтс та його дружина – засновники Музею. За доброчинність Гейтсу висловлена подяка окремо. Є чималі анонімні внески, або в пам'ять про когось чи щось.



1. Фото 25.01.2012 р.

16 грудня 2011 року та 25 січня 2012 року мені пощастило відвідати Музей історії комп'ютерів в Силіконовій долині недалеко від Сан-Франциско, штат Каліфорнія, США. Він був відкритий 2003

року у новому спеціально обладнаному приміщенні. Колекція Музею налічує понад 3000 експонатів; у експозиції демонструються фільми, відео, фотографії, документи.

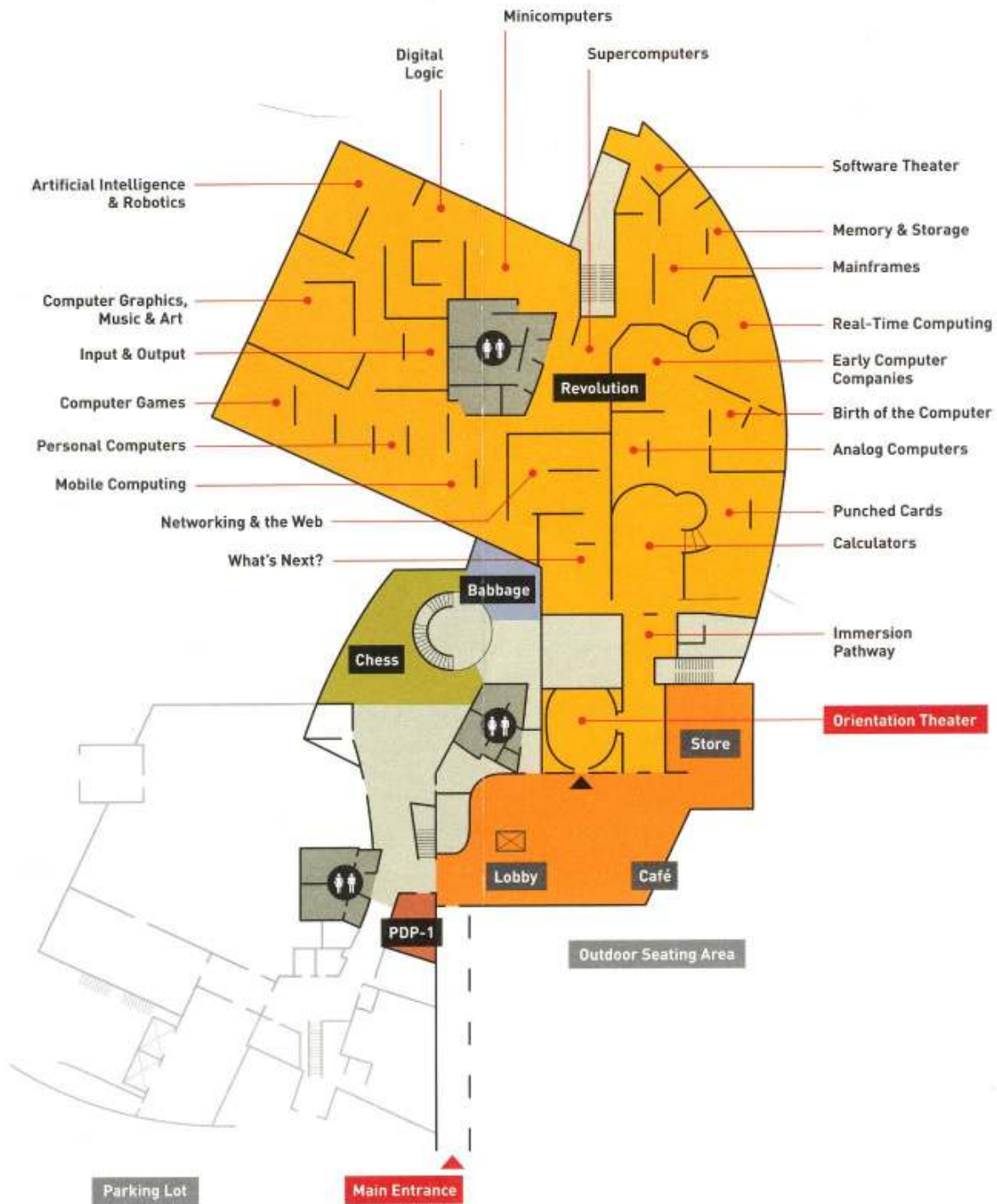


2. Центральний вхід до Музею історії комп'ютерів R | EVOLUTION



3. Біля входу в Музей. Фото 16.12.2011 року

На фото авторка тексту Міщенко Н.М., ветеран Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, яка ділиться своїми враженнями після відвідування Музею історії комп'ютерів, що в Силіконовій долині США.



4. План розміщення розділів у Музеї історії комп'ютерів

Lobby – оформлення платні за вхід: \$15 – для працюючих і \$12 – для пенсіонерів.

Праворуч – кафе і книжковий кіоск.

Наводимо перелік секцій (розділів) українською мовою в порядку праворуч-вгору-ліворуч, розділяючи назви секцій символом ";": **кінотеатр**, де звучить стисла кількахвилинна розповідь про Музей – вона повторюється з перервою приблизно кожні 20 секунд; **стежка занурення** (у світ комп'ютерів), яка веде повільно вгору таким чином, щоб, увійшовши до зали з експонатами, глядач опинився над рівнем основної частини зали; **калькулятори і машина Бабіджа**, розміщені на підвищенні, звідки троє східців ведуть униз до Перфокарт; **аналогові машини; народження комп'ютерів; ранні комп'ютерні компанії; обчислення в реальному часі; універсальні комп'ютери; пам'ять&пристрої пам'яті; програмування; суперкомп'ютери; мінікомп'ютери;**

двійкова логіка; штучний інтелект&роботи; комп'ютерна графіка, музика&мистецтво; введення&виведення; комп'ютерні ігри; персональні комп'ютери; мобільні комп'ютери; мережі&Веб. Що далі?

Музей поділено на окремі секції перегородками без дверей, у залі немає службовців. Усе автоматизовано – можна натиснути кнопку гучномовця і одержати пояснення. Біля деяких експонатів пояснення звучить постійно з перервами в кілька секунд. Є екскурсовод, який збирає на вході до зали охочих у групу не більше 6 чоловік у рахунок вхідної платні. Пояснення здебільшого зрозумілі й нефахівцям у комп'ютерних науках.



5. Orientation Theater

У багатьох приміщеннях стіни чорні, як це ми бачимо у кінотеатрі. Стежка занурення теж має чорні стіни. Музей вражає дизайном, звуковими поясненнями про той чи інший пристрій з паралельним текстовим супроводом, який біжить по стрічці синхронно зі звуком, і звичайно ж, із підписами. Експонати розміщені таким чином, щоб кожен більш менш об'ємний експонат зі звуковим супроводом був відгороджений від інших об'єктів різними архітектурними конструкціями. Коли слухаєш пояснення, то звуки з сусідніх "кабінок" не заважають.

У залі для коротких кількахвилинних фільмів обладнані невеликі приміщення з дашком, але без задньої стіни.

Експонати – це малогабаритні калькулятори, копії комп'ютерів, фрагменти перших великих комп'ютерів і новітня комп'ютерна техніка, тексти.

Експонатів з СРСР та з нових держав, що постали на теренах Радянського Союзу на початку 90-х років минулого століття, у Музеї історії комп'ютерів немає. Після візитів до Музею ми подарували до його збірки гарно видану книгу Б.М. Малиновського "Зберегти довічно" українською та англійською мовами.

Експонати Музею переважно є подарунками фундацій, корпорацій, фірм та окремих осіб. Багато експонатів подаровані іншими музеями США та Європи. Кожний експонат супроводжується інформацією про дарувальника або власника – установу, особу чи інший музей, які надали його

для експонування. Путівник по Музею подає список основних донорів. Там же наголошується, що побудова Музею стала можливою завдяки щедрості Біла Гейтса.

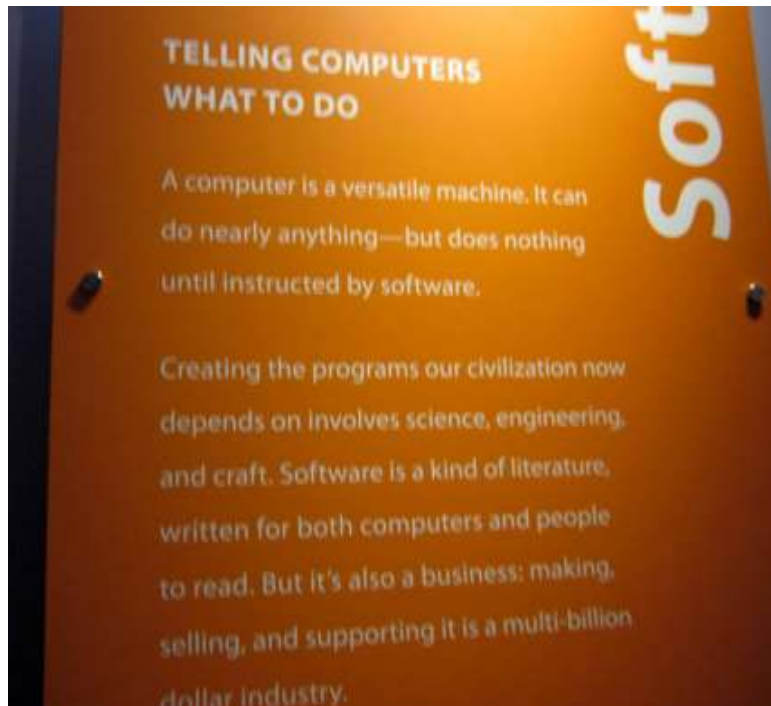
Основна інформація про перші комп'ютери у США та Європі є у книзі Б.М. Малиновського "Очерки по истории компьютерной науки и техники в Украине" (Київ "Феникс", 1998, 452с.) у розділі "Из мировой истории цифровой вычислительной техники". Є деяка інформація і в Інтернеті.

Добута в Музеї інформація – це фото експонатів та написів на планшетах, що супроводжують експонати (**далі в тексті ці написи перекладені українською мовою і взяті в прямокутні рамки**). Після знайомства з музейною експозицією виникає велике бажання дізнатися більше про винахідників та обставини, які привели їх до того чи іншого винаходу. В США не бракує історичної літератури з історії комп'ютерної техніки, яка викладається в університетах.

Загальновідомим є той факт, що Друга світова війна стала потужним каталізатором, який прискорив розвиток комп'ютерної техніки у всьому світі.

Кожен розділ Музею починається стендом жовтого кольору з назвою та стислою анотацією. Насамперед зацікавив розділ про програмування: що там може бути представлено? Адже мова йде про віртуальні об'єкти – програми! По дорозі до цього розділу прослухала розповідь про COLOSSUS – британські комп'ютери, які розшифровували військові депеші німецької армії та ставки Гітлера під час Другої світової війни. Та про це – пізніше.

ПРОГРАМУВАННЯ

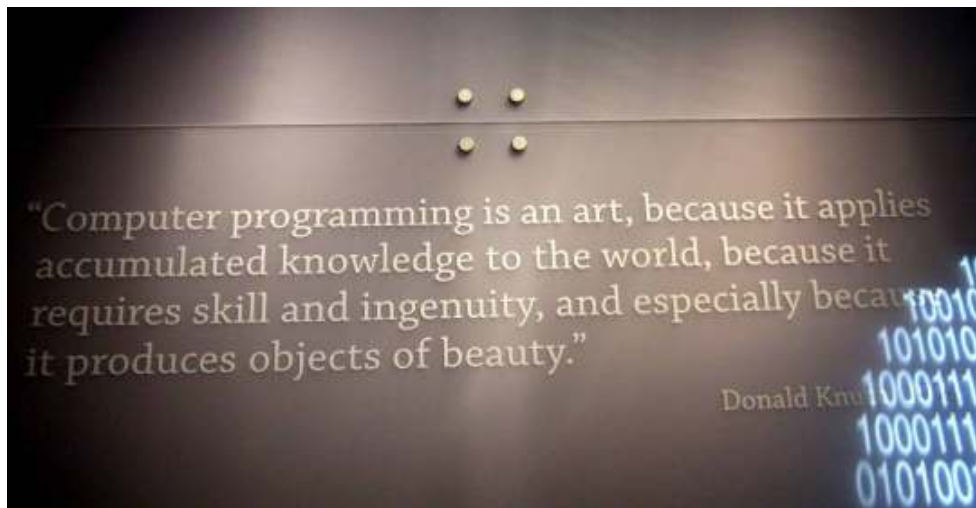


6. Наказ комп'ютеру, що робити

Комп'ютер – машина різнобічно обдарована. Вона може робити майже все – але нічого не зробить, якщо не матиме програмових інструкцій.

Створюючи програми, наша цивілізація має залучати науку, інженерію та майстерність. Софтвар – це рід літератури, написаної для читання як комп'ютером, так і людиною. Але це також і бізнес: виготовлення, продаж і супровід. Це індустрія великих грошей – на багато мільярдів доларів.

Відомо, що у 1990-х роках прибутки від продажу програмних продуктів у світі перевершили прибутки від продажу обчислювальної техніки.



7. Комп'ютерне програмування – це мистецтво, тому що пропонує світові акумульовані знання, тому що вимагає уміння і винахідливості і особливо тому що продукує об'єкти краси. Дональд Кнут 1974

Програмування в Музеї представлено трьома засобами:

- звук – натиснувши трикутник на стенді, можна послухати розповідь, зокрема, Дональда Кнута про те, як він став програмістом;
- короткий кінофільм, що відображає еволюцію програмного забезпечення: машинні коди, асемблери, алгоритмічні мови;
- схема (дерево) 150-ти мов програмування, яка показує виникнення та еволюцію мов, починаючи з 1954 року.



8. Програмування: стиль і помилки

Ліворуч зверху бачимо Дональда Кнута замолоду (нар. 1938 року). Його тема: "Звільнення від помилок". Нижче на стенді Дон Кнут і Jamie Zawinski дискутують на тему "Філософія програмування". Праворуч Zawinski говорить про стиль.

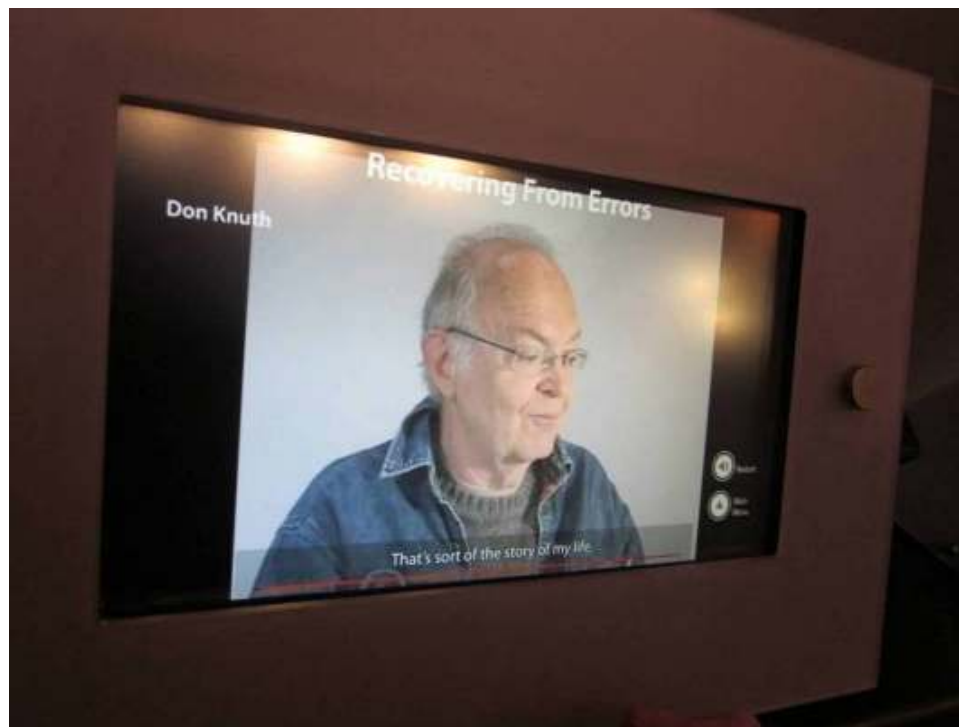
Послухати Дона Кнута на тему "Звільнення від помилок" можна у віртуальному Музеї історії комп'ютерів за адресою:

<http://www.computerhistory.org/revolution/the-art-of-programming/9/357/2277>

Переклад розповіді Дональда Кнута подано нижче українською мовою.



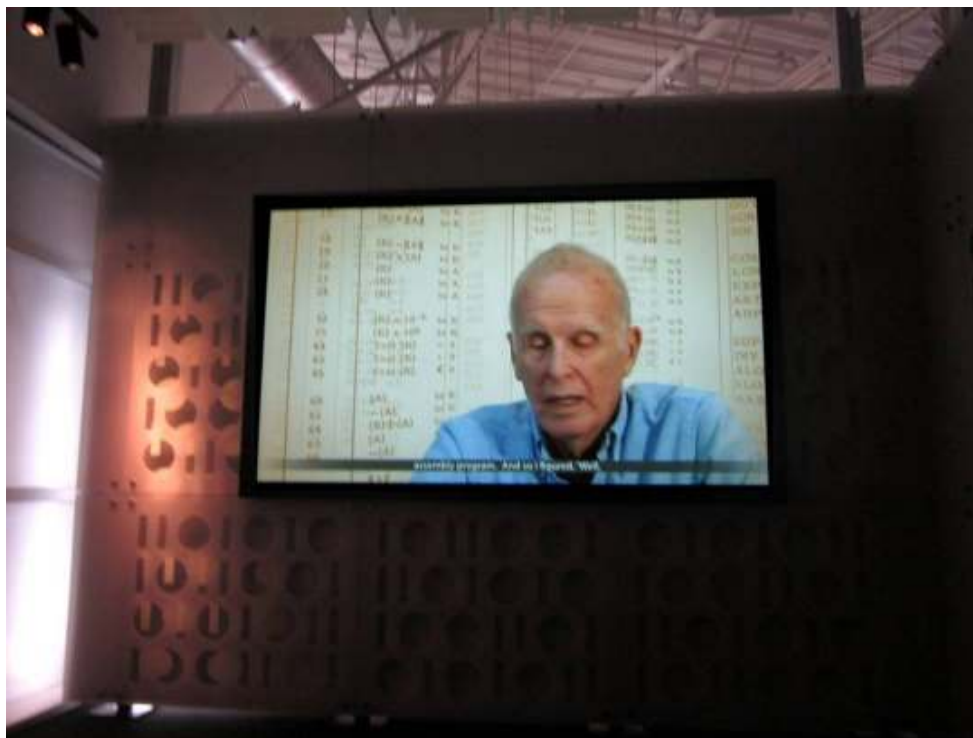
9. Буду слухати Дональда Кнута.



10. Програмування. Дональд Кнут. Звільнення від помилок.

Говорить Кнут: "Це була любов з першого погляду, я міг сидіти всю ніч з машиною і гратися з нею. Я написав свою першу програму для 650 (IBM), здається, навесні, коли я був першокурсником, і налагоджував її вночі. Пам'ятаю, що перша моя програма мала 60 машинних команд. Це була програма знаходження простих множників числа. Моя перша програма навчила мене багато чому щодо помилок, які я робив у майбутньому, та їх пошуку. Це і є історія мого життя: робити помилки і намагатися їх виправити".

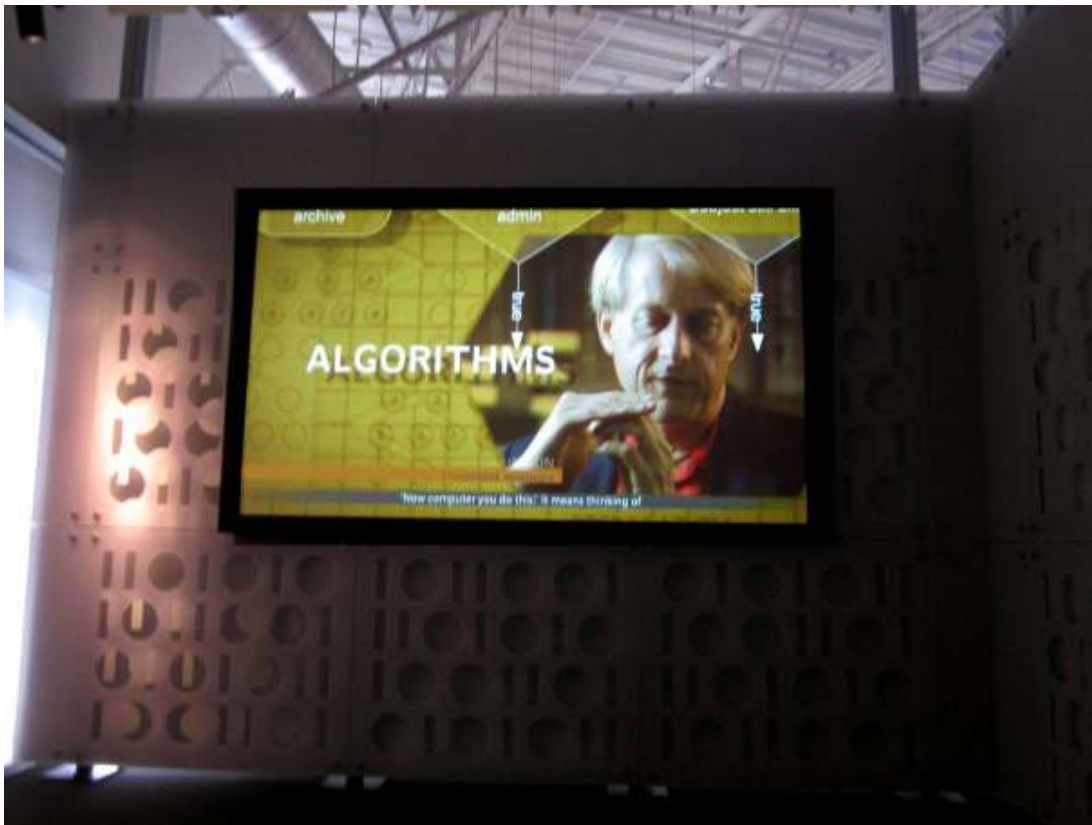
ФІЛЬМ



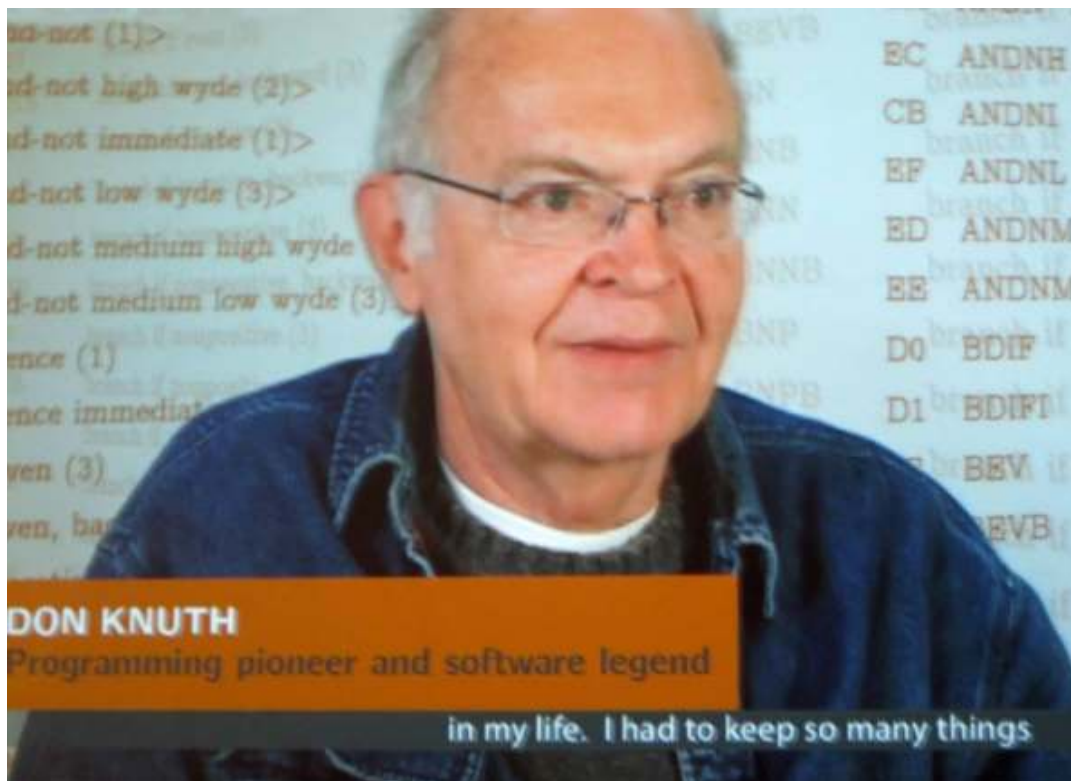
11. Кадр з фільму. Говорить Джон Бекус (нар. 3.12.1924) – автор Фортрану



12. Кадр з фільму. Говорить Grady Booch (нар. 27.02.1955) – об'єктно-орієнтоване програмування і проектування



13. Кадр з фільму

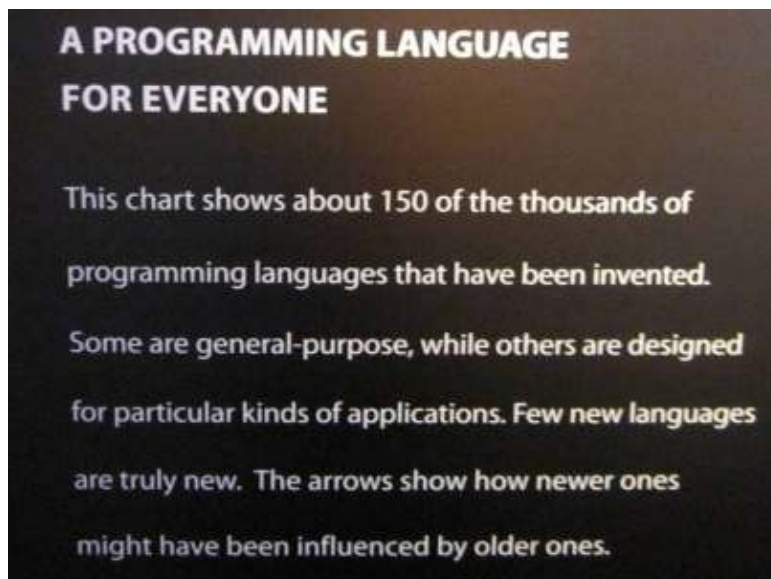


14. Кадр з фільму. Говорить Дональд Кнут



15. Кадр з фільму. Фрагмент дерева мов програмування

МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ



16т. **Мови програмування для кожного.** На дереві нижче представлено понад 150 із приблизно тисячі створених мов програмування. Деякі з них універсальні, інші розроблені для спеціальних завдань. Мало нових мов є насправді новими. Стрілки показують, під впливом яких мов формувалися нові мови. Унизу – роки виникнення чи формування мов.

Мови програмування подані на чорній стіні у вигляді дерева.

У статті є дані про те, що 1954 року співробітники Інституту прикладної математики АН СРСР С.С. Каминін і Е.З. Любимський створили першу програмуючу програму ПП-1 для машини "Стрела" на основі операторних схем О.А. Ляпунова. 1955 року на основі ПП-1, як прототипу, для машини Стрела-1 була розроблена програмуюча програма ПП-2 під керівництвом М.Р. Шура-Бури розширеним колективом програмістів, що включав авторів ПП-1.

Отже, терміни виконання ПП-1 і ПП-2, відповідно 1954 і 1955 роки, збігаються з роками, указаними на дереві мов у Музеї історії комп'ютерів внизу проти цих ідентифікаторів. Замість вхідної мови – операторних схем О.А. Ляпунова – подані програмуючі програми, а факт еволюції ПП2 з ПП1 виражено на дереві стрілкою.

А тоді, відразу після відвідин Музею історії комп'ютерів, шукаючи підтвердження нашого можливого авторства знайомих аббревіатур, я згадала про те, що у 1959 році Обчислювальний центр АН УРСР у Києві відвідала американська делегація, члени якої цікавилися роботою ОЦ, автоматизацією програмування, знайомилися з ЕОМ "Київ", спецмашиною СЭСМ, а також з роботами по розпізнаванню символів. Їхніми співрозмовниками були директор ОЦ В.М. Глушков і всі завідувачі відділів. Під час розмови делегатів з завідуючою відділом програмування К.Л. Ющенко були присутні Л.І. Іваненко та О.А. Летичевський.

І хоча уже відомо, що ми не маємо відношення до дерева мов програмування у Музеї історії комп'ютерів, все ж наводжу список делегатів, які першими познайомилися з результатами розроблення комп'ютерів в СРСР і оприлюднили їх у США у вигляді статей з фотографіями і детальним описом наших комп'ютерів. До складу американської делегації, яка відвідала ОЦ АН УРСР 28 травня 1959 року, входили такі особи:

Morton M. Astrahan (?–1999), International Business Machine Corporation, Chairman of the delegation. Past Chairman of National Joint Computer Committee (NJCC);

Samuel N. Alexander (?–1967), National Bureau of Standards, United States Government Agencies;

Paul Armer (1924–?), The RAND Corporation, Vice Chairman, NJCC;

Lipman Bers (1914–1993), Institute of Mathematics, New York University, Interpreter;

Harry H. Goode (1909–1960), University of Michigan, Bendix Systems Division, Chairman, NJCC;

Harry D. Haskey (?–1995), University of California, Vice Chairman, Association for Computing Machinery;

Morris Rubinoff (1917–2003), The Philco Corporation, Chairman, Computing Devices Committee, American Institute of Electrical Engineers;

Willis H. Ware The Rand Corp., Chairman, Professional Group on Electronic Computers of the IRE.

Willis H. Ware – єдиний з усіх делегатів 1959 року, про якого інформацію в Інтернеті подав Музей історії комп'ютерів. Він є співавтором та редактором статті-звіту про відвідання СРСР. У звіті з ОЦ УРСР наведено коротку інформацію про машини "Київ", "СЭСМ", спеціалізовану аналогову машину Пухова, прилад для читання символів Ковалевського В.А. і фотографії перелічених об'єктів. І жодного слова про автоматизацію програмування. Отже, як попали аббревіатури ПП-1 і ПП-2 у Музей історії комп'ютерів, залишалося у той час невідомим.

Стаття-звіт про перебування делегації вчених США в СРСР доступна в Інтернеті в таких журналах:

http://www.eecs.berkeley.edu/~alanmi/publications/other/ware_acm59.pdf

Soviet Computer Technology – 1959.

IRE Transactions on Electronic Computers. Vol. EC-9, March, 1960, N.1. pp.72-120.

http://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM2541.html

Soviet Computer Technology – 1959.

Computer Science Department. The RAND Corp. RM-254. March 1, 1960. Santa Monika. California.

http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/indices/a-tree/w/Ware:Willis_H=.html

Soviet Computer Technology - 1959. Commun. ACM 3(3): 131-166 (1960)

Статті відрізняються тільки фотографіями: для фірми The RAND Corporation, де працював тоді Willis H. Ware, це був звіт з фотографіями техніки.

Доступна ще одна стаття, де Willis H. Ware із співавтором Wade B. Holland переклали деякі статті із збірників "Проблемы программирования" вып. 5-8.

SOVIET CYBERNETICS TECHNOLOGY: I. SOVIET CYBERNETICS, 1959-1962.

Адреса: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/409521.pdf>

Є стаття Edwards A. Feigenbaum – делегата 1-ого конгресу IFAC, що відбувся в Москві літом 1960 року, про стан комп'ютерних справ у кількох містах Радянського Союзу. Делегат приїжджав до Києва і мав бесіду з В.М. Глушковым:

Edwards A. Feigenbaum "Soviet Cybernetics and Computer Sciences - 1960", IRE Transactions on Electronic Computers. 1961. - pp. 759-776.

Слід зазначити, що у США не бракує літератури про розвиток комп'ютерних наук на теренах колишнього Радянського Союзу. Зокрема, професор Seymour (Sy) Goodman (Georgia Institute of Technology, Atlanta, CA) спеціалізувався на описах комп'ютерної техніки та програмування у різних країнах світу, у тому числі і в СРСР. У його списку із 101 посилання 26 – статті про нашу техніку і програмування.

Наводимо лише 4 із цих 26-ти, до яких в Інтернеті немає вільного доступу:

S.E. Goodman. *Software in the Soviet Union. Progres and Problems*. Edvances in Computers. Vol.18. Academic Press. – 1979. – pp. 231-287.

Wolcott and S.E. Goodman, "High-Speed Computers of the Soviet Union," IEEE *Computer*, Vol. 21, No. 9, (Sept. 1988), pp. 32–41.

Gregory D. Crowe, Seymour E. Goodman. *S.A. Lebedev and the Birth of Soviet Computing*. Found in: IEEE Annals of the History of Computing. March 1991. – pp. 4-24.

P. Wolcott and S.E. Goodman, "Under the Stress of Reform: High Performance Computing in the Former Soviet Union," *Comm. of the ACM*, Vol. 36, No. 10, October 1993, pp. 25–29.

Статті S.E. Goodman'a останніх років присвячені світовому кібертероризму.

Булева логіка. Клод Шеннон

Подасмо переклад текстів, розміщених на стенді у перших двох колонках ліворуч.



21. Як цифрова машина думає? Всі цифрові комп'ютери використовують бінарну систему нулів і одиниць та правила логіки, сформульовані (1850-ті р.) англійським математиком Джоржем Булем. Комп'ютер може представити двійкові цифри (біти) – нулі і одиниці – механічно з використанням шестерні чи позиціонування нерівності, або електромеханічно – напругою чи струмом. Математика, що лежить в основі, залишається тією ж. Послідовності бітів можуть бути представлені числами або літерами.

Булева логіка. Тільки 3 операції (and, or і not) можуть виконувати всі логічні функції. Так писав математик-самоук Джорж Буль у своїй роботі 1847 року "*Математичний аналіз і логіка*". В 1854 р., вже будучи професором математики в Королівському коледжі Ірландії, Буль розширив свою концепцію в роботі "*Investigation of the Law of Thought*" ("Дослідження закону мислення"). Десятки років ідеї Буля не мали застосування. Його робота ігнорувалася, доки не була застосована Шенноном в проектуванні телефонних комутаторів в 1930-х роках. Сьогодні вона називається Булевою алгеброю, основою числової логіки.

Джорж Буль (1815-1864) – англійський математик, що заклав фундамент логічної системи, яка зараз носить ім'я Булевої логіки. Його система логічних операцій базується на простих принципах і є основою сучасних комп'ютерів.

Третя колонка стенда присвячена Клоду Шеннону (1916-2001).

21. Булева логіка почала працювати

Клод Шеннон ознайомився з ідеями Джоржа Буля в філософському класі коледжу в 1930 році. Він розпізнав їх значення для реальних проблем. У дипломі на вчене звання магістра в MIT в 1937 році під назвою "*Аналіз перемикачів і перемикальні схеми*" Шеннон застосував Булеву алгебру до проекту логічних схем з електромеханічних реле.

Шеннон відомий також як автор статті 1948 року з теорії інформації "*Математична теорія комунікації*". Клод Шеннон не був першим, хто застосував логіку Буля. Віктор Шестаков запропонував аналогічні ідеї в 1935 році, але не опублікував їх до 1941 року, а потім опублікував, але російською мовою.

Довідка з Інтернету: *Віктор Шестаков (1907-1987) захистив дисертацію 28.09.1938 року. Тож він повинен був мати друковані праці до захисту; можливо, вони були засекречені.*



22. Клод Шеннон, фото бл. 1960 року. Студент-дипломник MIT'а написав свою дипломну роботу (Master's thesis) на тему Булевої логіки – проект релейного комп'ютера – монументальний крок до сучасних цифрових комп'ютерів.

СПИСОК комп'ютерів, розглянутих у подальшому викладі

Механічні калькулятори

Галілео Галілей (1564-1642), Італія. **Сектори**, кінець 1500-х років

Wilhelm S. Schickard (1592-1635), Німеччина. **Калькулятор**, 1621, 4 арифм. оп.

William Oughtred (1574-1660), Англія. **Лінійки** 1623, всі арифм. операції

Блез Паскаль (1623-1662), Франція. **Паскалін** 1642, додавання і віднімання

Електричні калькулятори переважали перед Другою світовою війною

Машина Чарльза Бебіджа: Різницева (1821-1834, 1846-1548),

Аналітична (1835-1946, 1856-1971); **Бebідж** (1791-1871), **Ада Лавлейс** (1815-1852)

Перфокарти (перед 1890 роком); Герман **Холеріг** (29.02.1860-17.11.1929), Бюро перепису

IBM – Томас Уотсон (17.02/1874-19.06.1956), президент фірми з 1914 року

Гарвард MARK-1, виг. 1937-1943 р., діяла 15 р. Говард Айкен (1900-1973), **IBM**, Кембрідж, штат Масачусетс

ABC (виг. 1939-1942), Джон Вінсент Атанасов (4.10.1903-15.06.1995), Кліффорд Беррі (1918-1963), **Університет штату Айова**

ENIAC – **Electrical Numerical Integrator and Computer** (виг. 1943-1945), діяла до 1955 р., Джон Преспер Еккерт (1919-1995), Джон Вільям Мочлі (1907-1980). **Моог школа** електроінженерії, штат Пенсильванія, м Філадельфія

SWAG (**Standards Western Automatic Computer**) (виг. 1950), US National Bureau Standards, Washington DC

IAS – **Institut of Advanced Study**, Princeton, штат New Jersey, (виг. 1951), Princeton, штат New Jersey, Джон фон Нейман (3.12.1903-1957)

JOHNIAC – **JOHN Integrator And Computer**, (виг. 1954), діяла 13 років, Джон фон Нейман, The RAND Corporation.

COLLOSUS – (виг. грудень 1943 – лютий 1944), розсекречений на початку 1970-х. Том Flowers (1905-1998), Алан Тьюрінг (1912-1954), Британія, Bletchley Park, Government Code&Cypher School.

Manchester Mark 1 (виг. 1946-1949), Freddy Williams, Tom Kilburn, Ун-т Манчестера, **Ferranti Mark 1** (виг. 1950-1951), 1-ий комерційний, 1951-1957 рр. продано 9 машин

EDSAC – **Electronic Delay Storage Automatic Calculator** (виг. 1946-1949), Моріс Уілкс (1913-2010), Cambridge, університет.

LEO computer (виг. 1950)

Pilot ACE – **Automatic Computing Engine** (дослідна модель), (виг. 1950 р.), діяла 5 років, Cambridge, Алан Тьюрінг (1912-1954)

Z1 1937, механічна, Конрад Цузе (1910-1995), Берлін

Z2 1939, механічна, Конрад Цузе, Берлін

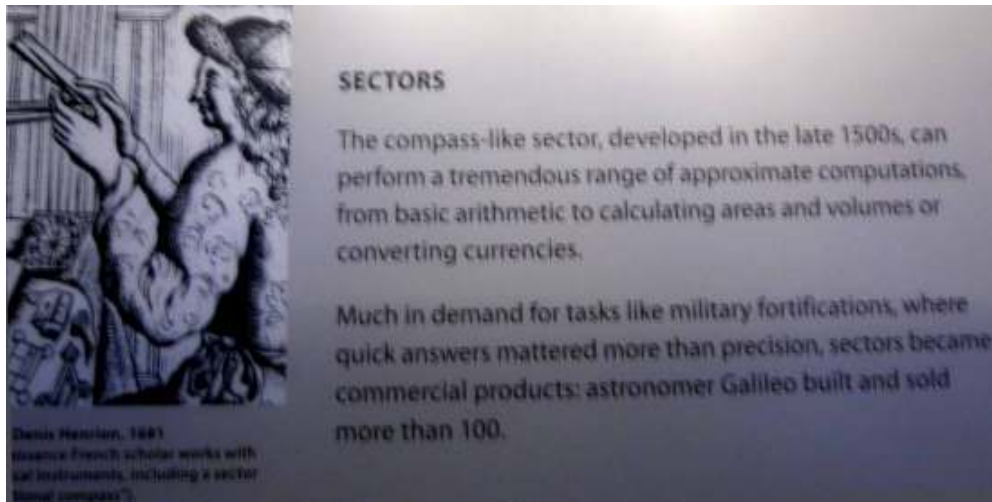
Z3 релейна, (виг. 1939-1941), Конрад Цузе, Берлін, розбита у війну.

Z4 релейна, пам'ять механічна, (виг. 1950), (викор. 1950-1960), Конрад Цузе, Гетінген, Інститут астронавтики Німеччини, Баварія, Цюріх

CRAY-1 1964, Сеймур Крей (1925-1996)

КАЛЬКУЛЯТОРИ

СЕКТОРИ Галілея

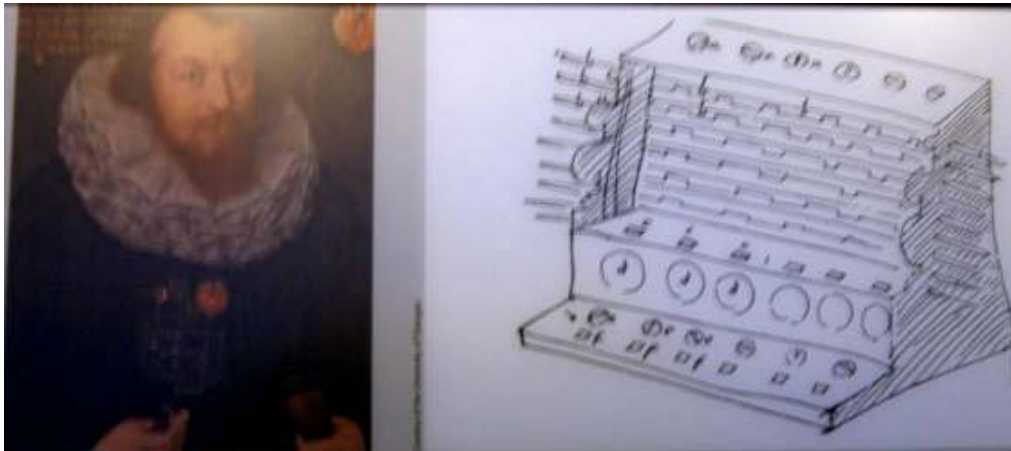


24. Сектори. Ненріан, французький вчений, працює з сектором, 1681 рік

Калькулятор, схожий на компас, виготовлений наприкінці 1500-х років Галілеєм (Італія), може виконувати багато наближених обчислень, починаючи з арифметичних і до обчислення площ та об'ємів або обміну грошей.

Корисний для задач типу військових фортифікацій, де швидка відповідь більше значить, ніж точність. Сектор став комерційним продуктом: астроном Галілео Галілей виготовив і продав понад 100 калькуляторів.

КАЛЬКУЛЯТОР Вільгельма Шикарда (Wilhelm S. Schickerd), 1621.



25. Калькулятор Шикарда, намальований автором у 1624 році

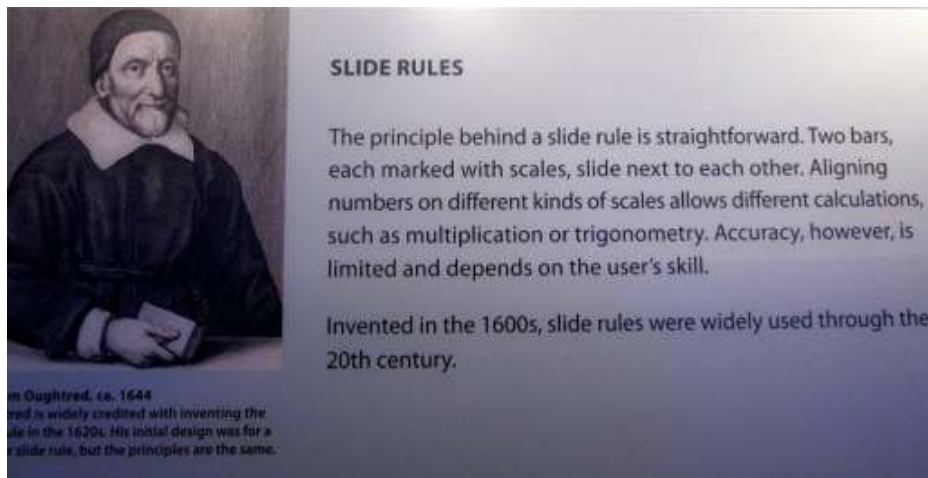
5. Лист від 1623 року від німецького астронома Вільгельма Шикарда до астронома Іоганна Кеплера є останнім збереженим записом про калькулятор, намальований автором у 1624 році.

Шикард об'єднав Napier's Bones для множення і ділення з системою зубчатих коліс для додавання та віднімання. Це найраніший відомий механічний калькулятор, що виконував чотири дії: додавання, віднімання, множення та ділення.

З Інтернету: Лист Шикарда до Кеплера був знайдений у Пулковській обсерваторії в С-Петербурзі.

Шикард був міністром, винахідником, лінгвістом, гравером, картографом, астрономом, математиком і професором університету. Серед багатьох його винаходів була машина – помічник у вивченні граматики старовірської мови.

Лінійки William Oughtred, 1623 рік

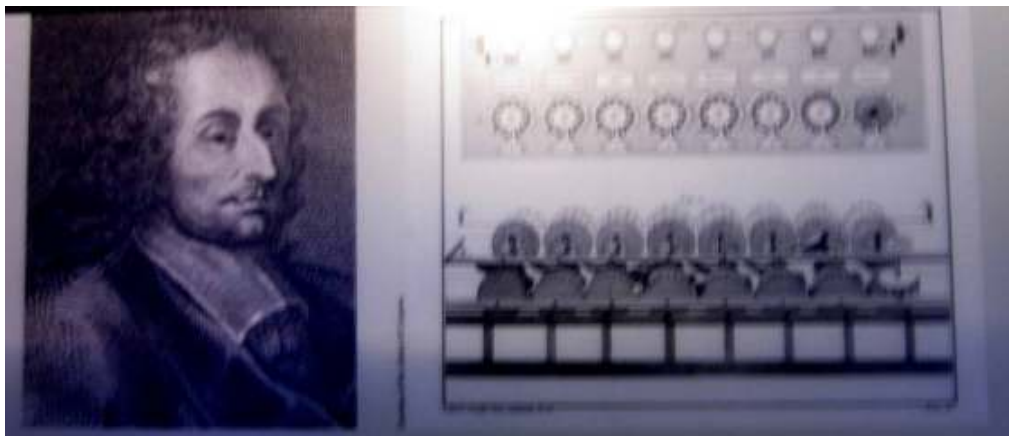


26. **Лінійки Вільяма Отреда, 1623 рік.** Принцип роботи лінійки простий. Дві лінійки зі шкалами рухаються одна відносно другої. Виставлені числа на різних шкалах показують різні результати обчислення. Лінійки неодноразово удосконалювалися різними вченими. Коли вона почала використовуватися у Франції в 1815 році, це було розцінено як революція.

За допомогою лінійок можна було множити, ділити, підносити до степеня, добувати корінь n -го степеня. Проте точність підрахунків обмежена і залежить від здібностей користувача.

Винайдені в 1620-х роках, лінійки широко використовувалися і в 20-му столітті.

ПАСКАЛІН Блез Паскаля, 1642



27. Дизайн калькулятора: рисунки Блеза Паскаля 1642 року (гравюра 1819 р.)

ПАСКАЛІН. Блез Паскаль – математик, фізик, демонстрував атмосферний тиск та існування вакууму. Пізніше звернувся до релігії, став теологом і філософом. Був гарним сином: у 1660-х роках для свого батька – збирача податків – зробив машину, яка могла додавати.

Паскаль виготовив понад 50 таких машин – "паскалінів", але продати вдалося лише 15.

Малюнок Паскаля показує контраст між красивим зовнішнім дизайном і слабким механізмом, що обмежувало його успіх як калькулятора

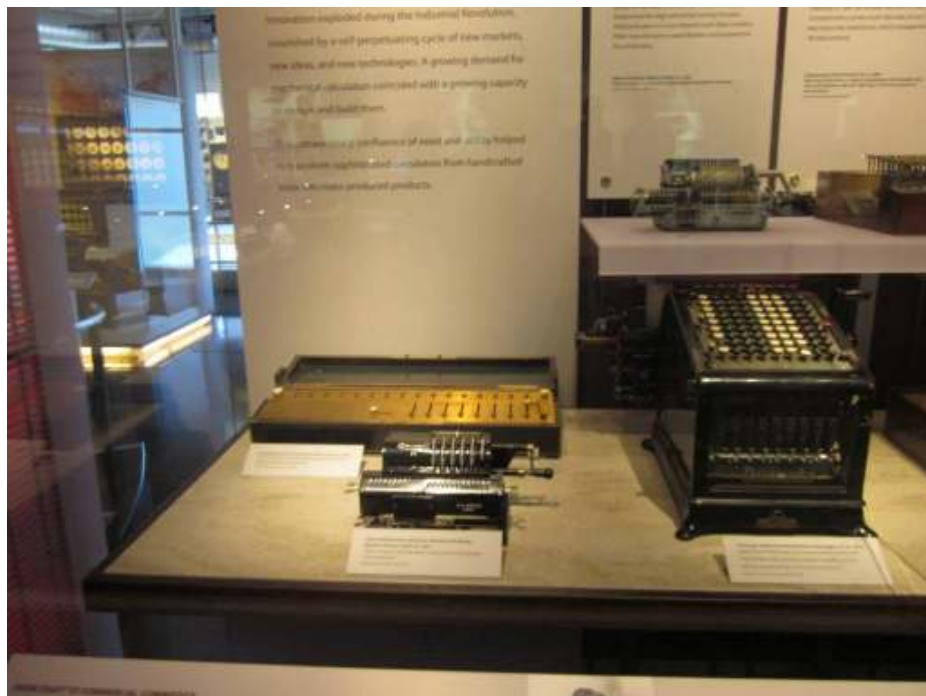
Настільні електричні калькулятори були наймасовішими засобами обчислення у першій половині 20-го століття. Обчислювальні центри використовували сотні калькуляторів, на яких працювали виключно дівчата та жінки. Особливо багато таких центрів постало перед Другою світовою війною у США. Були такі центри і в Радянському Союзі.

У Києві в Феофанії в Лабораторії Інституту математики АН УРСР, яка з грудня 1957 року стала Обчислювальним центром АН УРСР, у 1955-1958 роках працювала група з 10-ти дівчат-обчислювачів (і авторка у тому числі) на калькуляторах ReinMetal німецького походження під керівництвом математика Олександри Петрівни Святохи. Приймали на роботу обчислювачами дівчат з середньою освітою. Обслуговували МЭСМ – абревіатура повної назви російською мовою першої електронної обчислювальної машини в континентальній Європі: Малая Электронная Счетная Машина. Обчислювали за формулами для порівняння з результатами роботи МЭСМ по програмі обчислення за цими формулами. Це була перевірка правильності програм. У вільний час від роботи для МЭСМ обчислювали таблиці Коваленка Анатолія Дмитровича з Інституту будівельної механіки АН УРСР – згодом назву змінено на Інститут механіки.

Для обчислення різноманітних таблиць на калькуляторах повсюдно використовувався метод різниць як засіб усунення "важких" операцій множення та ділення, які замінювалися додаванням у випадку побудови таблиць значень поліномів.

Якщо поліном має степінь 1, то різниця між його значеннями є сталим числом. Це можна перевірити на простому прикладі. Отже, якщо визначити двох перших значень полінома і знайти різницю між ними, то всі наступні значення можна одержувати додаванням різниці до уже знайденого попереднього значення.

Якщо поліном має степінь n , потрібно знайти різницю між його першими значеннями, потім різницю різниць і т.д. На n -ому кроці різниця між значеннями буде сталою. Порахувавши значення полінома до одержання першої n -ої різниці різниць, для знаходження решти значень полінома можна користуватися n -ою різницею додаванням її до попередньої різниці послідовно аж до одержання значень полінома. Зрозуміло, що для обчислення значень складніших формул методом різниць потрібно знайти апроксимацію таких формул через поліноми.



29. Масове виготовлення калькуляторів. Протягом індустріальної революції народилися нові ідеї та нові технології. Зростаюча необхідність в механічних калькуляторах збіглася з новими можливостями їх проектування та виготовлення. Цей збіг допоміг перейти до масового промислового виготовлення електричних калькуляторів.



30. На знімку фото групи жінок-обчислювачів, за роботою яких стежить чоловік.



30. Ті ж обчислювачі, фото з іншої позиції (з Путівника по Музею історії комп'ютерів).

Машина Бебіджа (1821-1834). Charls Babbage (1791-1871)

31т. Революційна машина Бебіджа. Безпрецедентна. Неповторна. І не закінчена.

Навігатори 19 століття користувалися математичними таблицями, у яких траплялися помилки. Іноді втрачали весь флот через помилки в таблицях. Інженери, астрономи, банкіри та інші теж страждали через неточні таблиці. І Чарльз Бебідж вирішив виправити становище.

З 1821 року по 1834 рік британський математик та інженер Чарльз Бебідж працював над Різницевою машиною, щоб побудувати правильні таблиці. У 1834 році Бебідж переключився на розробляння потужнішої Аналітичної машини, про яку можна довести, що вона була першою у світі програмовною оригінальною машиною з окремими пам'яттю та обчислювальним пристроєм, з введенням інформації з перфокарт. 1848 року він перестав нею займатися, щоб удосконалити Різницеву машину, яку ідентифікують як Різницеву машину № 2.

Відкриття Бебіджа були революційними... але не здійсненими. A brilliant dead end.



Charles Babbage, circa 1830
Babbage held the prestigious Lucasian Chair of Mathematics at Cambridge from 1828 to 1839, and did important work in many areas besides mechanical calculation.

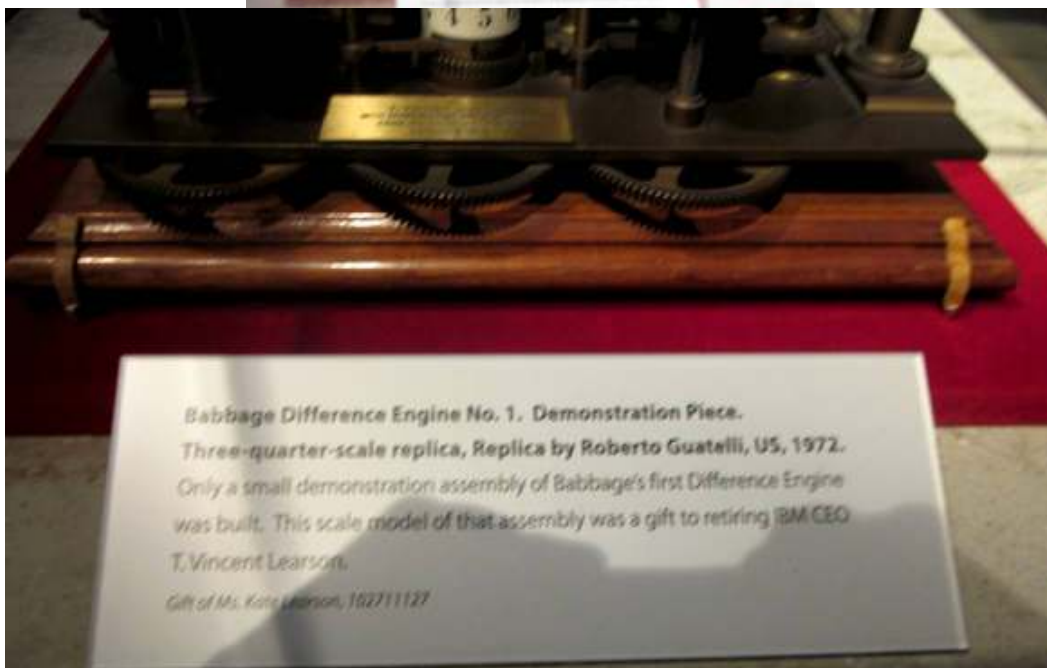
Augusta Ada King (née Byron), Countess of Lovelace, circa 1838
Ada Lovelace studied mathematics despite the social strictures of her era. She contributed to, and documented, Babbage's work before she died of cancer at the age of 36.

32. Чарльз Бебідж припл. 1830 р. Чарльз Бебідж займав престижну Lucasian кафедру математики в Кембриджі у 1828-1839-х роках. Крім роботи над обчислювальними пристроями, Бебідж виконував важливі роботи в інших областях науки.

Августа Ада Кінг (уроджена Байрон) графиня Лавлейс, припл. 1838 р.

Ada Lovelace вивчала математику. Вона сприяла в роботі Бебіджу, займалася документацією, морально підтримувала Бебіджа упродовж його життя, наповненого стражданням через неможливість здійснити мрію – побудувати Аналітичну машину.

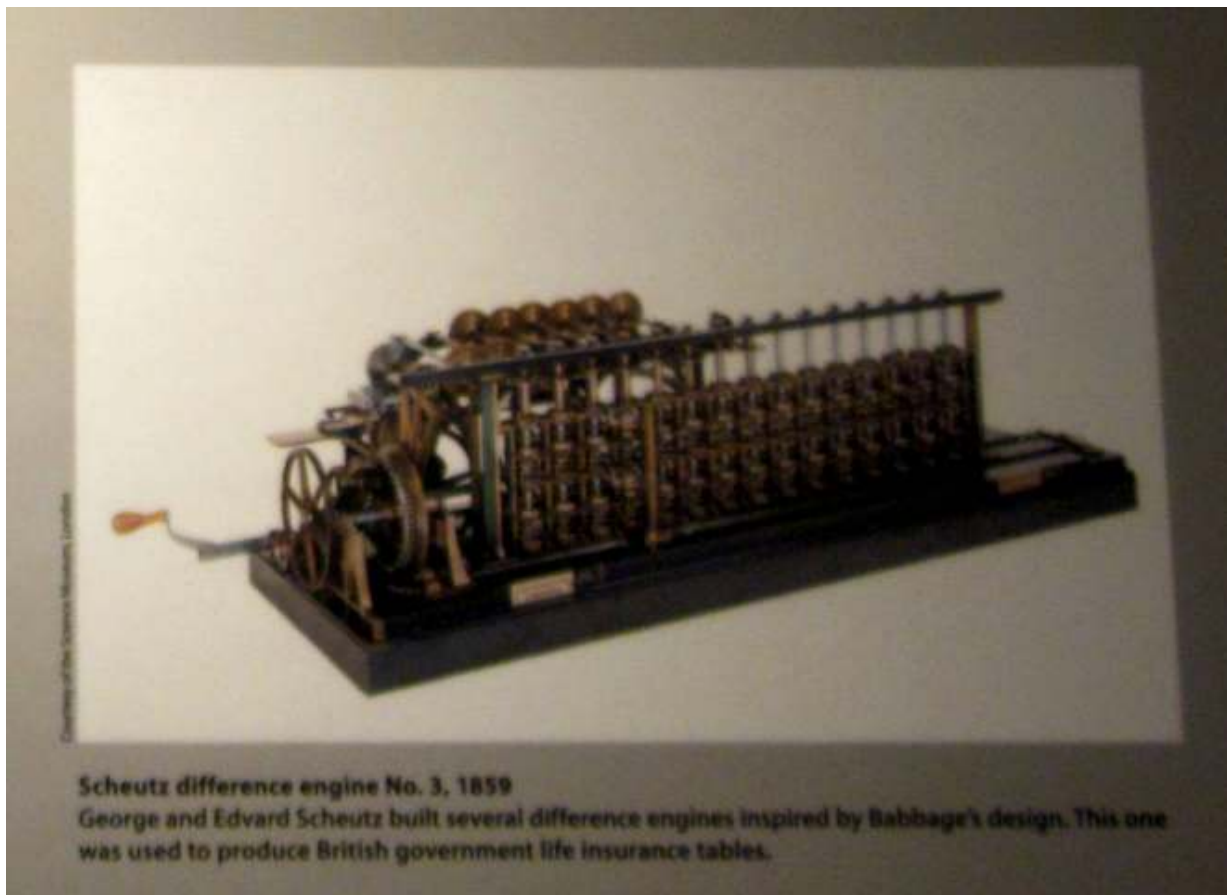
Інформація про машини Бебіджа починається дарунком Музею – копією у масштабі 3/4 діючого макета РМ-1, побудованого Бебіджем.



33. Різницева машина Бебіджа №1, виготовлена для демонстрації.

3/4-копія, виготовлена Roberto Guatelli, US, 1972. Ця копія була подарована співробітнику ІВМ CEO Т. Vincent Learson, коли він ішов на пенсію.

Дарунок Kate Learson



Scheutz difference engine No. 3, 1859

George and Edvard Scheutz built several difference engines inspired by Babbage's design. This one was used to produce British government life insurance tables.

34. Різницева машина № 3 Шойца, 1959.

Джорж і Едвард Шойци побудували кілька Різницевих машин за проектом Бабіджа. Ця машина використовувалася для побудови таблиць страхування життя на замовлення Британського уряду.

Завдяки люб'язності Музею Науки, Лондон

У 2002 року у Лондоні була виготовлена Різницева машина – 2 (PM-2). Вона складається з 8000 частин, важить 5 тон, і має 4 м довжини.

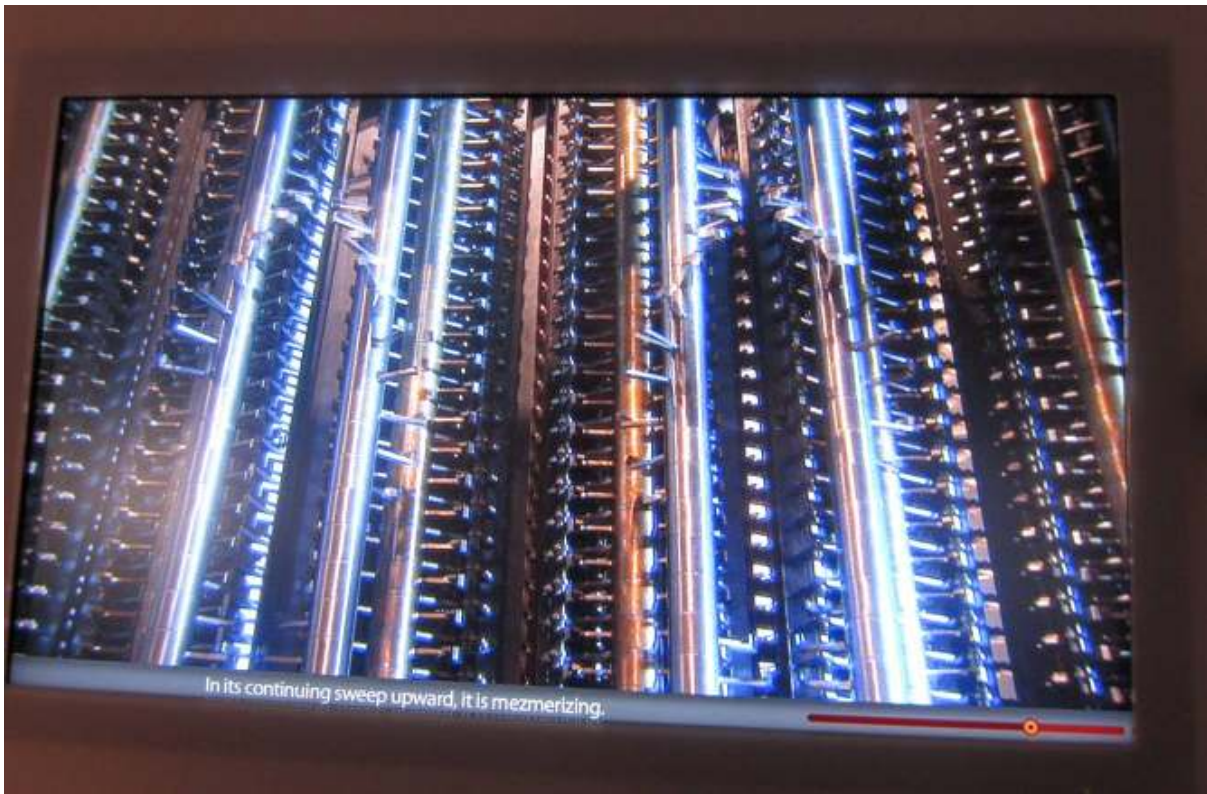
У 2008 році PM-2 була знову відтворена і подарована Музею історії комп'ютерів.

Демонструється короткий фільм, де показана робота машини Бабіджа PM-2. Машина чисто механічна і рухає її людина, крутячи вал. Але видовище дуже красиве, що відображають нижче подані два знімки з фільму, у якому зображено процес роботи PM-2. У Музеї історії комп'ютерів вона зачаровує глядачів, тоді як геніальний творець бачив її лише у снах.

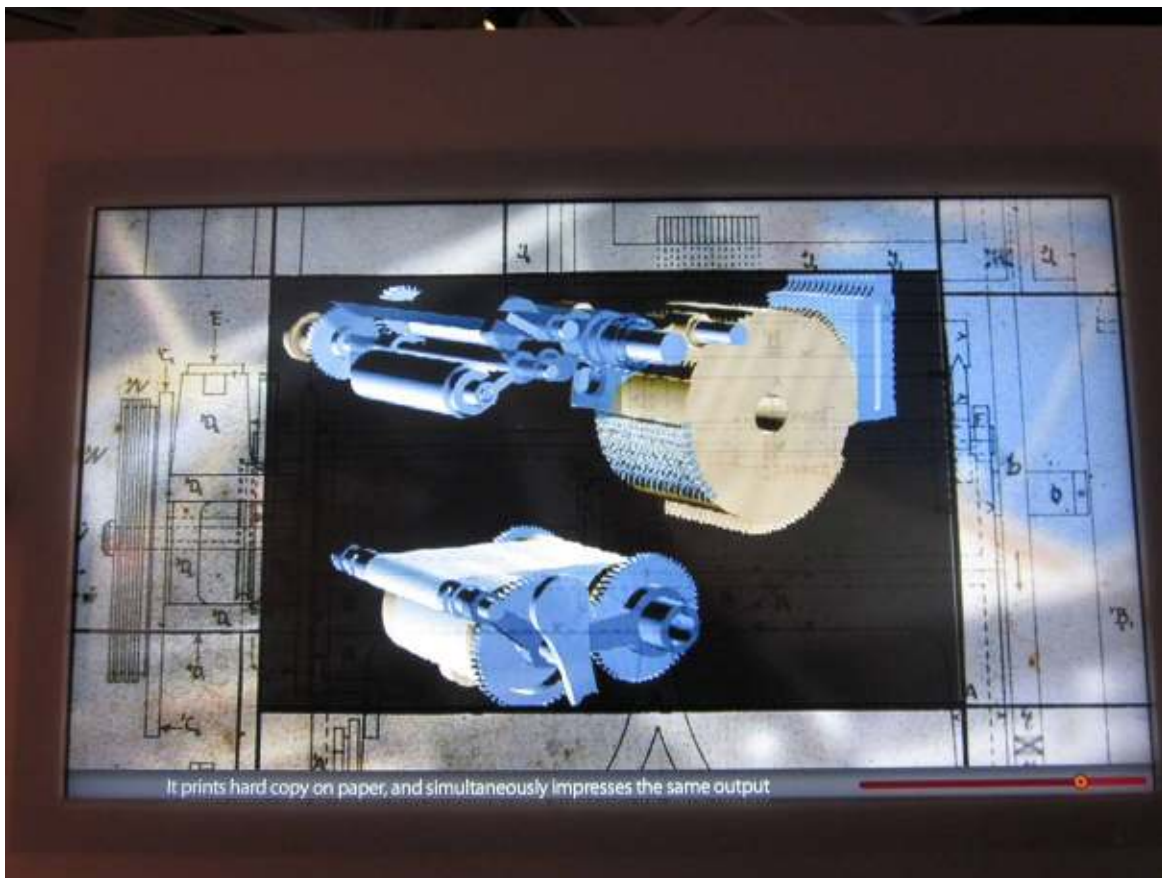
Фільм супроводжується коментарем вголос і біжучою стрічкою, уривки з якого попали на знімки. Фільм можна подивитися на сайті Музею за адресою

<http://www.computerhistory.org/babbage/>

Дані про життєвий і творчий шлях Чарльза Бабіджа і Ади Лавлейс із книг про історію комп'ютерів подано в **Додатку 1**.



35. Кадр з кінофільму. Напис: своїм рухом вгору вона гіпнотизує.



36. Пристрій для друкування результату на папері

Перфокарти

До винаходів 19-ого століття належать перфокарти. Вони з'явилися у США через необхідність обробляти результати переписів населення у США. Перший перепис там відбувся у 1790 році. Результат перепису – 3,9 мільйона чоловік.

З кожним новим переписом (через кожні 10 років) кількість громадян збільшувалася, і разом з тим підрахунок та класифікація громадян за статтю, віком тощо ставала дедалі важчою. Так, звіт про перепис 1880 року складав понад 21 тисячу сторінок, оброблення результатів перепису тривало 7 років.

Для перепису населення 1890 року Бюро переписів оголосило конкурс на кращий засіб удосконалення обробітку результатів перепису. Один із конкурсантів запропонував використовувати різнокольорові олівці для опису осіб, інший – різнокольоровий папір. В обох випадках обробіток результатів виконують люди. Виграв Герман Холеріт (Herman Hollerith) (1869-1929), співробітник Бюро переписів, який запропонував на спеціальних картках пробивати отвори відповідно до параметрів класифікації. Заповнення карток займало певний час, але підрахунок людей та їх класифікація були механізовані. Перепис населення США 1890 року виявив понад 62 мільйони чоловік, а оброблення інформації тривало лише 2,5 роки.

Система Холеріта – це лише один із численних прикладів того, що ми звемо офісними інформаційними технологіями. У США, крім того, було багато інших нововведень для офісів: друкарські машинки, системи звукозапису, папір різного сорту та призначення, касові апарати, сортувальні машини, канцелярські столи з ящиками для різних паперів тощо (дещо з переліченого можна побачити в експозиції Музею). Усе було новітнє на відміну від Британії, де промислова революція відбулася значно раніше і інформаційна технологія застаріла. До неї звикли, і тому нововведення у цій галузі відставали від заокеанських.

Згодом Холеріт вийшов із Бюро переписів, оскільки його машини були потрібні лише раз на 10 років, і зумів перепрофілювати свою фірму на Tabulating Machine Company, яка виготовляла перфокарти для використання у всіх офісах, що мали справу з накопиченням та переробленням інформації. Через проблеми зі здоров'ям він змушений був 1911 року продати свою фірму за \$2,3 мільйони, з яких йому дісталися \$1,2 мільйони. Після продажу фірма почала називатися Computing-Tabulating-Recording Company (C-T-R). Холеріт був свідком того, як ця фірма стала IBM. Помер у 1929 році і не бачив Великої депресії 30-х років, під час якої його фірма вижила і навіть стала легендою.

IBM (International Business Machines)

У 1928 році основними постачальниками офісних машин у світі були 4 фірми:

- Remington RAND виготовляла офісні машини для підготовки документів і продавала їх щорічно на 60 млн доларів;
- National Cash Register починала з касових апаратів у 1880-х і потім стала основним постачальником настільних офісних машин, мала щорічно 50 млн доларів прибутку;
- Burroughs Adding Machine Company виготовляла арифмометри і прості калькулятори, річний прибуток складав 32 млн. доларів;
- IBM виготовляла punch-card калькулятори, сума продажу яких переважала прибутки трьох попередніх.

Такому успіху фірма IBM завдячувала своєму власнику Томасу Уотсону.

37т. IBM Уотсона.

Під керівництвом Томаса Уотсона Ст. IBM була не просто компанією. Це був спосіб життя. І Уотсон був її гуру.

Це Уотсон в 1924 році перейменував **Computing Tabulating Recording Company** на **International Business Machines (IBM)**. Це він як керівник IBM до 1956 року викував наполегливість IBM в досягненні ефективності і успішному обслуговуванні користувачів. Його гасло THINK – у кожний офіс IBM.

38т. **R&D = \$.** Том Уотсон розумів, що продовження успіху вимагає постійних інновацій. Він побудував дослідні лабораторії під час Депресії, і часто одну і ту ж проблему ставив перед кількома конкуруючими групами і вибирав найкраще рішення. У 1932 році Уотсон також відкрив школу IBM для тренування колективу, вбачаючи успіх в об'єднанні високоякісного продукту з якісним продаванням.



39



40. Том Уотсон, Ст. зустрічається з Гітлером, липень 1937

Дискусійна зустріч Уотсона з Гітлером відбулася незадовго до того, як він одержав медаль за постачання до Німеччини пристроїв для табуляції. Пізніше Уотсон повернув медаль.
 @ The Associated Press



41. Будівля Endicott-школи, 1944

Шкільний будинок IBM відкритий 1932 року, за рік після формального відкриття Уотсоном Відділу Освіти IBM. Завдяки люб'язності IBM Corporation Archives



42. Endicott-школа продажу

Уотсон спроектував багато гасел, щоб прояснити наміри ІВМ. Зверніть увагу: на знімку на правій стіні гасло: "Продавець – це людина, що продає".

Завдяки люб'язності IBM Corporation Archives



43. **Том Уотсон, фото Йосипа Карша, 1949.** Карш, вірменський емігрант до США, був легендарним фотографом. Серед тих, кого він фотографував того року, були: Папа Пій XII, Бертран Рассел і прем'єр-міністр Індії Джавахарлал Неру. *Завдяки люб'язності IBM Corporation Archives*

Фундатор і довголітній президент фірми ІВМ Том Уотсон народився в Кемпбеллі, Нью-Йорк, 1874 року в сім'ї фермера. У 8 років Уотсон пішов до комерційного коледжу і після його закінчення став бухгалтером з тижневим заробітком \$6. Він не любив сидячої роботи, і скоро став продавцем піаніно та органів за \$10 на тиждень.

Проте він вважав, що заслуговує на кращу роботу, і йому вдалося в 1895 році влаштуватися продавцем касових апаратів у фірмі NCR (National Cash Register Company), у якій було кілька сотень продавців. Хазяїн фірми написав підручник для продавців, який Уотсон почав вивчати, вчився також у досвідчених продавців, відвідував фірмову школу і зрештою став успішним продавцем.

У 33 роки він уже менеджер з продажу і лектор у фірмовій школі для продавців. Патерсон, власник фірми, був дуже вигадливий щодо способу ведення бізнесу. Він був автором лозунгів типу: "ever onward; he who stops being better stops being good"- "завжди вперед; той, хто перестав ставати кращим, перестає бути хорошим". Уотсон придумав коротший лозунг – єдине слово T-N-I-N-K (ДУМАЙ) і повісив дощечки з цим словом у всіх філіалах фірми NCR.

До початку 1911 року стало очевидним, що Уотсон буде генеральним менеджером фірми. Примхливий Патерсон, не довго думаючи, звільнив Уотсона.

Після звільнення з фірми Патерсона в Уотсона не бракувало пропозицій щодо менеджерства. Але він хотів не лише бути платним менеджером, але мати гарантований високий прибуток. Тож 1911 року Уотсон був призначений генеральним менеджером фірми С-Т-Р, яка була придбана Флінтом у Холеріта.

В 1914 році Уотсон став президентом фірми. Можна назвати три причини успіху фірми С-Т-Р: розвиток і організація продажу базувалася на досвіді фірми NCR; бізнес перфокартних машин; технічні інновації.

Насамперед він увів методи продажу фірми Патерсона – і до 1920 року прибуток фірми потроївся. Були відкриті філії у різних частинах світу. З 1924 року фірма прибрала назву ІВМ. "*Для ІВМ сонце ніколи не зайде*" – її девіз.

У 1934 році його прибуток складав \$364.432, так як він і планував.

Уотсон ніколи не забував уроків, які він одержав у Петерсона. ІВМ мала імунітет проти депресії. Вона широко використовувала ренту, яка за 2 – 3 роки повертала вартість машин. Друге джерело фінансової стабільності у часи депресії – продаж перфокарт за ціною тисяча штук за частину долара. Низька ціна стимулювала роботу машин, а отже їх купівлю або взяття в оренду.

Технічні інновації – третя причина успіху у часі між двома світовими війнами.

У 1930-ті роки ІВМ випустила модель 405 Electric Accounting Machine. Було зроблено 1500 копій цієї машини за рік. Машина була найвигіднішою з механічних на той час. Машини цієї серії працювали до 1960-х років, поки вони не були замінені комп'ютерами. Продавці їх навчалися в спеціальній школі. У 1935 році у користувачів налічувалося 4000 обчислювальних машин.

Під час Великої депресії фірми втратили до 50% продажу, а ІВМ вистояла за рахунок ренти і продажу перфокарт. Працювали на склад, щоб бути готовим до підйому економіки країни і поліпшенню умов продажу. Уотсон став одним із найвпливовіших бізнесменів Америки. Він став президентом Американської палати комерції, згодом – Міжнародної палати комерції. Був також радником і другом президента Франкліна Рузвельта.

Відродження ІВМ і нації настало з Новим урядовим курсом Рузвельта в 1935 році, якого підтримував Уотсон. Згідно з Актом соціального захисту 1935 року у федерального уряду виникла необхідність забезпечити зайнятість 26 мільйонів населення. І ІВМ допомогла уряду. У жовтні 1936 року федеральний уряд взяв в ІВМ 415 перфо- і обчислювальних машин і розмістив їх у Балтиморі на площі в 120000 кв. футів. Щодня оброблялося до півмільйона карт. Такого не було з часів перепису 1890 року. Прибуток ІВМ зріс до 438000 доларів за рік, що становило лише 2% від загального прибутку ІВМ. Невдовзі урядові замовлення довели цю цифру до 10%.

Між 1936 і 1940 роками заробітна платня збільшилася вдвічі, а працівників стало 12656 чол. До 1940 року ІВМ мала більший бізнес ніж решта фірм разом узяті.

Машина Harvard MARK 1

У 1935-45 роках спостерігався швидкий ріст організацій людей-обчислювачів. Це спонукало до пошуку методів побудови обчислювальних машин. У цей час у США було виготовлено з десятків настільних однофункціональних машин: для формування таблиць, обчислення балістик, розшифрування секретних кодів тощо. Таке ж становище спостерігалось і в Європі. Найвідомішою у США першою машиною, яка відрізнялася від усіх настільних калькуляторів, виявилася машина фірми IBM Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC), відома як **Harvard Mark 1**, розроблена IBM для Гарвардського університету на протязі 1937-43 років.



44. **Howard Aiken (1900-1973)** – керівник проекту Mark I

45т. 1. **Говард Айкен (1900-1973), 1945**

Айкен, фізик, був незадоволений важкою роботою над розв'язуванням рівнянь: "цих труднощів обчислення можна уникнути, якщо побудувати відповідну автоматичну обчислювальну машину". Колега описував його як "сильного, самовпевненого, жорсткого", але "прекрасного вчителя".

2. **Harvard Mark I / IBM ASCC, ca 1944.**

Електромеханічна машина Harvard Mark I приводилася в рух 50-футовим валом, що обертається. Це був винахід (в оригіналі brainchiled) Говарда Айкена, але побудована фірмою IBM, очільник якої Thomas J. Watson, Sr. на інавгурації дуже розсердився на публіку, що належно не оцінила роботу IBM.

3. **"First actual case of bug being founded"** (вперше знайдено пошкодження), 1947

Коли інженери помітили проблему у миші, яка застрягла в реле, вони занесли цей випадок у вахтовий журнал. "Bug" став спільним жаргоном для проблем з технічними пристроями. Інженери довго потішалися справжнім знайденим "багом".

Наводимо короткі дані про те, як мрія Бебіджа стала дійсністю, за книгою

Martin Campbell-Kelly, William Asprey **"COMPUTER. A History of the Informatin Machine"**. Sec. ed. Westview Press, USA. 2004, 325 p.

Перед війною Говард Айкен був дослідником і викладачем фізики у Гарвардському університеті. Після закінчення інституту у 1936 році Айкен займався в теоретичній фізиці проблемою виготовлення вакуумних ламп. Щоб завершити дисертацію, Айкен мусив розв'язати систему нелінійних диференціальних рівнянь. Наявні в той час аналогові машини могли розв'язувати лише систему звичайних диференціальних рівнянь. Це була та обставина, яка спонукала Айкена подати пропозицію до Гарвардського фізичного факультету про виготовлення універсального цифрового калькулятора. Айкен пізніше згадував, що його ідея була зустрінута "з дуже обмеженим ентузіазмом...", якщо не з антагонізмом".

Оскільки пропозиція Айкена стала широко відомою в Гарварді, одного разу до нього підійшов технічний працівник, який сказав: навіщо робити машину в фізичній лабораторії, якщо така машина уже є, а ніхто нею не користується? Працівник повів здивованого Айкена у мансарду і показав фрагменти машини Бебіджа – обчислювальні колеса (calculating wheels) на дерев'яному помості площею 18 дюймів (1 дюйм=2,5 см), які були подаровані Гарварду у 1886 році сином Бебіджа Генрі в честь 250-річчя Гарвардського Коледжу. Генрі вважав, що Гарвард – це найкраще місце, де можуть зійти зерна думок Бебіджа у Новому Світі.

Так вперше Айкен почув про Бебіджа, а колеса вперше побачили світло. Звичайно, ці колеса були лише фрагментом машини, вони були виготовлені за столітньою технологією, але вони стали для Айкена немов би закликком з минулого, і він побачив себе послідовником Бебіджа. В Університетській бібліотеці він одержав копію автобіографії Бебіджа "Нотатки з життя філософа" ("Passages from the Life of a Philosopher"), опублікованої в 1864 році. У ній Айкен прочитав:

Якщо непопереджена моїм прикладом, якась людина спробує і їй вдасться побудувати машину, яка вмістить в собі виконання задач математичного аналізу за різними принципами, або простішими механічними засобами, я не буду боятися втратити свою репутацію на його користь, тому що він буде повністю здатний оцінити природу моїх зусиль і цінність їх результатів.

Прочитавши цю сторінку, Айкен вирішив, що Бебідж звернувся до нього особисто.

У 1937 році ІВМ і Гарвард згодилися будувати машину за пропозицією Айкена. Виготовлення почалося лише в 1939 році. Перед тим Айкен мусив обов'язково пройти школу ІВМ. У 1941 році Айкен був покликаний до армії.

У січні 1943 року 5-тонна машина пройшла перше тестування. Оскільки всі частини повинні працювати синхронно, вони були виставлені в лінію і приводилися в рух валом довжиною 50 футів (15,4 м). Працювала машина від електричного двигуна потужністю в 5 кінських сил. Ширина машини 51 фут (16 м), висота 2,6 м, глибина 0,6 м. Вона складається з 3/4 мільйона деталей і понад 850 км дротів. Машина мала пам'ять на 72 числа і робила 3 додавання й віднімання за секунду, множення та ділення – за 6 сек., а обчислення логарифма або тригонометричної функції займало більше хвилини. У 1944 році машина під назвою "Harvard Mark 1" була готова до роботи.

Значення машини Mark 1 було не у швидкості обчислення, а в тому, що вона була першою автоматичною машиною. Раз увімкнена, вона могла працювати години і навіть дні – "робити числа", як казав Айкен. Машина програмувалася на паперовій стрічці шириною 3 дюйми (7,5 см), на якій були набиті "коди операцій". Більшість програм були циклічні, тож кінці стрічок склеювали, утворюючи петлю. Короткі програми могли складати біля 100 операцій, тоді вся стрічка оброблялася за хвилину і машина працювала півдня для обчислення однієї-двох сторінок таблиць.

На жаль, у машині не було умовного переходу, тому для складних задач потрібні були довгі стрічки. Якби Айкен вивчав опис машини, зроблений Адою Лавлейс, уважніше, він би побачив, що Бебідж передбачив концепцію умовного переходу.

Mark 1 тестувалася таємно у 1943 році, аж поки її через рік не перевезли в кампус Гарвардського університету. Її не використовували доти, доки Айкен не приїхав з армії. Машина почала працювати з травня 1944 року – переважно для побудови таблиць для флоту. На музейному експонаті написано, що вона використовувалася при розроблянні атомної бомби.

Повернувшись в Гарвард, Айкен вирішив відсвяткувати інавгурацію машини, яка була з усіх сторін відкритою, щоб її було зручно обслуговувати. Але поза його волею машину прикрасили, щоб вона сподобалась публіці. Свято відбулося 7 жовтня 1944, коли виповнилося 7 років, як Айкен прийшов у Гарвард. Але на церемонії він образив усіх присутніх, бо не згадав працівників ІВМ, які її робили. Втім, машина вразила публіку, і в кількох газетах були схвальні відгуки.

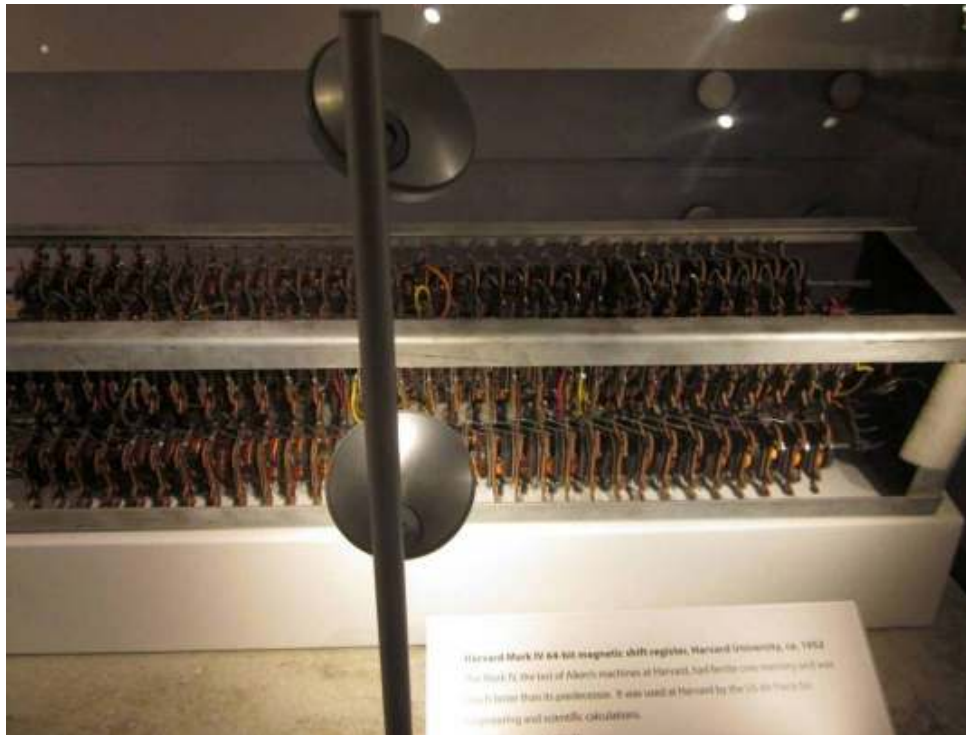
Хоча Mark I і була значним етапом в історії комп'ютерів, вона була технологічно відсталою. За 15 років роботи вона зробила обчислення 25 томів математичних таблиць для флоту, застосування яких було нетривале. Реальне значення цієї машини полягає в тому, що вона постала на межі, що відділяє механічні машини від електронних, і є історичною реалізацією задумів Бебіджа. У термінах технології і швидкості Mark I розглядається як здійснення мрії Бебіджа, але Mark I працював у 10 разів швидше, ніж Бебідж планував для Аналітичної машини. Він передбачав, що здійснення його мрії відбудеться через півстоліття, а відбулося аж через сто років.

Машина працювала в Гарварді і була задіяна військовим відомством. Айкен перебував у резерві військових Морських сил і мусив працювати у військовому відомстві до закінчення війни. Його молода асистентка, лейтенант Грейс В. Хоппер, підтримувала зв'язок Морських сил і комп'ютерної індустрії. Вона зробила вагомий внесок у розвиток перших компіляторів і – згодом – у стандартизацію КОБОЛЮ для Морських сил. У середині 1980-х років вона мала звання капітана 3-го рангу і була на той час найстаршим діючим офіцером в Морських силах США.

Згодом були збудовані вдосконалені машини **Mark II**, **Mark III**, **Mark IV**.

Марк II (час побудови 1944-1947) працювала з десятицифровими числами. Вона була першою машиною з кодуванням BCD (Binary Code Decimal). Друга цікава деталь: у ній була вбудована арифметика з рухомою крапкою (*floating-point arithmetic*).

У машині Mark III (1949 рік) електромеханіка замінена електронікою. Машина Mark III була однією з перших з використанням пам'яті на магнітних барабанах (*magnetic memory drums*). У побудові машини брав участь Willis H. Ware – один із делегатів із США в СРСР у 1959 році.

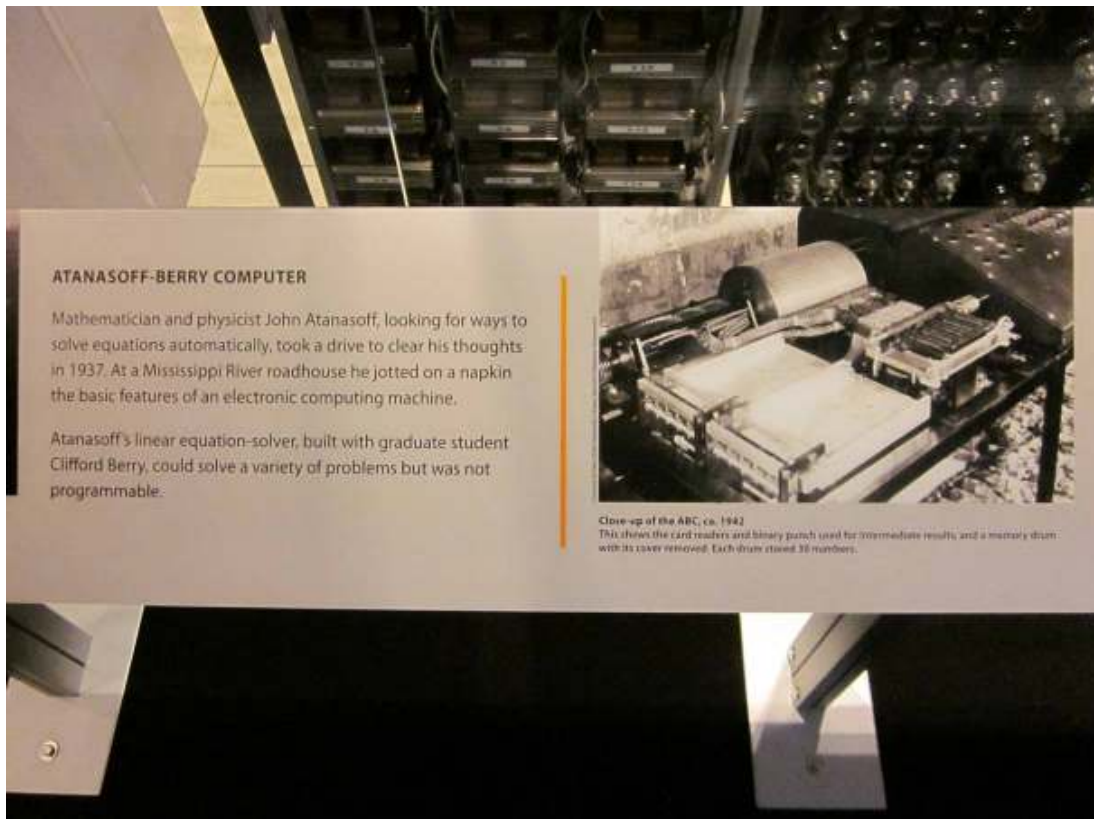


46. **Harvard Mark IV 64-bit magnetic shift register** (магнітний реєстр переміщення), **Harvard University, ca. 1952** Mark IV, остання машина Айкена у Гарварді, мала пам'ять на феритових сердечниках і працювала набагато швидше, ніж її попередники. Її використовували у Гарварді, у Повітряних силах США, в інженерії та в наукових установах.

22 квітня 1959 року радянська делегація вчених, у складі якої були С.О. Лебедев і В.М. Глушков відвідала Гарвард, де її прийняв професор Говард Айкен. Розмова йшла про структуру Комп'ютерної лабораторії, після чого члени делегації оглянули машини MARK I, MARK IV, UNIVAC і продовжили дискусії в окремих офісах.

ABC (Atanasoff, Berry Computer)

Винахідник John Vincent Atanasoff (1903 - 1995) був професором фізики в Iowa State College (Ames), який пізніше став Університетом. Бажання Атанасова мати лічильну машину виникла ще на початку 1930-х років у зв'язку з теоретичними дослідженнями у квантовій механіці. Для дисертації об'ємом у 10 аркушів йому довелося тривалий час робити обчислення на калькуляторі, на якому множення виконувалося додаванням, а ділення відніманням.



47. Комп'ютер Атанасова-Беррі.

Математик і фізик Джон Атанасов тривалий час шукав шляхів автоматичного розв'язку рівнянь. Одного разу в грудні 1937 року він поїхав кататися на своєму автомобілі, щоб відпочити і освіжити думки. Біля річки Місісіпі у прибережному будинку-кафе він буквально "вистрілив" основні властивості електронної обчислювальної машини, записавши їх на серветці.

Атанасовський розв'язувач лінійних рівнянь, побудований разом з випускником університету Кліфордом Беррі, міг вирішувати різні проблеми, але не був програмовним.

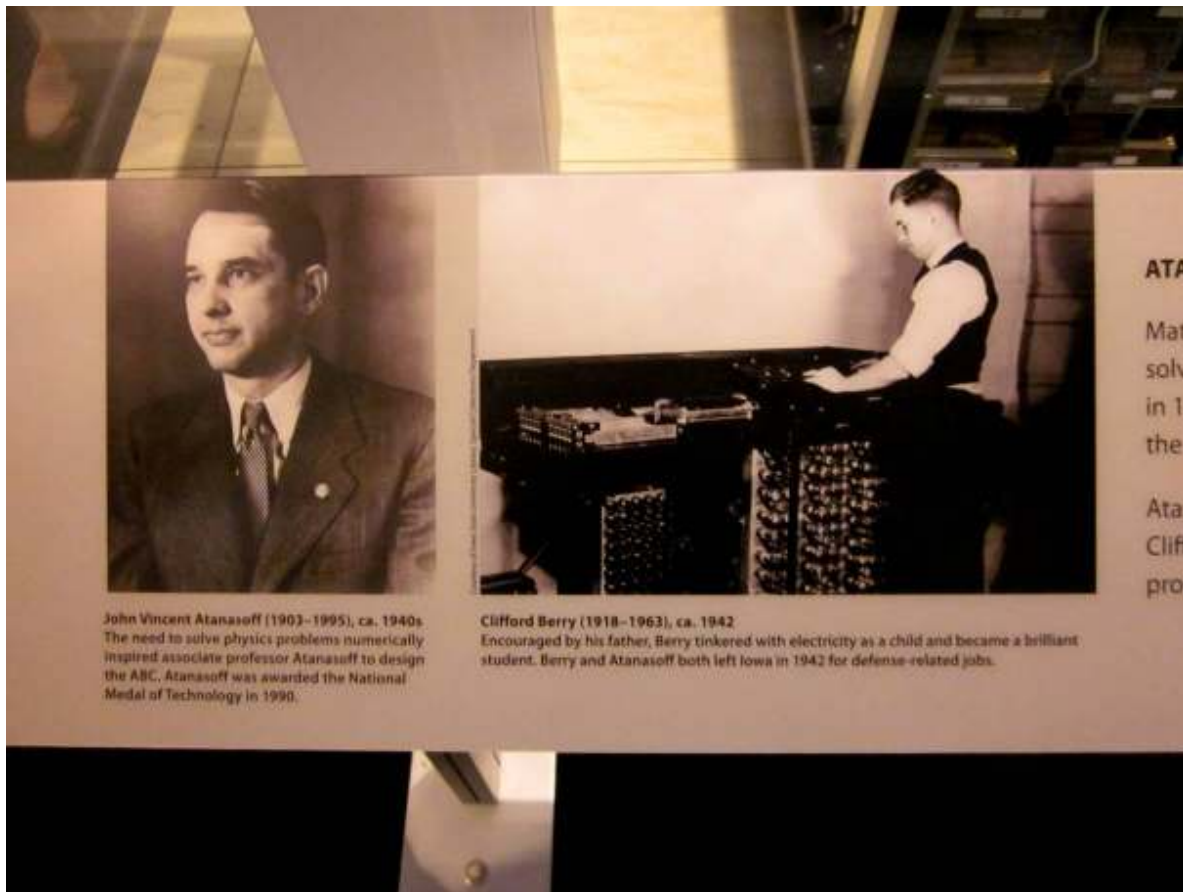
Атанасов почав діяти. На серветці було записано ключ до розв'язку і чотири ідеї Атанасова, які він планував реалізувати в обчислювальній машині:

1. Електронні логічні схеми
2. Двійкове числення.
3. Конденсатори для регенерації пам'яті (конденсатор може зберігати електричну енергію, будучи не приєднаним до джерела енергії).

4. Обчислення безпосередніми логічними діями; числа, представлені рядами 0 і 1, або вакуумними лампами у стані вимкненому чи ввімкненому, будуть додаватися та відніматися простіше, ніж коли б вони були представлені нерівностями на дисках чи валиках.

Атанасову було притаманно економити кошти, зусилля, електрику тощо. Він не мав державних фінансів і не мав інвесторів. Він економив електроенергію і намагався зробити комп'ютер ощадливим. Його кредо: дешево виготовити, легко працювати і дешево експлуатувати.

У 1939 році до Атанасова приєднався випускник інженерного коледжу Айова Clifford Berry. Для роботи над комп'ютером вони одержали напівпідвальне приміщення в Університеті. Довелося скоротити проект через брак коштів.

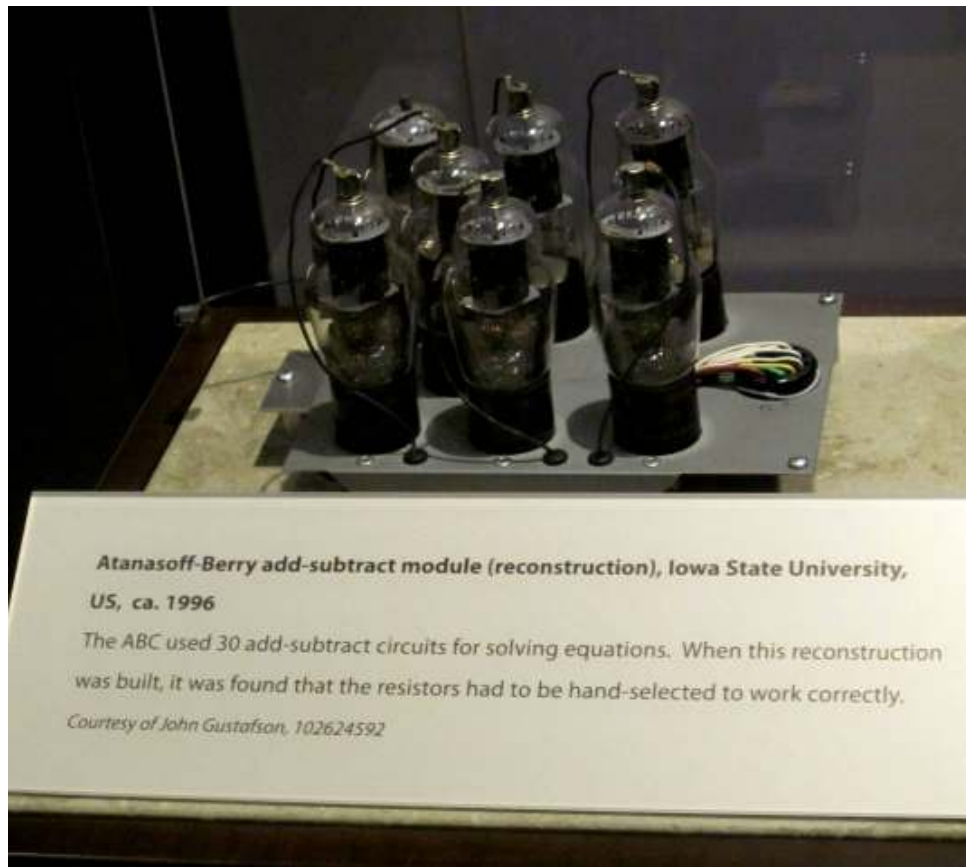


48. Джон Вінсент Атанасов (1903-1995), фото 1940-х років (ліворуч) і Кліффорд Беррі (1918-1963), фото біля 1942 року.

Необхідність вирішувати проблеми з фізики обчисленнями надихнуло associate-професора Атанасова спроектувати ABC. Атанасов був нагороджений Національною Медаллю з Технології в 1990 році.

Підбадьорюваний своїм батьком, Беррі "взовився" з електрикою з дитинства і став успішним студентом. Беррі і Атанасов обидва покинули Айова у 1942 році для виконання робіт, пов'язаних з військовими справами.

У жовтні 1939 року був виготовлений прототип коштом 650 доларів: 450 дол. асистенту, а 200 дол. було витрачено на матеріал (за цінами 1939 року). Прототип являв собою шматок дерева, на якому було встановлено 9 вакуумних ламп і 5 конденсаторів. Атанасов свідчив: "Прототип може додавати і віднімати двійкові еквіваленти десяткових чисел" (до 99,999,999). І він працював у відповідності з принципами Атанасова.



49. Модуль Атанасова-Беррі може виконувати додавання та віднімання (реконструкція), Iowa State University, US, прибл. 1996

ABC використовувала схеми додавання-віднімання для розв'язку рівнянь. Коли була завершена ця реконструкція, виявилось, що резистори потрібно підбирати вручну, щоб виявити ті, що працюють правильно (перший прототип).

Від Джона Густавсона, 102624592

Через кілька тижнів Атанасов демонстрував роботу першого прототипу керівникам коледжу і одержав ще 110 доларів на матеріали і 700 на інші витрати. Ні керівники штату, ні його співробітники не виявили інтересу до цієї машини. Коледж "підтримував" проект сотнями доларів (невдовзі після цього IBM потратила півмільйона доларів на прототип Айкена).

Побудова другого прототипу розпочалася у січні 1940 року. Цим займався Кліфорд Беррі, талановитий учень Атанасова, який міг працювати самостійно і навіть дещо удосконалювати. Коли вони переконалися у надійності вакуумних ламп при тестуванні машини у січні 1940 року, робота пішла швидко, і через півроку побудова другого прототипу була закінчена. ABC могла виконувати набагато більше обчислень, ніж було заплановано Атанасовим і Беррі спочатку.

Новий прототип Атанасова містив 7 інновацій: електронне обчислення; вакуумні лампи як механізми обчислення і оперативна пам'ять; двійкові обчислення; логічні обчислення; серійне обчислення (кожен крок ішов за попереднім); конденсатори як пам'ять (storage memory); конденсатори додані до барабана, що крутиться, – вони доповнюють живлення вакуумних ламп та підтримують оперативну пам'ять.

Атанасов був знайомий з Аналітичною Машиною Бебіджа, але він не був амбіційний і вирішив робити не універсальну машину, а лише для розв'язку систем рівнянь методом скінченних різниць ("finite difference" equations) з 21-м невідомим.

У серпні 1940 року в рукопису на 35 сторінках Атанасов детально описав машину. Рукопис призначався для показу в Корпорацію по дослідженнях у державних коледжах (State College Research Corporation), щоб засвідчити, що машина інноваційна та успішна. Мета – отримати наступного року \$5 тис. на побудову повносилої машини. Було зроблено 3 копії тексту – для Research Corporation, для Беррі – до подальшої роботи, і для патенту.

У кінці грудня 1940 року Атанасов з сім'єю відбув до Нью-Йорка у відпустку. Була мета відвідати (без доповіді) збори Американської Асоціації про наукові результати і дізнатися, що роблять інші винахідники з більшими фінансовими можливостями, щоб переконатися в оригінальності свого пристрою.

І тут він познайомився з Джоном Мочлі, молодшим від нього на 4 роки, який розповів, що зробив аналоговий калькулятор і мріє зробити в найближчі два роки електронну машину. Він успішно вчився в університеті на фізичному факультеті, захистив дисертацію в 1932 році. Працював у коледжі викладачем фізики. Одружився в 1930 році і мав, як і Атанасов, двоє дітей.

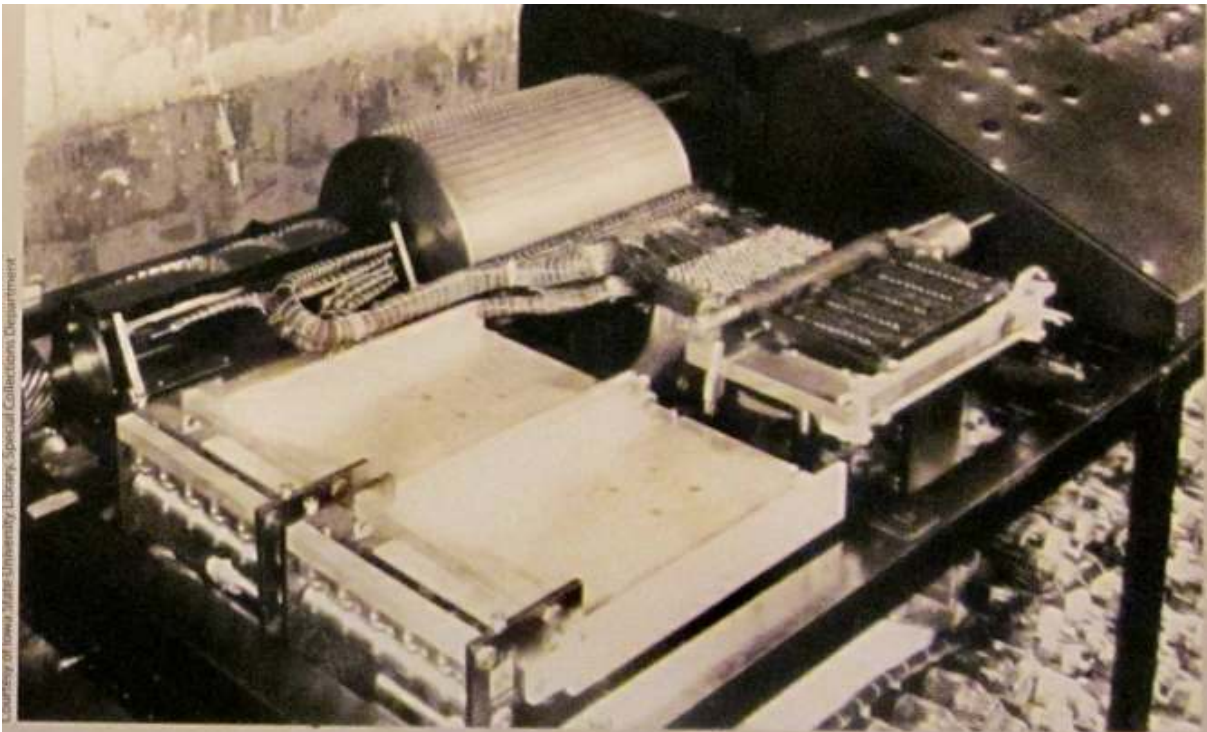
Мочлі разом із студентами займався проблемами погоди (кореляція дощових випадів залежно від руху сонця). 1940 року зробив Гармонічний аналізатор (Harmonic Analyzer). Після виступу Мочлі в Нью-Йорку Атанасов мав з ним бесіду на тему, яка цікавила обох – побудова машини, але не розкривав технічних деталей своєї машини і запросив Мочлі до себе в Ames. Після розмови з Мочлі Атанасов зі своїм помічником ще 4 дні переглядали свої документи на патент. Почуте на зборах їх переконало, що нічого подібного ще не було зроблено, і їхня машина цілком нова.

Після новорічних свят Атанасов звернувся до керівництва коледжу з пропозицією подати документи на патент, але знову йому не вдалося їх переконати. Тоді він вирішив надіслати їх сам відповідальному за патенти в Чикаго. Звідти йому повідомили про те, що проблеми з патентуванням не буде, і Атанасов одержав в кінці березня грант від Research Corporation of New York у сумі \$5330. Це була дворічна платня Атанасова у коледжі, де він працював. Президент коледжу, вражений сумою, зажадав віддати 90% для коледжу і залишити без винагороди Беррі. У той час ця сума становила лише 1% від суми, яку ІВМ виділила на побудову машини MARK 1. Чотири місяці тривали суперечки, нарешті в липні 1941 року зійшлися на 50% для коледжу, 10% Беррі, решта на продовження роботи.

У цей час Айкен робив машину Mark 1 і не виявляв ентузіазму до АВС, так само відредагували інші. А Мочлі зі своїми студентами їздив знайомитися з різними проектами і в одній з фірм познайомився з системами, побудованими на основі електронно-вакуумних ламп.

У середині червня 1941 року Мочлі приїхав в Амес до Атанасова, подолавши 1100 миль з Філадельфії. Атанасову було приємно, що Мочлі цікавився машиною. 5 днів провели Атанасов і Мочлі у бесідах, біля машини в коледжі. Здавалося, Мочлі був вражений, мав на руках 35 сторінок опису машини, просив позичити текст з поверненням, але Атанасов не дозволив. Проте дозволив читати і дослідити машину в роботі з Беррі. Співробітник коледжу з сусідньої кімнати пізніше згадував, як Беррі допустив Мочлі до машини, щось у ній ладили і бачив у руках Мочлі частини від машини. Одного разу Мочлі попросив у дружини Атанасова чистого паперу. Їй з самого початку не сподобалося, як він себе гість, та довелось ще й похвилюватися. Вона пізно лягала спати і помітила, що у кімнаті Мочлі горить світло. Вона запідозрила, що він пише. Певно, хоче украсти ідеї її чоловіка. Вона попереджала його не бути таким відвертим з гостем. Проте Атанасов вважав, що Мочлі не зрозуміє основного. А з іншого боку, він втомився від того, що ніхто не цікавиться його роботою і тому охоче ділився своїми результатами з гостем.

Другий макет машини працював. Подальші роботи припинила війна. Атанасов був узятий у військове відомство, де він дослідження найвищої секретності, і не повернувся більше до побудови машини. Він кілька разів цікавився долею патенту, але так і не дочекався його оформлення. 1948 року машина була розібрана на брукт з дозволу глави факультету фізики, щоб звільнити робоче місце для аспіранта факультету. Єдине, що збереглося від машини – барабан.



Close-up of the ABC, ca. 1942

This shows the card readers and binary punch used for intermediate results, and a memory drum with its cover removed. Each drum stored 30 numbers.

50. Модель, наближена до ABC, біля 1942 р.

Показано прилад для читання карток, пробійник отворів, що використовувався для проміжних результатів і барабан – пам'ять зі знятим покриттям. Кожний барабан містив 30 чисел.

Мочлі з колегою почали робити машину в 1942 році в ІВМ, і Мочлі попросив дозволу у Атанасова використати деякі його ідеї, на що Атанасов не погодився – до одержання патенту.

1960 року Атанасов пішов на пенсію і почав будувати собі дім.

United States Patent 3,120,606 (ENIAC), 1964

The ENIAC patents triggered a lawsuit that spotlighted the ABC. The judge decided Mauchly derived ideas from Atanasoff. Computer architect Gordon Bell refers to the judgment, which invalidated the ENIAC patents, as the "disinvention" of the computer.

51т. Патент США 3,120,606 (ENIAC), 1964

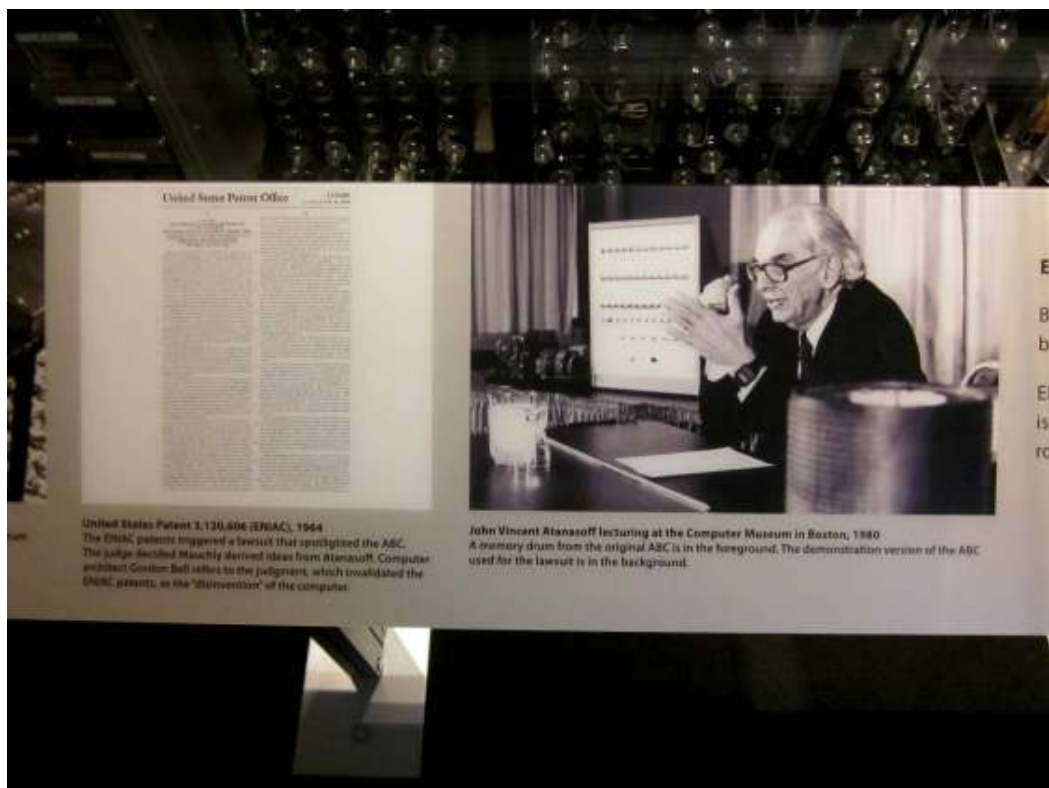
Патенти на винахід комп'ютера ENIAC спонукали судовий процес, на якому "засвітився" ABC. Суддя вирішив, що Мочлі скористався ідеями Атанасова. Архітектор комп'ютерів Гордон Белл (Gordon Bell) висловив думку, яка зробила недійсним патент на ENIAC, тобто заперечила пріоритет винаходу. Патент не був присуджений жодному винахіднику. Як проголошує диктор біля машини ABC в Музеї, виграли всі, спілкуючись між собою та обмінюючись досвідом.

Поведінка Атанасова до судового процесу давала підстави вважати, що йому байдуже, хто володітиме патентом. Він навіть не захотів дати свідчення юристам про свою машину, а переадресовував слідчих до Кліфорда Беррі, який пам'ятав усе. Але після того як Кліфорд Беррі був убитий, Атанасов взяв вину на себе (вважав, що він накликав смерть на нього), і став активним учасником судового процесу, захищаючи своє і Беррі право на пріоритет у винаході АВС. Детальніше про це йтиметься у розділі про ENIAC – машину Мочлі та Еккерта.

У 1990 році Атанасов був запрошений у Білий Дім, де одержав від Джоржа Буша the 1990 Medal of Technology за винахід електронного цифрового комп'ютера та за сприяння створенню кваліфікованих технічних кадрів U.S. Він був також номінований на Нобелівську премію з фізики тричі протягом 1980-х років, але не одержав тому, що технічні і теоретичні аспекти АВС ніколи не були надруковані. Атанасов помер 15 червня 1995 року.

Була ця машина електронною чи електромеханічною? АВС була повністю електронною в обчисленнях і зберіганні даних. Тому стверджується, що механічні аспекти не відрізняються від тих, які є в сучасних комп'ютерах, – включення засобів обертання барабана-пам'яті та включення-виключення машини відбуваються за участю людини.

У 1990-х роках була побудована копія машини АВС під керівництвом математика Джона Густавсона, яка належить Університету штату Айова (Iowa State University), а з літа 2010 року знаходиться у Музеї історії комп'ютерів у Силіконовій долині.



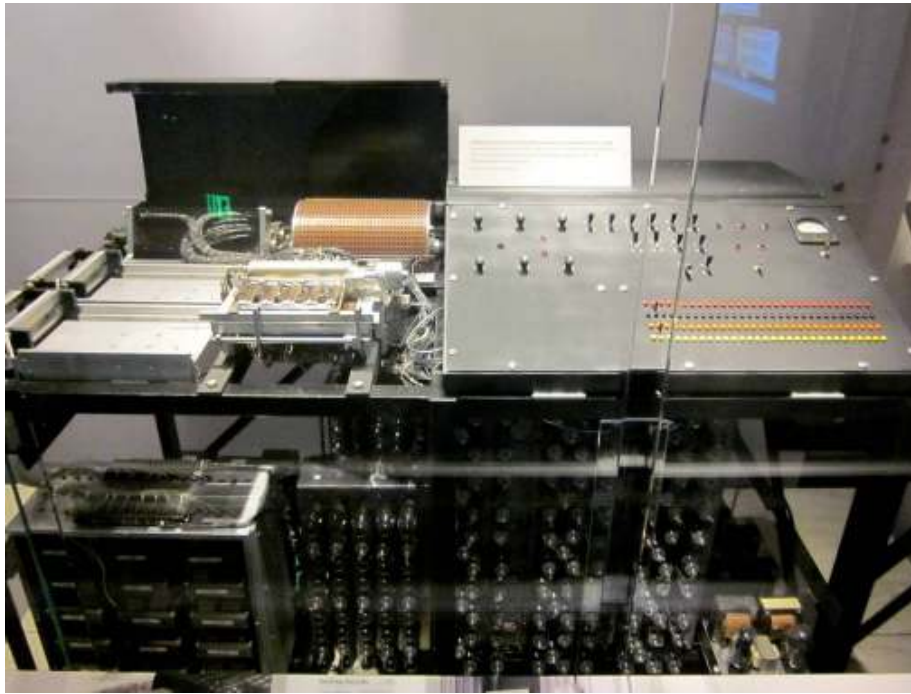
52. Джон Вінсент Атанасов читає лекцію в Музеї комп'ютерів в Бостоні, 1980.

Барабан-пам'ять з оригінального АВС на передньому плані, на другому плані демонстраційна версія АВС, використана для судового процесу. На фото ліворуч внизу текст про патент

53. (на наступній сторінці) Працююча реконструкція комп'ютера Атанасова-Беррі, Державний Університет штату Айова, США, прибіл. 1996 рік.

Винахід професора Держуніверситету штату Айова та випускника цього ж університету Кліфорда Беррі, 1939-1942. Реконструйований Університетом штату Айова та Лабораторією в місті Амес (1994-1997). Виконано за дорученням Університету штату Айова.

Тимчасово експонується завдяки люб'язності Університету штату Айова.



53. Працююча реконструкція комп'ютера Атанасова-Беррі



55. Загальний вигляд експозиції **Працюючої реконструкція комп'ютера Атанасова-Беррі з прототипом** (ліворуч). Державний Університет штату Айова, США, прибл. 1996 рік.

Про деякі деталі біографії Атанасова, болгарина за походженням, див. **Додаток 2**.

ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)

Друга світова війна була війною наук. Винахід атомної зброї та радарів вимагав великого обсягу обчислень. У 1938 році у США була створена лабораторія **Ballistics Research Laboratory (BRL)**, завданням якої було обчислення траєкторій польоту снарядів у повітрі і воді. Коли США вступили у війну, до Лабораторії зарахували багато людей різного фаху, серед них був математик Герман Голдстейн (Herman Goldstine), який згодом зіграв важливу роль у розроблянні нових комп'ютерів.



57. Народження комп'ютера. Комп'ютери стають електронними. Друга світова війна спрацювала "повитухою" для народження сучасного комп'ютера. Безпрецедентне військове замовлення обчислень і вагомий військовий бюджет пришвидшили інновації.

На фото праворуч внизу: **ENIAC готують до роботи над новим завданням.**

Рядовий 1-ого класу Homer Spens і капрал Irwin Goldstein установлюють перемикачі ENIAC'a для нового обчислення. Spens став на чолі відділу комп'ютерних досліджень в BRL після того як ENIAC був перенесений в Лабораторію. 1947 року він і програмістка ENIAC'a France Bilas одружилися – один з кількох випадків, який завдячує проекту.

Нижче подаємо дані про побудову першої електронної машини в США з книги

Martin Campbell-Kelly, William Asprey "COMPUTER. A History of the Informatin Machine".
Sec. ed. Westview Press, USA. 2004, 325 p.

Сталося так, що винахід електронного комп'ютера був зроблений у непомітній лабораторії школи електроінженерії Моог в Університеті Пенсільванії, і не відразу був помічений в BRL. Два випускники цієї школи 1941 року, Джон Мочлі (John W. Mauchly), вчитель фізики в коледжі Ursinus неподалік від Філадельфії, і Артур Буркс (Arthur W. Burks), інструктор школи Моог, відіграли головну роль у винаході нового електронного комп'ютера. У школі Моог провадилося навчання дівчат-обчислювачів, де дружина Мочлі працювала викладачем математики.

Перед війною тут працювали 200 дівчат. На першому поверсі працювала машина Диференційний Аналізатор. Всі вони формували так звані таблиці для стрільби ("firing tables"). Типова така таблиця містила дані приблизно для 3000 траєкторій. Для розрахунку однієї траєкторії потрібно було розв'язати систему диференціальних рівнянь з сімома невідомими. Диференційний аналізатор витрачав на це обчислення від 10 до 20 хв. Обчислювач-дівчина тратила на таку роботу 1-2 дні. Ця обставина була "вужьким місцем" під час використання нової зброї.



58. **Моор школа електроінженерії, припл. 1940-і роки.** Понад 30 дослідників відвідали 8-тижневий літній лекторій, що мав місце тут у 1946 році. Вони почули про недавно розсекречений ENIAC, універсальні засоби побудови комп'ютерів і про нові ідеї розміщення програм у пам'яті, чого ніхто ще не робив. (м. Філадельфія, штат Пенсильванія)

Влітку 1942 року Мочлі, не маючи формального відношення до обчислювальної діяльності, окрім зацікавлень числовими передбаченнями погоди, запропонував конструкцію електронного комп'ютера.

Пропозиція Мочлі була єдиною пропозицією побудови електронної машини протягом війни. Конрад Цузе в Німеччині уже працював секретно над своєю машиною. Проте, був проект Атанасова в Iowa State University, який зіграв непряму участь у винаході комп'ютера у школі Моор. І хоча цей проект не був засекречений, про нього мало знали до кінця 1960-х років. Наскільки Мочлі скористався ідеями Атанасова, залишається невідомим. ABC передбачала сучасну технологію, але не була до кінця реалізованою. Мочлі бачив цю машину і знав її потенціальне значення, що могло привести його до пропозиції такого ж проекту для вирішення проблем BRL.

Про свою ідею комп'ютера Мочлі розповів у коледжі. Відгукнувся молодий інженер-електронник Джон Преспер Еккерт (John Presper Eckert). Разом вони уже зробили кілька удосконалень Дифаналізатора, які збільшили швидкість обчислень у 10 разів. Їх ролі у новому проекті: Мочлі – коцепція, Еккерт – реалізація.

У серпні 1942 року ідея Мочлі про електронне обчислення була відшліфована в меморандумі "Використання швидкісних вакуумних ламп для обчислення". Але його проект було проігноровано військовим відомством.

Весною 1943 року Герман Голдстейн пообіцяв Мочлі, що його проект приймуть і порадив повторити пропозицію. Цей документ від 2 квітня 1943 року став базисом для заключення контракту між Moog School і BRL. У день народження Еккерта, якому виповнилося 24 роки, контракт був підписаний на побудову машини ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). ENIAC був набагато складніший за всі попередні електронні пристрої. На додачу до 18000 ламп ENIAC включав 70000 резисторів, 10000 конденсаторів, 6 000 перемикачів і 1500 реле. Кожен з приладів тестувався на спеціальному пристрої, а ті, що не пройшли тестування, поверталися виробнику. Еккерт був здібним інженером, зібрав команду інженерів з 12 кращих випускників Моог школи і добре організував роботу.

Пройшло кілька місяців і виявилось кілька дефектів у проекті. Найсерйозніша проблема – час для переорганізації машини на іншу роботу. У машині MARK 1 це було просто – за допомогою перфокарт та стрічок. Там була швидкість роботи 3 операції за секунду, і це було цілком співмірно з введенням перфокарти. А швидкість ENIAC'a – 5 тисяч операцій за секунду. Змінити програму роботи можна було лише за 1-2 доби. У Мочлі і Еккерта не було альтернативи.

На початку літа, коли над ENIACом працювали уже 18 місяців, математик Голдстейн випадково зустрів на залізничній платформі фон Неймана – наймолодшого на той час члена Інституту перспективних досліджень (Institut for Advanced Study – IAS) у Принстоні, де він був колегою Ейштейна та інших видатних вчених-математиків і фізиків. На той час фон Нейман зажив репутації першокласного науковця – за створення математичних основ квантової механіки та інших математичних теорій. Фон Нейман мав унікальний талант вирішувати проблеми за кілька хвилин, у той час як інші тратили б місяці. Голдстейн у своїй книзі "The Computer from Pascal to von Neuman" ("Комп'ютер від Паскаля до фон Неймана") розповідає про один епізод, що засвідчує надприродні здібності фон Неймана до усних обчислень. Переказуємо його з книги

Michael R. Williams "A History of Computing Technology", Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., 1985

Одного разу знайомий Голдстейна, чудовий математик, зайшов до офісу Голдстейна і розпочав дискусію про проблему, яка його турбувала. Після безплідної дискусії він узяв додому настільний калькулятор і працював дома над п'ятьма кроками вирішення проблеми. Кожен крок потребував обчислень за формулами. Наступного дня він був дуже стомлений, але триумфально заявив, що обчислив 5 кроків, кожний наступний складніший за попередній, протягом ночі і закінчив о 4 год. 30 хв. ранку.

Пізніше цього ж ранку несподівано прийшов до них консультувати фон Нейман. Розпочалася дискусія на тему вчорашньої проблеми. Успіху не досягли, і фон Нейман запропонував розглянути ті ж самі 5 кроків. Всі згодні, не говорячи йому про уже зроблені обчислення. Він підвів очі до стелі і приблизно за 5 хвилин обчислив усно перші 4! Після того як він попрацював деякий час над п'ятим, найскладнішим кроком, колега-математик не витримав і оголосив результат. Фон Нейман був збентежений, але швидко оговтався і через хвилину сказав "Так! Правильно". Після цього колега втік, а фон Нейман витратив з півгодини, дивуючись, як хтось міг знайти кращий метод розв'язку.

На час зустрічі фон Неймана й Голдстейна на платформі фон Нейман був консультантом у Манхетенському проекті атомної бомби. Це була суворо секретна робота. На той час фон Нейман нічого не знав про ENIAC. Він звертався у січні 1944 року до військового відомства із запитом про комп'ютерні засоби. Йому запропонували Mark 1.

Дізнавшись від Голдстейна про ENIAC, фон Нейман захотів його побачити. Голдстейн організував зустріч. Група дуже хвилювалася, гадаючи, що принесе їм зустріч з генієм. Голдстейн згадує, що Еккерт вирішив перевірити, чи справді фон Нейман – геній, по його першому питанню, а саме, чи запитає він насамперед про логічну схему машини. Голдстейн згадує: "Звичайно, це було перше питання фон Неймана". Нейман відразу зрозумів усі недоліки проекту. Його задачі

вона не зможе розв'язувати через дуже малу пам'ять, а йому потрібна пам'ять на тисячі чисел. Ще один недолік: незручний спосіб програмування машини шляхом її перебудови.

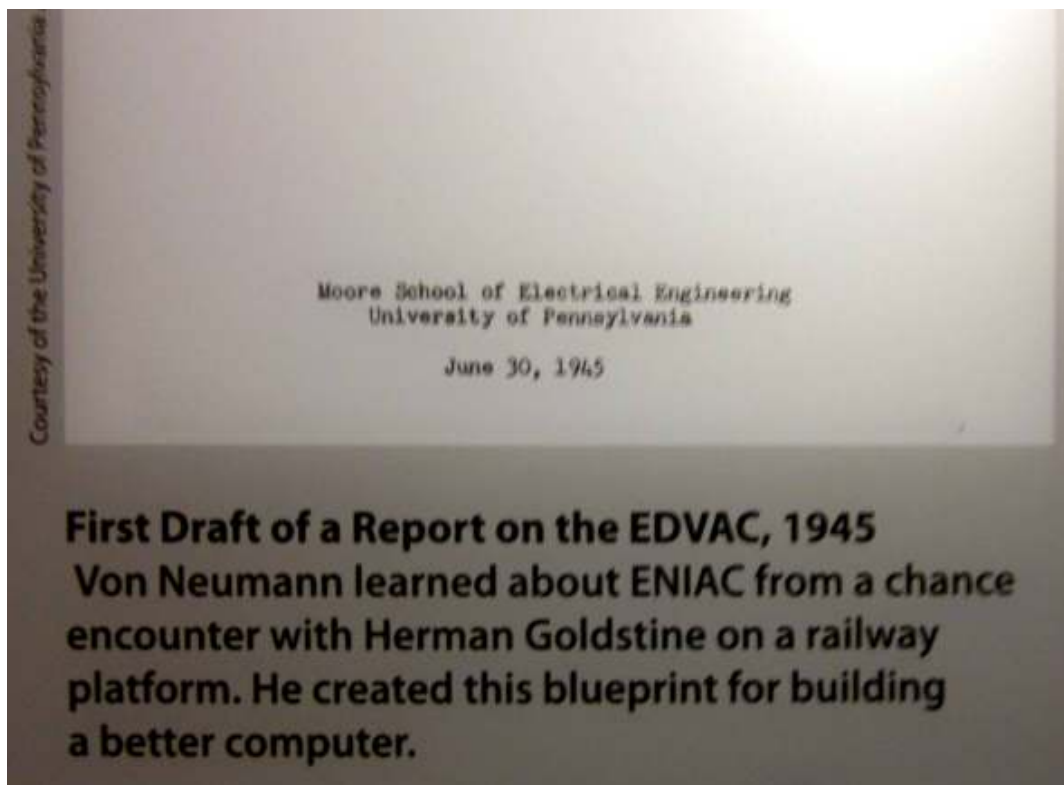
Фон Нейман став консультантом групи ENIAC в розроблянні нового проекту "комп'ютера з програмою в пам'яті". Фон Нейман сприяв поданню пропозиції до BRL – розробляти машину пост-ENIAC. Пропозиція була прийнята, було виділено \$105000. З цього моменту розроблення ENIAC'a тривало, але основна увага фон Неймана була до наступника ENIAC'a **EDVAC**'у – **Electronic Discrete Variable Automatic Computer**.

Почалася робота над машиною EDVAC. Протягом наступних місяців було ще кілька зустрічей з фон Нейманом. На них завжди були присутні Еккерт і Мочлі, які відповідали за дослідженням ліній затримки (delay-line research), фон Нейман і Голдстейн, що відповідали за математичну частину проекту EDVAC, і Буркс, відповідальний за технічну документацію. Незабаром стався розкол між цими групами, бо на перше місце стала логічна схема машини. Функціональна структура нового комп'ютера складалася з п'яти частин: управління, арифметичний пристрій, вхід, вихід і пам'ять. Далі – двійкова система. Еніак будувався на десятковій системі.

Навесні 1945 року план нової машини був готовий, і фон Нейман описав його під заголовком "**A First Draft of a Report on the EDVAC**" ("Перший план доповіді про

EDVAC") на 101 сторінці, датований **30 червня 1945 року**. 24 копії були розіслані всім, хто мав робити EDVAC. У цьому документі не було згадано про активну участь інженерів в обговоренні проекту.

Так "велике відкриття" Еккерта призвело до зустрічі з фон Нейманом. Ідею зберігати програму в пам'яті Голдстейн прирівняв до винаходу колеса: все дуже просто, якщо подумати. Фон Нейман описував машину в термінах її логічної структури – на відміну від інженерів, які описували її в термінах фізичних пристроїв.



Червень 30, 1945

59. Перший план доповіді про EDVAC, 1945

Фон Нейман дізнався про ENIAC завдяки випадку – випадковій зустрічі з Германом Голдстейном на залізничній платформі. Він створив цей план побудови кращого комп'ютера
Завдяки люб'язності Університету Пенсильванії

Публічність проекту знищувала можливість мати патент для Мочлі і Еккерта. Для автора опису була бажана публічність, а для Мочлі та Еккерта це був бізнес-проект. Це означало розрив стосунків. Еккерт вважав, що фон Нейман зменшує його досягнення. Але якщо фон Нейман залишає Еккерта в тіні, то ніхто не може забрати його унікальні досягнення як головного розробника ENIACу.

60т. Вибір зроблено. Еккерт і Мочлі розуміли недоліки підготовки ENIAC до розв'язку нової проблеми, але невідкладна робота у воєнний час не дала їм можливості розвинути ідею розмістити програму в пам'яті машини. Математик Джон фон Нейман, який консультував ENIAC, склав план доповіді про наступну машину, виклавши концептуальну схему комп'ютерів з розміщенням програм у пам'яті.

У листопаді 1945 року ENIAC був завершений і працював до 2 жовтня 1955 року.

У лютому 1946 році Атанасов був запрошений на урочисте відкриття машини ENIAC і побачив багато спільного з його машиною, після чого подав запит про долю свого патента. Нарешті дізнався, що він його і не одержить, бо коледж і не посилав документів на патент. Проте, ніякої протидії намірам Мочлі та Еккерта одержати патент Атанасов не планував.

61т. Поширення слова. ENIAC був розсекречений в кінці Другої світової війни, виникали питання від інженерів з усього світу. Як він працює? Як можна побудувати такий як він, або й кращий?

Школа Моог відповідала на ці питання протягом 8 тижнів тим, хто відвідав серію лекцій в 1946 році. Відвідувачі, натхненні зворушливими новими ідеями, стали комп'ютерними винахідниками та розробниками.

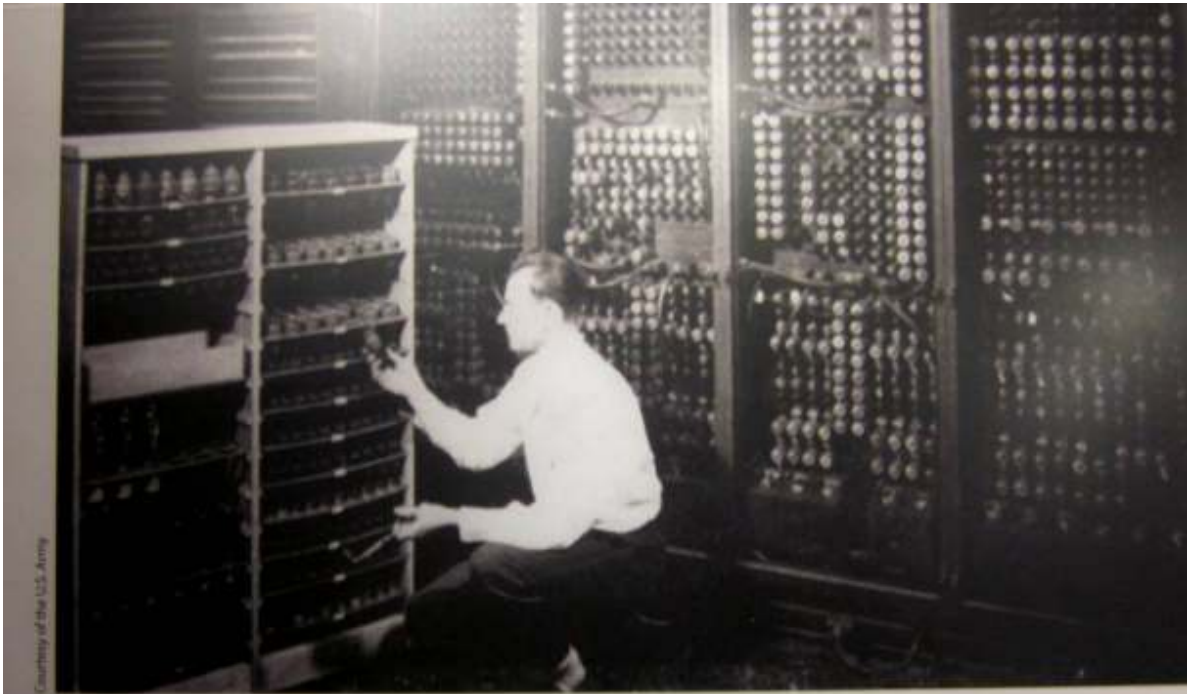


62. Загальний вигляд ENIAC'a

Photograph courtesy of IBM archives

63т. **18000 шансів на неполадку.** ЕНІАК використовує безпрецедентну кількість електронних ламп – 18000. Як забезпечити їх одночасну роботу?

Для підвищення надійності інженери дотримуються суворих правил проектування і обслуговування схем. Вони проводять всебічне тестування компонентів і для продовження терміну служби ламп використовують їх у режимах, віддалених від гранично допустимих.



ENIAC tube change, ca. 1950

ENIAC lost one vacuum tube roughly every day or two. With almost 18,000 tubes, locating and replacing the failed one was challenging. Over time, however, the maintenance team developed the skill to fix a problem in just 15 minutes.

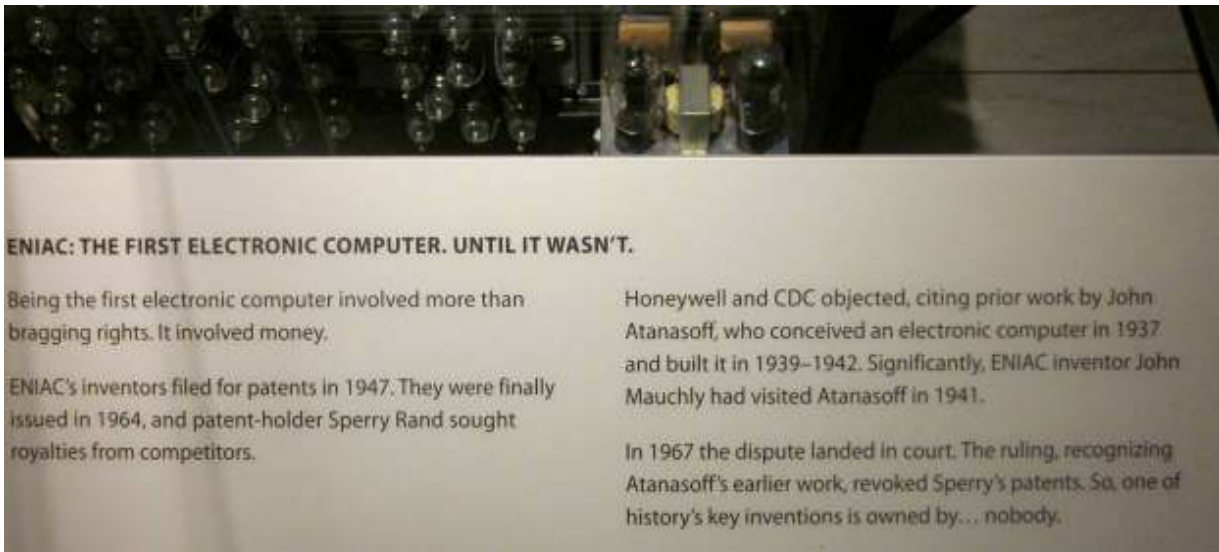
64. ENIAC: заміна електронних ламп, фото близько 1950 р.

ENIAC втрачає одну вакуумну лампу протягом одного-двох днів. Їх майже 18 тисяч, встановлення та заміна їх є проблемою. Проте з часом обслуговуючий персонал набув досвіду і робив заміну за 15 хв.

Завдяки люб'язності the U.S. Army

Мочлі мав на шляху до одержання патенту багато перешкод. Так, спочатку на патент претендував Університет Пенсільванії, стверджуючи, що патент не може бути приватним, якщо машина будувалася не за кошти керівників проекту.

Врешті-решт дозвіл було одержано і в червні 1947 року документи на патенти про більш ніж 100 винаходів були подані від імені фірми, заснованої Мочлі і Еккертом.



65т. ENIAC: перший електронний комп'ютер, що перестав бути першим.

Мати перший електронний комп'ютер означало більше ніж мати права – мати гроші. Винахідники ENIAC'a подали на патент у 1947 році. Вони його одержали у 1964 році, і утримувач патентів Sperry Rand чекав ройялті від учасників.

Honeywell CDC оскаржила патент, назвавши першою роботу Джона Атанасова, який замовив електронний комп'ютер у 1937 році і побудував у 1939-1942 рр. Важливо й те, що винахідник ENIAC'a Джон Мочлі відвідав Атанасова в 1941р. 1967 року диспут продовжився в суді, де було визнано пріоритет Атанасова і відкликано патенти від Sperry. Так один з ключових винаходів належить... нікому, бо машина Атанасова не збереглася і про неї не було жодної публікації.

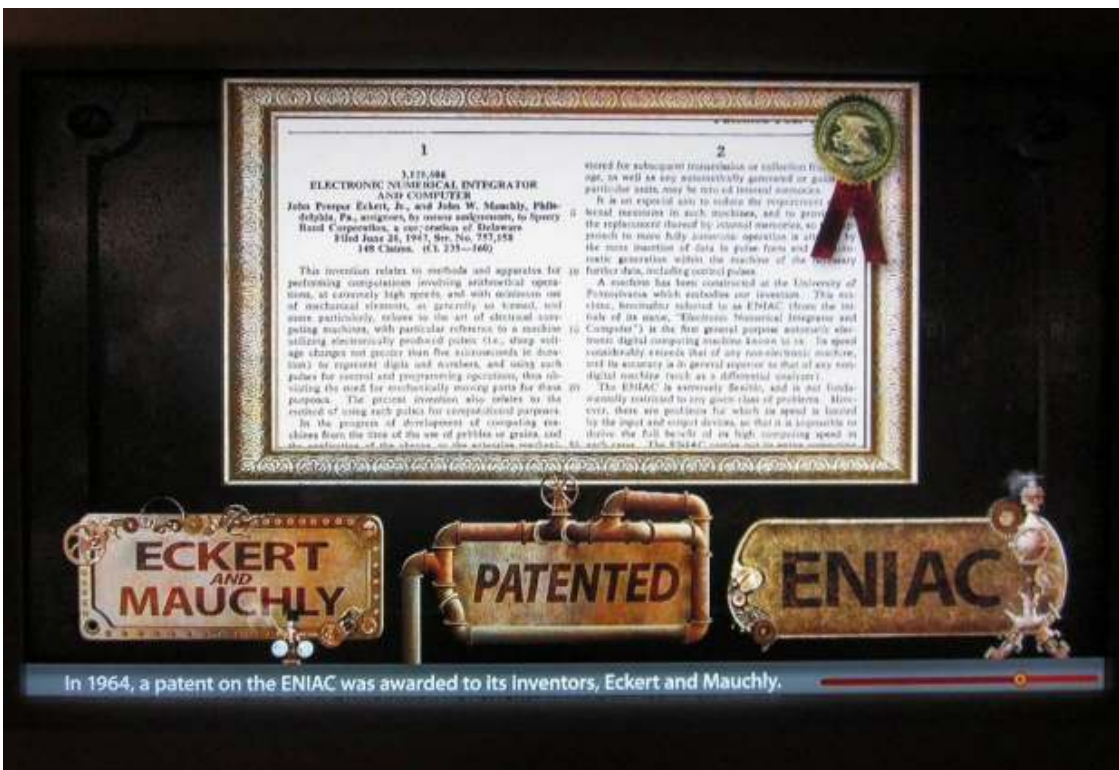
Передсудова процедура допитів свідків та авторів комп'ютерів тривала більше року. Коли правники звернулися до Атанасова, він був уже на пенсії і займався облаштуванням своєї нової оселі. Втручання у судовий процес не входило в його плани, і він порадив одержати інформацію про ABC у Кліфорда Беррі. У цей час Беррі успішно працював у Пасадені, Каліфорнія. Він усе пам'ятав і подав детальні відомості про машину ABC.

Згодом Беррі вирішив переїхати в Хантінгтон (Huntington), Нью-Йорк і працювати у Вакуумо-електронній корпорації (Vacuum-Electronics Corporation). Домовився з дружиною поїхати першим і знайти квартиру, а потім переселитися остаточно. По дорозі на Схід він відвідав конференцію, прибув у Хантінгтон, найняв кімнату для свого тимчасового проживання та аж дві квартири (на вибір дружини), купив машину і приготувався зустріти сім'ю. Щодня телефонував, був дуже задоволений новою роботою, але 30 жовтня, за кілька днів до переїзду, дружині зателефонували з поліції: Кліфорд Беррі знайдений мертвим у найнятій ним кімнаті. Причина смерті – суїцид. У цей висновок ні дружина, ні Атанасов не повірили. Убивцю не знайшли.

Після цього у справі патенту дуже активно почав свідчити Атанасов. Він засвідчив повну обізнаність у проєкті машини ABC, тоді як Мочлі заперечував все: він нічого не пам'ятає, був у Атанасова лише один день і таке інше. Проте знайшлися його листи до друзів тих часів, де він описує своє захоплення машиною ABC і навіть наводить деякі деталі. Ці допити авторів проєктів і свідків тривали дуже довго. Врешті-решт відбувся суд, і патент від Мочлі був відкликаний. Він не був виданий і Атанасову, тому що за тодішніми законами патент видавався тому, хто подав нову ідею та її реалізував. Отже, Атанасов зробив відкриття, але його не здійснив, а Мочлі здійснив не своє відкриття. Подаємо три кадри з короткого фільму, що демонструється в Музеї біля машини Атанасова і Беррі.



66. Після війни ENIAC був розсекречений

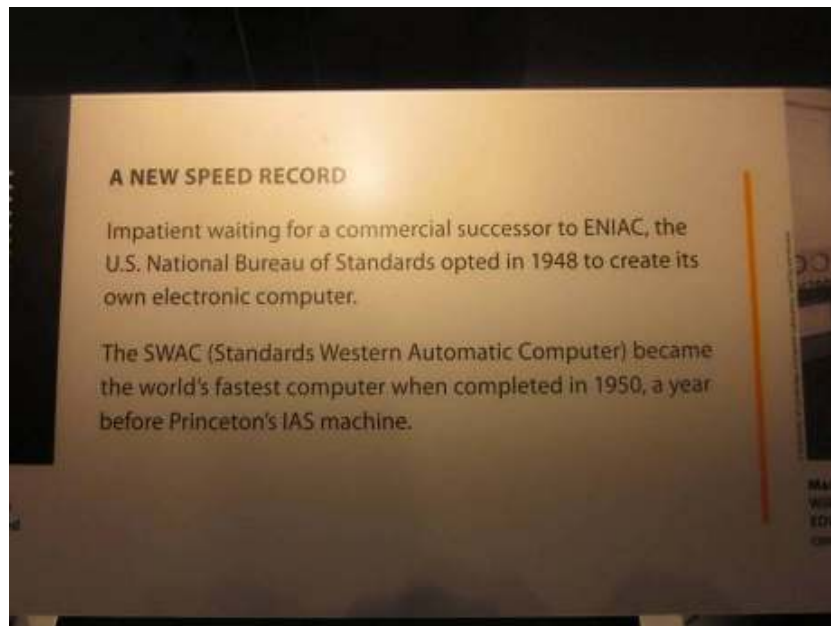


67. В 1964 році патент на ENIAC був виданий винахідникам, Еккерт і Мочлі



68. Патент на винахід комп'ютера нікому не був виданий.

SWAC (Standards Western Automatic Computer)



69г. Новий рекорд швидкості

Нетерпляче чекання комерційного послідовника ENIACу призвело Національне Бюро Стандартів США рішення створити власний комп'ютер.

The **SWAC** (Standards Western Automatic Computer) був завершений у 1950 році, за рік до виготовлення машини IAS під керівництвом фон Неймана у Принстоні. Машина SWAC мала на той час найбільшу швидкість.

IAS (Institute for Advanced Study)



Institute for Advanced Study, ca. 1940s

The Institute for Advanced Study was founded in 1930 in Princeton, New Jersey by a grant from philanthropist and department store magnate Louis Bamberger. Alumni include mathematicians Gödel and Von Neumann, physicists Oppenheimer and Einstein, and art historian Panofsky.

70. Інститут перспективних досліджень, прибл. 1940 рік

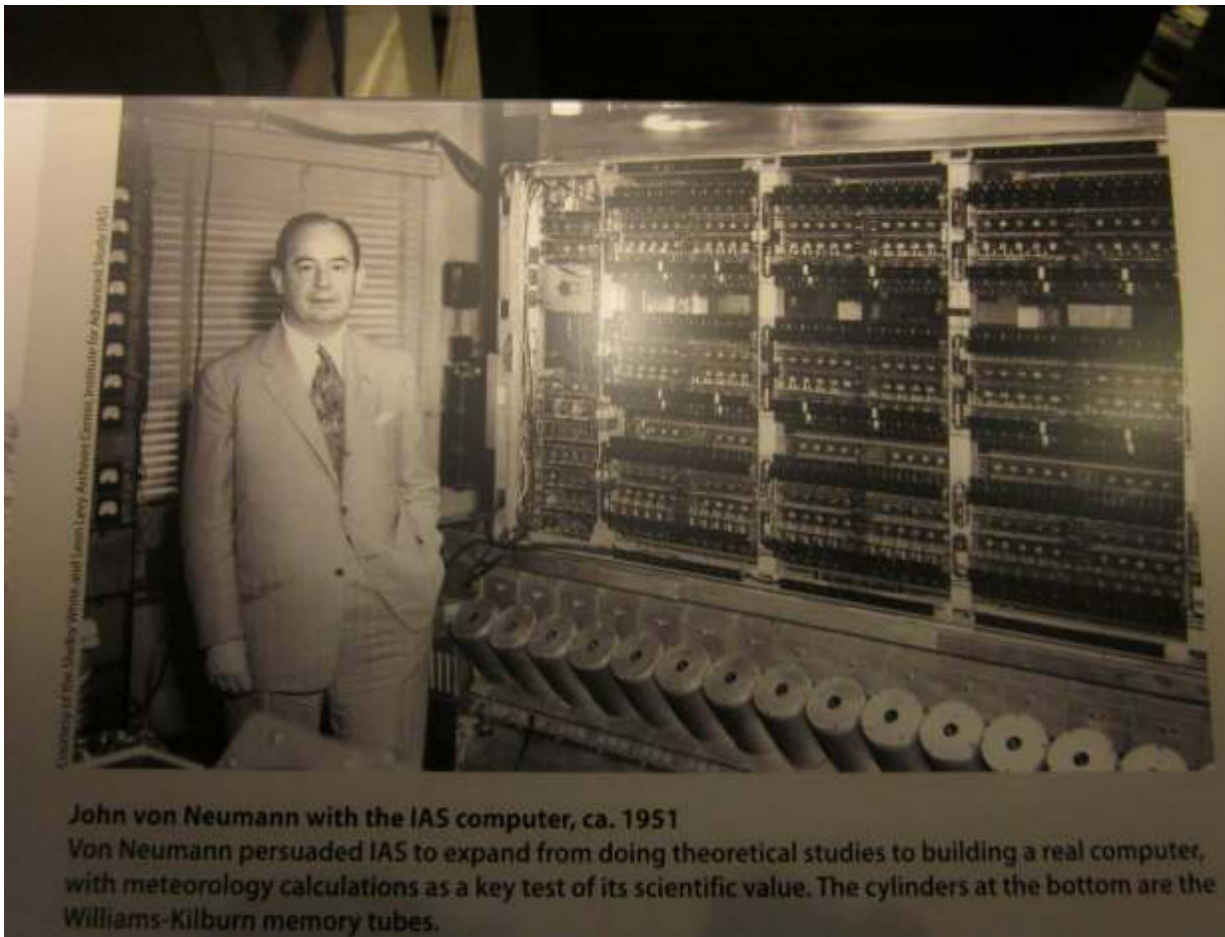
Інститут був заснований в 1930 році в Принстоні, штат Нью Джерсі на грант філантропа і торгового магната Луїза Бамбергера (Louis Bamberger). У цьому Інституті вчилися математики **Gödel** і **Фон Нейман**, фізики **Опенгеймер** і **Енштейн**, історик мистецтва **Panofsky**.

71т. Винаходи і впливи: Інститут перспективних досліджень (Institut for Advance Study – IAS)

Як камінь, кинутий у ставок, передові ідеї нуртували в Принстонському IAS, ширили хвилі у світі комп'ютерів, надихаючи лабораторії та технологічні компанії.

Проект IAS комп'ютера з програмою в пам'яті був ініційований 1946 року математиком Джоном фон Нейманом, що приєднався до колишнього ENIAC-проекту в Moore School.

Комп'ютер уже працював 1951 року, до його дизайну **IAS** зробив вільний доступ. Така відкритість спричинила появу подібних машин у цілому світі, а також значну кількість варіацій на тему **IAS**.



72. Джон фон Нейман з комп'ютером IAS, близько 1951 року.

Фон Нейман переконав IAS перейти до побудови реального комп'ютера з метеорологічними обчисленнями, що мали стати ключовим тестом його наукового значення. Циліндри внизу – це запам'ятовуючі електронно-променеві трубки Вільямса-Кілберна (Williams-Kilburn).

JOHNNIAC (JOHN Integrator And Computer)

73г. Машина JOHNNIAC

The RAND Corporation's JOHNNIAC – комп'ютер з програмою в пам'яті, розроблений в Принстонському IAS і названий на честь Джона фон Неймана, батька IAS проекту.

Використовуваний для наукових та інженерних обчислень, JOHNNIAC був завершений у 1954 році, хоча його кілька разів розширювали та удосконалювали протягом його 13-річного життя.

George Stibitz

74т. Георг Стібітц

Працюючи у BELL Лабораторії, математик Георг Стібітц експериментував з реле дома. Він виготовив схему додавання двійкових чисел, що привело його до ідеї малого релейного комп'ютера.

The Complex Number Calculator, що працював в 1940 році, демонструвався у віддаленому режимі на конференції з використанням телетайпа – перший комп'ютер, що був досяжний через телефонну лінію.



75

76т. Найменший, що є досить великим

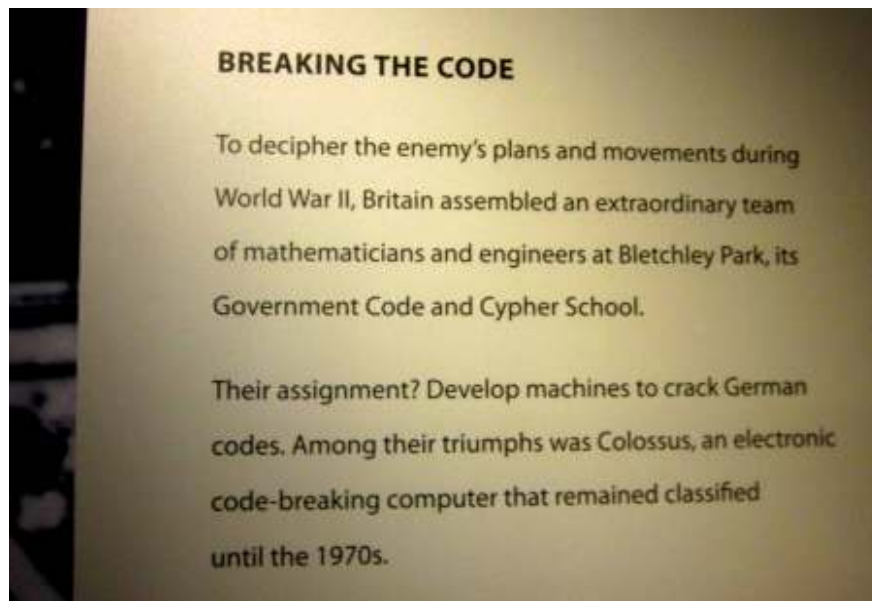
Піонер комп'ютерів Георг Стібітц, який виявив ефективність малих комп'ютерів, писав у 1947 році про "переваги мати малі групи користувачів або одного користувача". Однак він зрозумів також, що вартість пам'яті робить економічнішими більші системи.

Висновки Стібітца: ідеальний комп'ютер – найменший, який може працювати.

БРИТАНІЯ

Британці також були готові до розроблення універсальних електронних комп'ютерів – частково завдяки досвіду в побудові машини COLOSSUS для розшифрування закодованих німецьких депеш. Ідея комп'ютера з програмою в пам'яті була відома завдяки статті фон Неймана "First Draft of a Report on the EDVAC", а також завдяки лекціям в школі Моор літом 1946 року. Тому в Британії стартували три проекти таких комп'ютерів – в університетах Кембріджа і Манчестера, і ще один у Національній Фізичній Лабораторії. У США будувалися великі складні комп'ютери; британці не були такими амбіційними. Через порівняно короткий термін у них уже йшло налагодження програм з поступовим удосконаленням машин. Насамперед розглянемо найзагадковіший комп'ютер, що був розсекречений лише на початку 1970-х років.

COLOSSUS



77т. Розшифрування кодів.

Щоб розшифрувати плани ворога та шляхи його передислокацій протягом Другої світової війни, британці зібрали команду видатних математиків та інженерів у Bletchley Park, де була Школа урядових кодів і шифрування (Government Code and Cypher School).

Розробляли машини для розшифрування німецьких кодів. Серед їхніх досягнень був Colossus – електронний розкодувальний комп'ютер, який був засекречений до 1970-х років.

Короткий фільм про Colossus та його роль у Другій світовій війні можна подивитися, зайшовши до віртуального Музею історії комп'ютерів за адресою:

<http://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/82/2218>

Побудові Colossus'a передувала велика робота щодо створення математичних засобів розкодування. Німеччина для кодування своїх депеш використовувала два пристрої – Enigma і Lorenz (Tunny). Enigma використовувалася для посилення депеш на флот по радіо; кодування та розкодування депеш виконувалося людиною-оператором вручну, а тому часто траплялися помилки, що сприяло британцям у розкодуванні. Депеші Tunny теж посилалися через радіо, але кодувалися і розкодувалися автоматично. Тож розкодувати їх було значно складніше.

Депеші через Tunny приймалися станціями в Україні, Британії, Тунісі і в Осло.

У Tunny кодування депеш виконувалося додаванням по модулю 2 до кожної літери тексту відповідної літери з випадкової послідовності літер (шифру), яким володів і приймач тексту. Посилання починалося спеціальним іменем – кодом шифру (до 12 символів). Адресат закодованого Tunny-тексту, маючи код шифру, додавав відповідний шифр по модулю 2 до одержаного тексту депеші і одержував її чистий текст. Зрозуміло, що шифрів було багато, кожен з них мав унікальну назву. Винайшов таке кодування американець Gilbert Vernam у 1918 році. Фірма-виробник Tunny виготовила спеціальну машину для генерації шифрів. Але, на біду німецькій армії, машиною генерувалася "псевдовипадкова" послідовність, що й було використано для розкодування в Лабораторії Post Office Research, розміщеній у північній частині Лондона. Одним із головних фахівців Британії у розкодуванні був John Titman, який знав систему кодування Vernam і розпізнав, що депеші закодовані саме за її допомогою.

Розшифрування таких депеш здавалося неможливим. Депеші ловили, а розкодувати не могли. Успішна робота над розкодуванням почалася завдяки жахливій помилці німця-оператора, що посилав депеші. Це сталося **31 серпня 1941 року**. Оператор підготував машину і текст до передачі, що починався кодом шифра, і сповістив про це оператора-одержувача. Після того як вручну надіслав біля 4 000 літер тексту, одержувач повідомив: "нічого не одержав – надішли ще раз". Але цю депешу одержали в Британії!

І той, хто посилав, використав ту ж саму стартову позицію, що було абсолютно заборонено. Крім того, якби депешу посилав автомат, він би передав усе дослівно, а оператору-людині дуже не подобається набирати те ж саме повторно, а тому депеша стала коротша з невеликими змінами вповдовж тексту. Британці її також одержали.

Таким чином, у британців опинилися два примірники однієї і тієї ж депеші, про що свідчив однаковий код шифру на початку обох депеш. Додавши їх по модулю 2, вони мали чистий текст депеші, але коротший. Додавши цей текст з закодованою депешою по модулю 2, вони одержали шифр. Щоб розкодувати наступні депеші, цього було мало – шифр змінювався.

Знадобилося ще чимало часу, доки стало можливим розкодувати німецькі депеші. Для цього була використана "псевдовипадковість" шифру. Але практика показала, що ручне розкодування триває так довго, що зникає цінність добутої інформації. На порядку денному стала побудова комп'ютера для оброблення депеш.

Надійшла черга математика Макса Ньюмена. Після перевірки власної ідеї комп'ютера за допомогою невеличкого пристрою він звернувся до Tommy Flowers, визначного інженера-електронника в Post Office, який спроектував і побудував Colossus, використовуючи електронні лампи.

Побудова Colossus'a розпочалася у **березні 1943 року**. У грудні цього ж року основні електронні схеми працювали, і 1500 ламп Colossus 'a були розібрані, перевезені у Bletchley Park і знову складені до Різдва 1943 року. Машина почала успішно працювати у січні 1944 року, вдало пройшовши перший тест по розкодуванню депеші. Виявилось, що однієї машини замало, тому до кінця 1944 року було зроблено ще 9 машин з необхідними удосконаленнями.

Зрозуміло, що машина Colossus була суворо засекречена. Коли закінчилася війна, прийшов наказ знищити машину і спалити документацію. Про це говорить диктор в Музеї історії комп'ютерів біля стенду, присвяченому машині. Tommy Flowers після розсекречення міг розповісти про подробиці розкодування.

Проте 2 примірники машини не були відразу знищені, та й частину документації хтось приховав від спалення. Ці дані взято із статті Anthony E. Sale "*The Colossus of Bletchley Park – The German Cipher System*", pp.351-364 із збірника

The First Computers. History and Architecture edited by Raul Rojas and Ulf Hashagen.
The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. 2000.

На закінчення автор статті повідав, що в липні 1994 року в Bletchley Park відкрито музей, у якому відбулася презентація Colossus'a. Відбудовану діючу машину можна побачити у Музеї в Bletchley Park кожного вихідного протягом року.



78. Enigma – кодувальний/декодувальний пристрій

Акціонерне товариство, Німеччина, бл. 1935

Шифрувальна машина Enigma використовувалась німецьким військом в ДСВ. Послання, введені в машину, зашифровувалися, після чого посилалися кодом Морзе. Машини спеціального призначення у США і в Британії секретно розшифровували коди машини Enigma.

Щодо машини Enigma слід зауважити участь Алана Тьюрінга в розкодуванні німецьких депеш. Проте відсутність подробиць, як йому це вдалося, не дає можливості для докладнішого опису. У літературі зустрічаються згадки, що у Британії Алана Тьюрінга шанують найбільше саме за допомогу в розкодуванні німецьких депеш. Відомо також, що з Аланом Тьюрінгом над розкодуванням німецьких депеш працював математик Irving J. Good (1916-2009).

У червні 2012 року виповнилося 100 років з дня народження Алана Тьюрінга. У багатьох країнах відбулися урочисті зібрання на вшанування пам'яті видатного вченого ХХ століття. Зокрема, на Кіпрі 8-14.05.2012 року відбулася присвячена цій даті конференція, організована комп'ютерним товариством IEEE, де на пленарному засіданні з доповіддю виступив доктор фіз.-мат. наук, професор, Президент Фонда Глушкова І.В. Вельбицький.

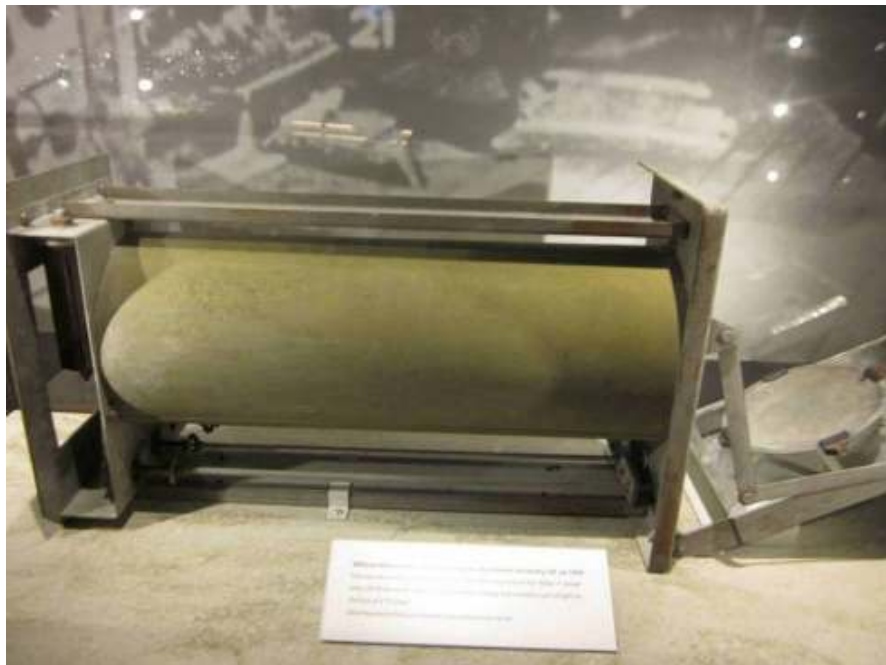
Manchester Mark 1

Після Другої світової війни частина людей – фахівців з електроніки та побудови комп'ютерів одержали роботу в Університеті Манчестера. Це були в основному ті, хто будував Colossus. Фредді Вільямс (Freddy Williams) і Том Кілбурн (Tom Kilburn) почали працювати у відділі електроінженерії, Ньюмен (M. H.A. Newman), який займався секретними приладами, перейшов у відділ математики. Алан Тьюрінг та Ірвінг Гуд (I.J. Good), які працювали над розкодуванням німецьких депеш, теж перейшли в Університет Манчестера.

Насправді групою керував не Університет, а Комп'ютерна лабораторія Королівського товариства (the Royal Society Computer Laboratory), яка мала приміщення в Університеті. Ньюмен, як член цього товариства, домогся від уряду гранту для створення Комп'ютерної Лабораторії, який одержали в липні 1946 року.

Найперше вирішили побудувати маленький прототип Манчестер "Baby", щоб тестуванням перевірити ідеї Вільямса щодо електростатичної пам'яті. Цей прототип успішно тестувався 21 червня 1948 року на простих задачах. Пам'ять – 32 слова, кожне 32 біти. 52 хвилини – за такий час експериментальна машина Manchester "Baby" виконує програму, що містить 17 інструкцій, використовуючи пам'ять, винайдену Вільямсом і Кілбурном.

Отже, 21 червня 1948 року народилась машина з програмою в пам'яті. До 1949 року група з Університету Манчестера виготовила **Manchester Mark 1**. Після ряду розширень та удосконалень у листопаді 1948 року прототип мав задовільний стан і фірма **Ferranti Ltd** була запрошена виконати інженерну версію машини.



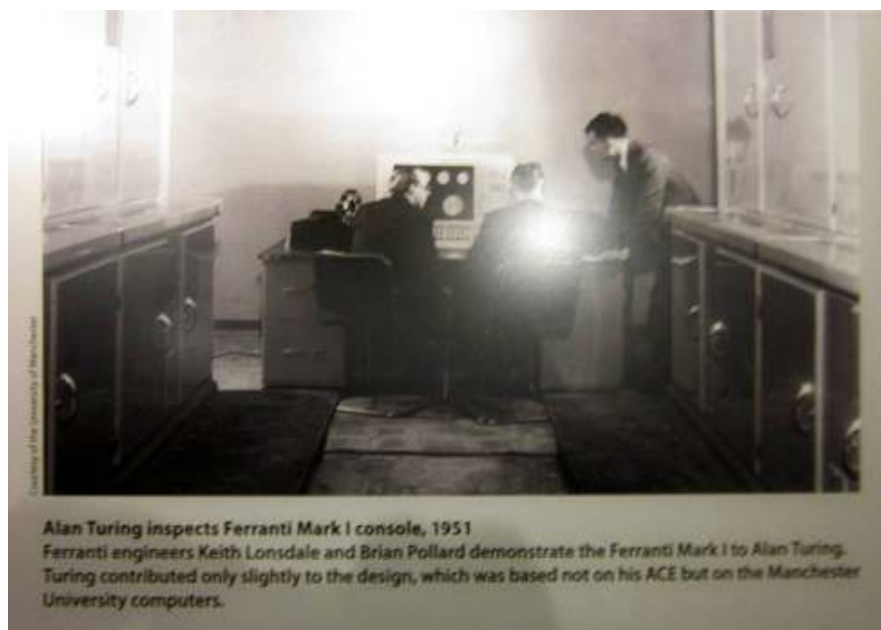
79. Трубка Вільямса-Кілбурна (Williams-Kilburn) – Manchester Mark 1, Манчестер Ун-т, UK, 1950

Це пам'ять машини Manchester Mark 1, послідовника машини "Baby". Машина зберігала тільки 128 40-бітових слів. Кожен біт – це електричний заряд, який створює краплинку світла на поверхні телевізійної трубки (TV tube).

Подарунок Департаменту комп'ютерних наук Манчестерського Університету

У кінці 1949 року фірма розпочала виконувати замовлення. Закінчила роботу в лютому 1951 року. Це була машина **Ferranti Mark 1**. У серпні 1952 року її купив Університет Торонто, пізніше продали ще 7 версій за середньою ціною \$500 000.

Характеристики: електростатична пам'ять 256 слів, кожне слово 40 бітів, на 8 катодно-променевих трубках (Cathode Ray Tube), барабан на 16384 слова, одна команда виконується за 2.16 мілісекунд. Недоліки: помилки на барабанах і живлення з великим шумом.



Alan Turing inspects Ferranti Mark I console, 1951
 Ferranti engineers Keith Lonsdale and Brian Pollard demonstrate the Ferranti Mark I to Alan Turing. Turing contributed only slightly to the design, which was based not on his ACE but on the Manchester University computers.

80. Алан Тьюрінг інспектує консоль машини Ferranti Mark 1, 1951

Інженери Ferranti Keith Lonsdale і Brian Pollard демонструють Алану Тьюрінгу **Ferranti Mark**

1. Тьюрінг був мало причетний до цього проекту, який базувався не на його комп'ютері ACE (Automatic Computing Engine), а на комп'ютерах Університету Манчестера.

Титул "першого комерційного універсального комп'ютера" ймовірно стосується Британського **Ferranti Mark 1**. 9 машин було продано у 1951-1957 роках.

Завдяки люб'язності Лабораторії Університету Манчестера



113. Секція Музею. У глибині – трубка Вільямса-Кілбурна. (Фото з Інтернету)

EDSAC (The Electronic Delay Storage Automatic Calculator)

81т. EDSAC (The Electronic Delay Storage Automatic Calculator),

побудовано в Британії в Університеті Кембріджа, перші програми запуснені в 1949 році. Перша машина з програмою в пам'яті, що перебувала у постійному використанні; демонструвала перехід від тесту до робочого інструменту.

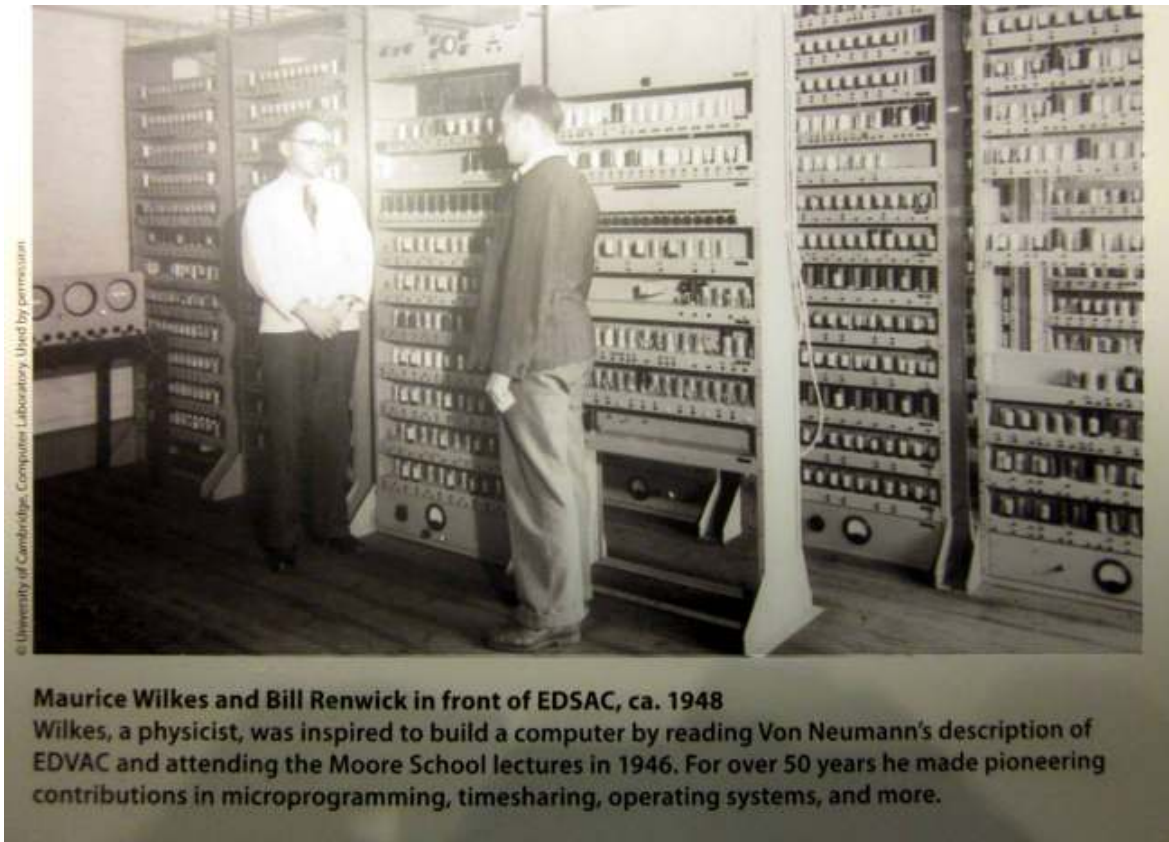
Основні відомості про діяльність Моріса Уїлкса, під керівництвом якого була побудована машина **EDSAC**, подаємо з книги

Michael R. Williams "A History of Совomputing Technology" Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 1985.

У жовтні 1937 року в Університеті Кембріджа був невеликий дослідницький відділ, що називався "Університетська математична лабораторія" (UML). У ній використовувався університетський Диференційний аналізатор, але штат займався також пошуком інших способів обчислень. Штат був невеликим – Моріс Уїлкс був єдиною штатною одиницею і працював під керівництвом професора J.E. Lennard-Jones, який був директором Лабораторії на частину ставки. Війна припинила діяльність Лабораторії, Уїлкс приєднався до вчених, що займалися військовою тематикою. Після війни Уїлкс повернувся в Кембрідж у вересні 1945 року і був призначений директором UML.

Уїлкс уже дізнався про роботи над комп'ютерами у США від Хартрі (D.R. Hartree), який тоді був професором в університеті Манчестера, а згодом перейшов до Кембріджа. Більше про цю справу він дізнався від Комрі (L.J. Comrie), який відвідав його у травні 1946 року після повернення з поїздки до Америки. Комрі мав копію "The First Draft on a Report on the EDVAC" фон Неймана. Оскільки тоді не було ксероксів, Уїлкс майже цілу ніч читав і конспектував статтю, бо на другий день Комрі її мав забрати.

Завдяки посаді директора Лабораторії та допомозі Хартрі й Комрі, Уїлкс зміг відвідати, хоч і з деяким запізненням, літню школу Моор у США. Тематика лекцій так вразила його, що він ще там, у Філадельфії, почав думати про побудову комп'ютера.



82. Морріс Уїлкс і Білл Ренвік перед машиною EDSAC, бл. 1948 р.

Моріс Уїлкс (1913-2010), фізик, захотів побудувати комп'ютер після прочитання фон Нейманового опису машини EDVAC і відвідання лекцій у 1946 році в школі Moore. Понад 50 років він робив піонерські внески в мікропрограмування, системи з розподілом часу, операційні системи тощо.

© Університет в Кембріджі. Комп'ютерна Лабораторія. Використано з дозволу.

Щодо проекту комп'ютера Уїлкс був дуже прагматичним: хотів мати машину, на якій ставити реальні програми, а не турбуватися, чи є десь подібна машина чи програмна конструкція. Це привело до рішення використати наявну технологію, а не досліджувати нові форми пам'яті та схеми. Та й грошей на такі дослідження в Лабораторії не було.

Щодо пам'яті Уїлкс вибрав для проекту ртутні акустичні лінії затримки (mercury acoustic delay lines). Від цього вибору залежали інші частини проекту. Така пам'ять ще не була реалізована, але Уїлксу пощастило познайомитися з Томом Голдом (Tom Gold), дослідником у Кембріджі, який мав справу з таким інструментом під час війни, і одержати від нього всю необхідну інформацію. Він спроектував і виготовив пам'ять, що складалася з 16 сталевих трубок, кожна з яких містила 32 17-бітових слів (16 біт для числа, 17-ий – знак).

Уїлкс визнавав, що він не має досвіду керування таким великим проектом. Окрім того, він почав цей проект, маючи небагато грошей, яких могло вистачити лише на початкові розробки, але він сподівався, що хтось допоможе. І цей "хтось" прийшов – велика британська фірма J. Lyons and Co. Ltd. Фірма постачала продукцію сотням магазинів і кафе, тому мала проблему з підрахунками і потребувала комп'ютера.

Остаточна версія комп'ютера була разів у 5 більша за передбачувану. Проблеми з пам'яттю були вирішені за рахунок уповільнення роботи машини. На ній був реалізований виклик підпрограм у тому вигляді, який дійшов і до наших днів.

EDSAC – таку назву одержала машина – була вперше продемонстрована у травні 1949 року, на рік пізніше, ніж машина в Манчестері, від якої EDSAC відрізнялася виконуваними функціями. Вона була одноадресною машиною з одним акумулятором; ще один був доданий у 1951 році. У машині було лише 18 команд: додавання, віднімання, множення, передавання інструкції для перенесення інформації до акумулятора та з нього, спеціальний регістр для множення, дві умовні інструкції розгалуження залежно від вмісту акумулятора, команди читання і друку єдиного символу, лівий і правий зсув вмісту акумулятора, інструкція округлення вмісту акумулятора та зупинка, яка спричиняє дзвінок – повідомлення про зупинку. Цікаво, що в машині не було безумовного переходу – його ввели разом з іншими удосконаленнями 1950-х років.

Найпростіші команди потребували в часі 1,5 мс; множення – 4,5 мс; ділення виконувалося підпрограмою, яка працювала 200 мілісек. Усі числа в машині мали бути приведені до дробів між -1 і $+1$. Створювалися 35-бітові слова з двох 17-бітових. Деякі операції працювали з такими словами.

EDSAC належить провідне місце в історії комп'ютерів не тільки тому, що вона є універсальною машиною, але й тому, що у ній була реалізована можливість складати програму з переносних підпрограм, об'єднуючи їх під час загрузки, що робили і всі наступні комп'ютери. Модель описана у найкращому підручнику тих часів, написаному Уїлксом із співавторами і опублікованому у 1951 р. Книга вчить, як творити комп'ютерну систему, а не просто будувати хардвер.

Морісу Уїлксу належать слова (у перекладі українською з Інтернету): "Я пам'ятаю ту мить, коли я зрозумів, що більша частина мого життя тепер буде полягати у пошуку помилок у моїх власних програмах".

EDSAC використовувалася в комерційних проектах. Для цього фірма J. Lyonce and Co. Ltd. випустила змінену версію EDSAC, пристосовувавши її до своїх потреб. Це була перша машина для бізнесу з назвою LEO (далі були LEO-1, LEO-2 ...).



83.

Pilot ACE (Automatic Computing Engine)

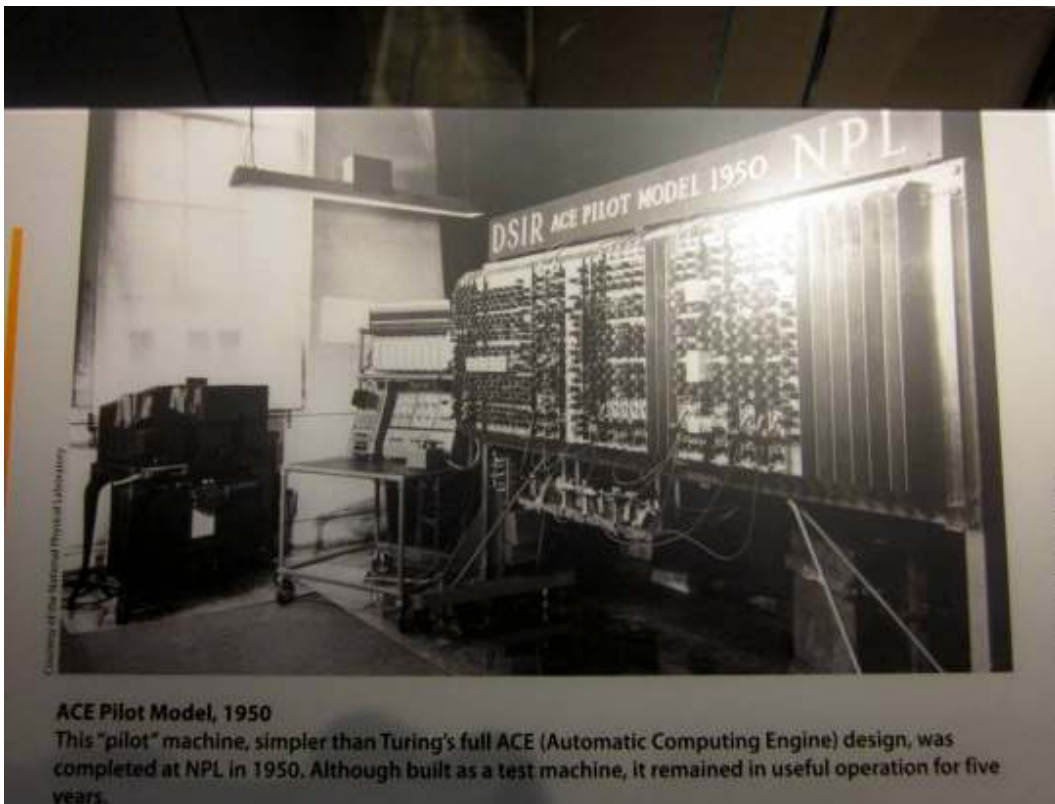
PILOT ACE

After his wartime triumphs in code-breaking, Alan Turing joined Britain's National Physical Laboratory in 1945 to develop electronic computers.

Turing created seven designs. Six remained, as intended, just experimental concepts. Design #5 was built in 1950 as Pilot ACE (Automatic Computing Engine), a precursor to the later full-scale ACE.

84т. **Дослідний ACE.** Після тріумфу розкодування під час війни Алан Тьюрінг приєднався до Британської Національної Фізичної Лабораторії в 1945 році для розроблення електронних комп'ютерів.

Алан Тьюрінг створив 7 проєктів. 6 із них залишилися, як і було задумано, просто експериментальними концепціями. Проєкт №5 був побудований в 1950 році як дослідна **ACE (Automatic Computing Engine)**, попередник пізнішої повноцілї ACE.



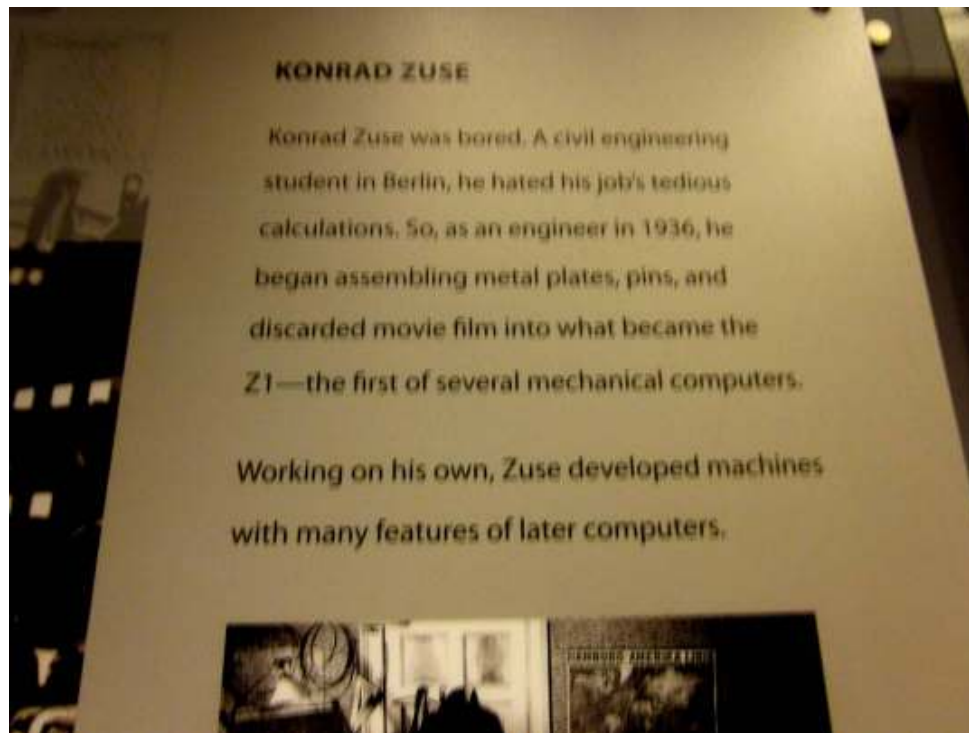
85. Дослідна модель ACE, 1950

Ця дослідна машина, простіша за проєкт ACE Тьюрінга, була виготовлена в NPL (National Physical Laboratory) у 1950 році. Хоча вона була зроблена як тестова машина, проте залишалася в експлуатації 5 років.

Завдяки люб'язності Національної Фізичної Лабораторії

НІМЕЧЧИНА

ZUSE Computers (Konrad ZUSE)



86т. Конрад Цузе

Конрад Цузе, будучи ще студентом – навчаючись на цивільного інженера, зненавидів утомливу роботу обчислювача. Ставши інженером у 1936 році, він почав збирати металеві пластинки, гвіздки, викинуті фільми, щоб використати все це в Z1 – першому з серії кількох механічних комп'ютерів.

Працюючи з власної ініціативи, Цузе виготовив машини з багатьма властивостями пізніших комп'ютерів.

87т. Конрад Цузе (1910-1995), 1943

Цузе був прекрасним інженером, який працював незалежно над програмовним комп'ютером, його ранні машини були зруйновані під час Другої світової війни. Після війни його компанія Zuse KG стала успішною фабрикою комп'ютерів. Цузе був також плодотворним художником.

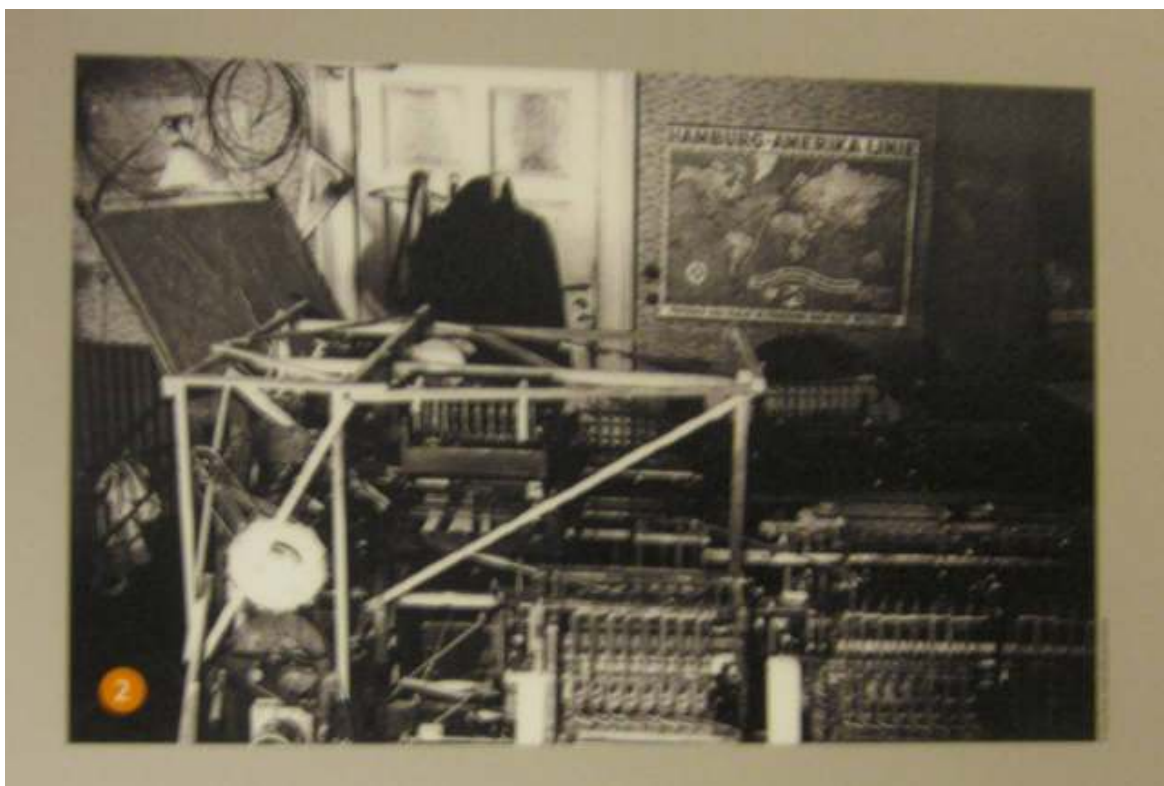
88т. Комп'ютери Цузе.

Комп'ютер у кожний інженерний офіс. Це була мрія німця Конрада Цузе, який в 1936 році розробив свій Z1 комп'ютер – перший в серії.

Після Другої світової війни Цузе спас незакінчену машину Z4 з розбомбленого Берліна і відновив її. Швейцарський університет установив завершену машину Z4 в 1950 році. Тоді це був єдиний комп'ютер в континентальній Європі.



89. Конрад Цузе (1910-1995), 1943



90. Кімната батька Конрада Цузе (1910-1995), 1943

91т. Машина Цузе Z1 в кімнаті його батька, 1938

Конрад Цузе з товаришем Гельмутом Шрейєром (Helmut Schreyer) побудували комп'ютер Z1 у кімнаті батьків між 1936 і 1938 роками. Це започаткувало багаторічну винахідницьку працю над обчислювальними машинами.

Опис машин Конрада Цузе подається за книгою

Michael R. Williams "*A History of Computing Technology*", Prentice-Hall, Inc. N.J. 1985.

Конрад Цузе посідає особливе місце в історії комп'ютерів тому, що він був першим, хто сконструював машину, в якій обчислення контролювалися автоматично за допомогою зовнішнього читального пристрою, який брав інструкції для виконання з перфокарт. Вона не була електронною і не зберігала програму в пам'яті.

Цузе народився в 1910 році в Берліні, з дитинства мріяв побудувати ракету для польоту на Місяць, або будувати великі міста, а вчився на цивільного інженера. У 1934 році він уже знав, що автоматичний калькулятор повинен мати 3 основні пристрої: управління, пам'ять і обчислювач.

У 1937 році була виготовлена перша машина Z1- повністю механічна. Коли Z1 ще не була закінчена, Цузе почав працювати над наступним проектом уже релейної машини Z2, в якій використав механічну пам'ять машини Z1.

Цузе був призваний до війська, і побудова машини затрималася. Після звільнення з війська він закінчив Z2. Коли релейні пристрої – арифметичний та керуючий – запрацювали, він об'єднав їх з механічною пам'яттю і влаштував показ машини Z2 в Інституті Аеронавтики Німеччини (DVL). Машина працювала, але винахідник знав, що вона ненадійна.

Інститут згодився фінансувати машину Z3. Уся вона була задумана на релейній технології, для чого було потрібно 2600 реле: 1400 для пам'яті, 600 для арифметичного пристрою, решта для схем керування.

Машина розміщувалась у 3-х шафах: 2 для пам'яті, 1 для арифметики і управління. Кожна з них мала висоту 6 футів (210см) і 3 фути ширини (105см). Панель контролю – на окремому столику. Проблеми з реле – спалахи від включення та виключення були розв'язані за допомогою спеціального барабана.

Пам'ять могла містити 64 двійкові слова довжиною 22 біти: 14 для мантиси, 7 для порядку і 1 для знаку. Числа нормалізуються. Як і у попередніх машинах Цузе, арифметичний пристрій складається з двох механізмів для мантиси і порядку, що виконуються одночасно. Крім чотирьох арифметичних операцій, є ще засоби для обчислення квадратних коренів, системні інструкції множення чисел на -1, 0, 1, автоматичне перекодування бінарних чисел на десяткові і навпаки.

По швидкості Z3 можна порівняти з Марк 1, яка була зроблена на 2,5 роки пізніше. Z3 могла виконувати 3-5 додавань за 1 сек., множення – від 4 до 5 сек. Представлення чисел з рухливою точкою в Z3 гнучкіше ніж з фіксованою точкою в Марк 1, але Марк 1 допускав 23 десяткові цифри, а Z3 мав чотирицифрову точність, хоча пам'ять з рухомою точкою дозволяла представляти числа до 10 в 12-ій степені.

Початок розроблення Z3 – 1939 рік. 5 грудня 1941 року вона вже працювала. Вартість матеріалів за нинішніми цінами становила 6 500 дол. Машина була непридатна для розв'язання складних завдань через невеликий обсяг пам'яті. Під час війни машина була зруйнована у квартирі Цузе при попаданні бомби в будинок.

Таким чином, Z3 була першою працюючою машиною в світі з автоматичним керуванням операціями. Вона не містила програми в пам'яті, не мала операції умовного переходу. Такі засоби в інших машинах з'явилися на кілька років пізніше. Досягнення Цузе заслуговують високої оцінки, якщо взяти до уваги, що йому перервала роботу війна, він працював в інших країнах, не знав машини Бебіджа і не контактував з людьми в Німеччині, які займалися традиційними калькуляторами. Майже в кінці війни він побачив фото машини Марк 1 і зрозумів, що пристрій для читання паперових стрічок може бути прилаштований і до його машини.

DVL – інститут-донор Цузе, розглядав Z3 як прототип, тому щойно закінчивши цю машину, Цус почав працювати над машиною Z4, яка була така як Z3, але мала числа на 32 біти і механічну пам'ять. Через військові операції Цузе доводилося мандрувати з колегами. Працювати було неможливо, і група з 12 чоловік розпалася. Цузе з Вернером фон Брауном, знаменитим інженером-ракетником здалися американським військам, коли ті зайняли містечко.

Z4 була вийнята із схованки, відремонтована, до неї додана стрічка з засобами контролю – інструкціями умовного переходу, і її перевезли 1950 року до Цюріха у Федеральний Політехнічний Інститут (ETN). Тут відновили механічну пам'ять. Вона могла зберігати 1000 слів в пристрої об'ємом менше 1 куб. метра.

Якби Цузе використав релейну пам'ять, йому знадобилося б 32 000 реле, а для цього потрібна була б дуже велика кімната. На 1950 рік Z4 була єдина працююча машина в Європі і одна така з небагатьох у всьому світі (релейно-механічна). Вона використовувалася в Інституті прикладної математики і в ETN; у 1955 році її перевезли до Французького Аеродинамічного дослідного Інституту, що недалеко від Базеля, де використовували до 1960 року.

Z4 мала дуже цікаву властивість, передбачену автором у пристроях керування і пам'яті. Стрічка з програмою прочитувалася на два кроки вперед після виконуваної інструкції. Це читання "в запас" збільшувало швидкість машини такими способами:

1. Наступні дві інструкції можуть бути використані в реверсному порядку, якщо вони не впливають на обчислення.
2. Дві операції над пам'яттю можуть виконуватися авансом, щоб механічна пам'ять не затримувала виконання обчислень.
3. Пристрою управління дозволено затримати число, яке має бути передано до пам'яті, якщо воно буде потрібним для однієї з двох наступних інструкцій.

92,93. **Фільм про патенти.** У 1964 році патенти на винахід комп'ютера були надані Мочлі та Еккертю за комп'ютер ENIAC, уведений в дію в 1945 році. Нагородження було оскаржено. На патенти мав би претендувати і Конрад Цузе. Тому ухвала суду була така: відкликати патенти у Мочлі і не видавати нікому.



92. Фільм про патенти.



93. Конрад Цузе

CRAY

THE FASTEST BRAINS FOR THE BIGGEST PROBLEMS

Super is relative. Every era has supercomputers, but the definition shifts as technology advances. Today's supercomputers may be tomorrow's PCs.

Supercomputers tackle the most calculation-intensive problems, such as predicting weather, codebreaking, and designing nuclear bombs. Early supercomputers were one-of-a-kind machines for the government or military—the only customers who could afford it.

94. Найшвидші комп'ютери для найбільших проблем.

Поняття "найкращий" відносне. Кожна епоха має свій суперкомп'ютер, але означення змінюється з розвитком технології. Сьогоднішні суперкомп'ютери можуть стати завтрашніми персональними комп'ютерами.

Суперкомп'ютери беруться за вирішення проблем, які потребують найінтенсивніших обчислень, таких як передбачення погоди, розшифрування кодів і проектування атомних бомб. Ранні суперкомп'ютери були одиночними машинами для уряду та військових – єдиних користувачів, що були спроможні їх придбати.

95т. Батько суперкомп'ютера

"Один із моїх принципів", говорив Сеймур Крей, "нічого не робити того, що роблять інші". Крей був прекрасний проектувальник комп'ютерів, який зробив кар'єру, побудувавши найшвидший комп'ютер. Він віддавав перевагу праці в невеликій групі, яку б не турбував менеджер. Або ще краще – працювати самому вночі і бути вільному від втручань. У Крея звичка швидко працювати поєднувалася з незвичайними дивацтвами, а саме: риттям тунелю під власним будинком, де він спілкувався з ельфами, які сприяли йому в роботі, спалення побудованого ним човна, тому, що він уже побудував новий, тощо.



96. Типова інсталяція CDC 1604, прибіл. 1960

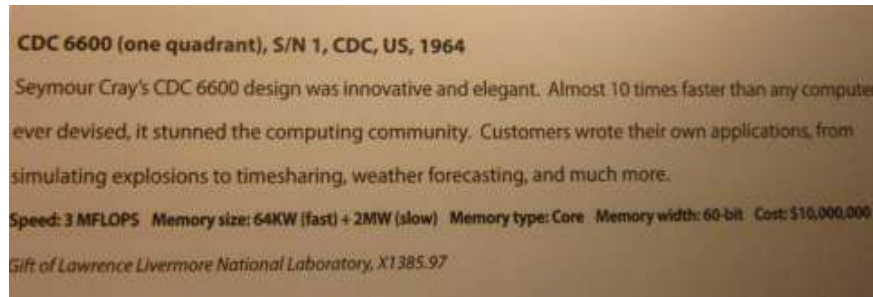
Перший науковий комп'ютер фірми CDC (Control Data Corporation) – один із перших, побудований на транзисторах – використовувався для передбачення погоди, контролю процесів реального часу і для різних наукових обчислень. Але першим його користувачем був військовий флот, який використовував його у військових операціях.

97т. Принцип блочної побудови

Побудова великих структур з менших модулів відома усім дітям, що граються блоками. Але в комп'ютері використання великої кількості маленьких блочків збільшує кількість сполучників, що може впливати на надійність.

1958 року Крей експериментував з "Маленьким Символом", 6-бітовим прототипом для упаковки модулів і логічного підходу, передбачуваних ним для перших CDC комп'ютерів.

Результати були обнадійливі, і CDC прийняла ці методи в успішному 48-бітовому CDC 1604 у 1959 році. Роком пізніше була виготовлена менша 12-бітова версія під назвою 160A.



98т. CDC 6600 (один сектор), S/N 1, CDC, US, 1964

Машина корпорації Control Data Corporation (CDC) 6600 Сеймура Крея була новою і елегантною. Зі швидкістю у 10 разів більшою за швидкість будь-якої машини того часу вона здивувала комп'ютерну спільноту. Користувачі писали програми, починаючи від моделювання вибухів до розподілу часу, передбачення погоди тощо.

Швидкість: 3 MFLOPS Пам'ять: 64KW (fast)+2MW (slow) Тип пам'яті: Core (ферромагнітні кільця) Довжина слова: 60 bit Ціна: \$10,000,000.

Gift of Lawrence Livermore National Laboratory, XI 385.97



99. Консоль CDC 6600



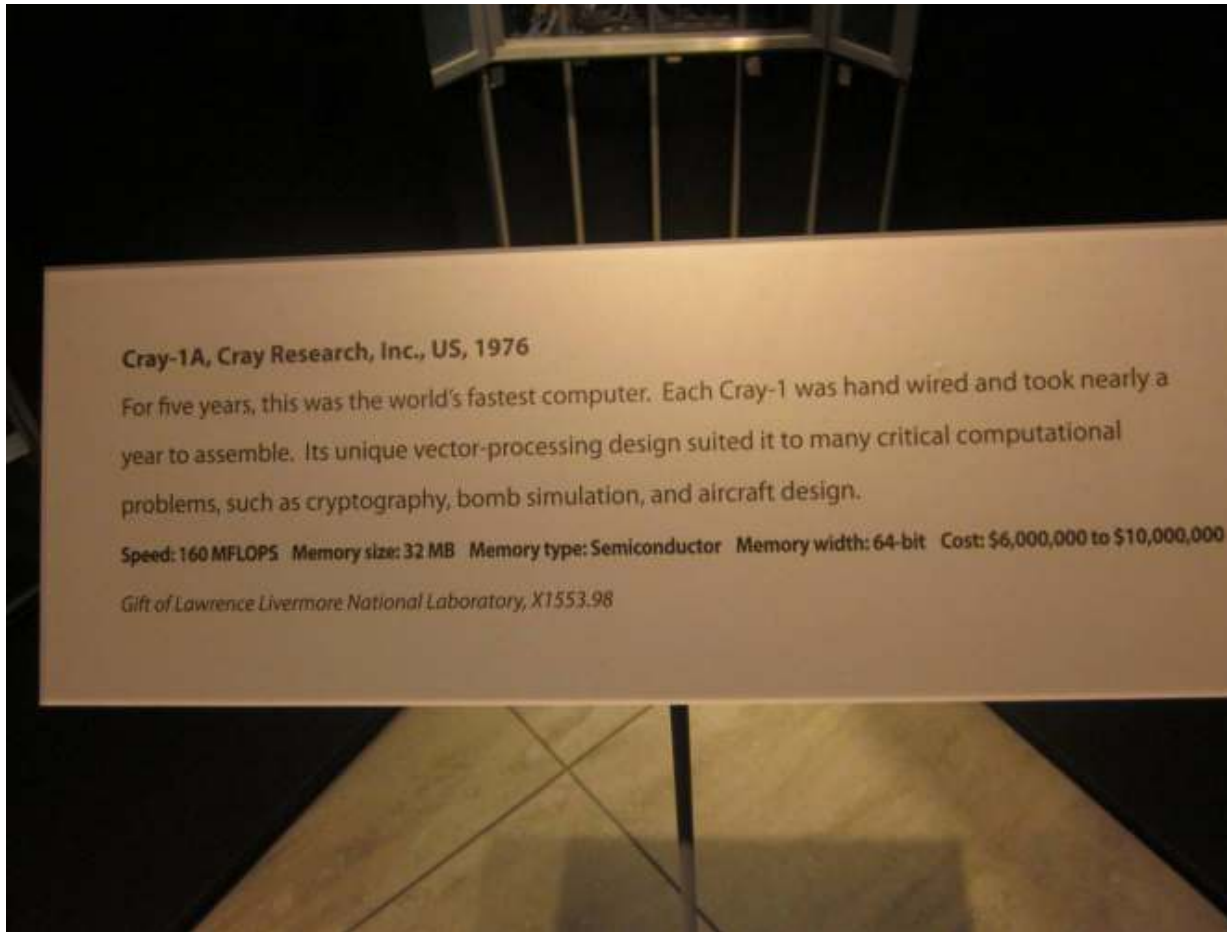
100. Частина машини CDC 6600, розміщена поруч із консоллю

101т. Суперкомп'ютер Cray-1, 1976

Характерна центральна колона, оточена легкими круговими сидіннями – Cray-1 не схожий на жоден інший комп'ютер. І працює не так, як інші. Він був кваліфікований як найшвидший у світі з 1976 по 1982 рік – 116 MFLOPS за сек.

Його видатний дизайн відобразив інноваційні інженерні рішення і театральні уподобання Сеймура Крея. Кругла вежа мінімізує довжину проводів, у той час як лава навколо вежі прикриває засоби постачання енергії. Щільно запаковані інтегральні схеми і новітня охолоджувальна система відображали ставлення Крея до "пакування" і "прикрашання".

102т. **Дроти, напруга і ударна швидкість.** Cray-1 працював у 10 разів швидше за інші комп'ютери. Але швидкість – це вартість. Його продавали за 10 млн доларів. Він споживає 115 кіловат енергії, якої досить, щоб забезпечувати енергією 100 будинків. Понад 60 миль проводів окутують Cray-1 сегментами, що не перевищують 3 дюйми (7,5 см), щоб мінімізувати затримку сигналів.



Cray-1A, Cray Research, Inc., US, 1976

For five years, this was the world's fastest computer. Each Cray-1 was hand wired and took nearly a year to assemble. Its unique vector-processing design suited it to many critical computational problems, such as cryptography, bomb simulation, and aircraft design.

Speed: 160 MFLOPS Memory size: 32 MB Memory type: Semiconductor Memory width: 64-bit Cost: \$6,000,000 to \$10,000,000

Gift of Lawrence Livermore National Laboratory, X1553.98

103. Cray-1A, Cray Research, Inc., US, 1976

П'ять років цей комп'ютер був найшвидшим у світі. Для кожного Cray-1 вручну монтували проводку і майже рік збирали. Його проект векторного оброблення був зручним для проблем з критичними обчисленнями, такими як розпізнавання почерків, моделювання бомб і проектування літальних апаратів.

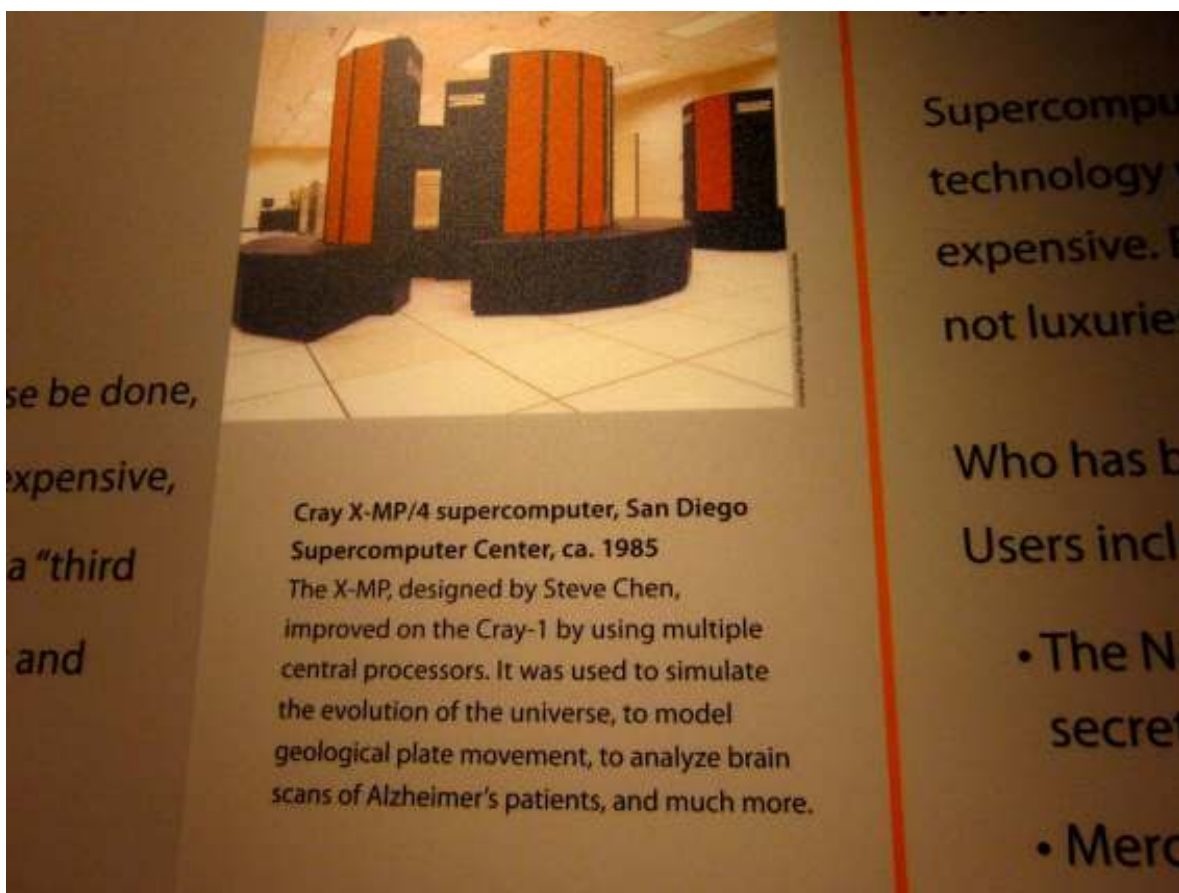
Швидкість: 160 MFLOPS Об'єм пам'яті: 32 MB Тип пам'яті: semiconductor Ширина пам'яті: 64-bit Вартість: \$6 000 000 до \$10 000 000

Подарунок Lawrence Livermor Національної Лабораторії, X1553.98

104г. Потреба в швидкості

Швидкість – це не розкіш для нетерплячих. Суперкомп'ютери роблять те, що без них не було б зроблено шляхом моделювання систем, які є небезпечними, дорогими, або які неможливо випробувати у реальному житті.

Грандіозні проблеми у науці та інженерії – від моделювання клімату мільярд років тому до побудови безпечних автомобілів – залежать від суперкомп'ютерів.



se be done,
expensive,
a "third
and

Cray X-MP/4 supercomputer, San Diego Supercomputer Center, ca. 1985
The X-MP, designed by Steve Chen, improved on the Cray-1 by using multiple central processors. It was used to simulate the evolution of the universe, to model geological plate movement, to analyze brain scans of Alzheimer's patients, and much more.

Supercomputer
technology
expensive. E
not luxuries

Who has b
Users incl

- The Na
secret
- Merc

105. Суперкомп'ютер X-MP/4, Сан Дієго Центр Суперкомп'ютерів, пр. 1985.

X-MP, спроектований Стівом Ченом – це удосконалений Cray-1 шляхом використання множини центральних процесорів. Він використовувався для симуляції еволюції Всесвіту, моделювання руху геологічних пластів, аналізу знімків мозку пацієнтів з захворюванням Альцгеймера тощо.

106т. Кому потрібен суперкомп'ютер?

Суперкомп'ютери є спортивними авто: швидкі, гламурні, дорогі. Але на відміну від спортивних авто, вони є не предметом розкошів, а практичними засобами у світі технологій. Хто їх купує і для чого?

Користувачами є: Національне агенство безпеки – для розшифрування секретних кодів, Мерседес Бенц – для імітації аварій авто, Національна служба погоди – для передбачення ураганів, Боїнг – для моделювання структури літаків, Комісія з атомної енергетики – для проектування ядерних бомб, італійська поліція – для вивчення відео кримінальних подій та ін.

107т. Наскільки швидка швидкість?

Ми порівнюємо швидкість автомобіля, міряючи милі за годину. Ми можемо порівняти швидкість суперкомп'ютера, вимірюючи FLOPS (Floating Point Operation Per Second).

Суперкомп'ютер зі швидкістю один GigaFLOP (один мільярд FLOPS) продукує новий математичний результат кожної мільярдної частини секунди. Швидкість один TeraFLOP – у тисячу разів більша.



108. Сеймур Крей. 1). Складні завдання проекту;
2). Можливо ми робимо прості комп'ютери

Неформальну промову Крея перед публікою на зазначені теми можна почути, зайшовши у віртуальний Музей історії комп'ютерів за адресою:

<http://www.computerhistory.org/revolution/supercomputers/10/22/2281>

Подасмо цю промову у перекладі українською.

Складні завдання проекту

"Побудувати максимально компактний комп'ютер – складне завдання. При проектуванні усіх наших машин вартість побудови не була пріоритетною. Головне – побудувати машину, що працює з максимальною швидкістю, незважаючи на вартість, а потім уже лічити гроші.

Головне в проекті – діаметр машини 39 дюймів (97,5 см.), тому пов'язування модулів дротами всередині комп'ютера – дуже дрібна робота. Ми для цього добираємо працівників-дівчат дуже прискіпливо. Це щось на зразок дискримінації, хоча це й не проти закону. Ми вибираємо тендітних дівчат. Вони мають працювати всередині машини протягом певного проміжку часу – близько 6 місяців зачіплюють дроти на гачки. Ось це і є один із важливих факторів, чому нам доводиться так довго будувати комп'ютер. Ця робота триває 6 місяців, а потім ще 6 місяців іде на перевірку та виправлення. Отже, це займає понад 1 рік.

Фактично немає в машині дрота, довшого за 3 фути (91, 5 см) – порівняймо з іншими новими машинами, у яких довжина дротів сягає 15 футів. Звідси фактор 5 – саме у стільки разів більша швидкість роботи наших машин. Це важливо для досягнення п'ятиразового збільшення швидкості.

Люди, з якими я працюю сьогодні – мої маленькі ельфи – є почасти старими маленькими ельфами – з початку й до середини 1950-тих років".

Можливо, ми робимо прості комп'ютери

"Розповім про один випадок, який ви оціните. Він дуже вразив мене у цьому році, тому ми вирішили, що старіємо і з цим треба щось робити.

Отже, ми вирішили найняти 8 нових людей, які щойно закінчили школу і нічого не знають про комп'ютери. Можливо, вони знали дещо про електроніку та фізику. Троє з них закінчили коледж, троє інших закінчили торгові школи.

На початку ми розповіли їм про великий складний комп'ютер, який ми будуємо.

Ми були шоковані однією подією, що сталася приблизно через 3 місяці. Вони працювали дуже добре і знайшли помилку в моєму проекті. І вони, їй-Богу, мали рацію! Ці малі діти знайшли помилку у моєму логічному проекті, яку я не знайшов. А вони ж не мали досвіду доти, доки не почали контактувати з нами кілька місяців тому. Я здогадуюсь, що вони не були вражені нашим проектом, – певно, думали, що кожен, хто закінчив школу, може робити таку роботу.

Таке відношення здається дивним, тому я думаю: може, ми будуємо **прості машини**?"

На цьому завершуємо огляд перших комп'ютерів у Музеї з Силіконової долини.

Додаток 1. Чарльз Бебідж і Ада Лавлейс

У книзі Michael R. Williams "*A History of Computing Technology*" Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 1985.

наводяться дані про обставини життя Бебіджа та неординарність його характеру. Після знайомства з цими даними стає зрозумілим, чому саме він розробив проект комп'ютера за століття до його нагальної потреби і можливостей побудови.

Чарльз Бебідж народився в 1791 році у сім'ї багатого банкіра в Лондоні. Він успадкував досить грошей, щоб мати змогу вчитися і займатися дослідженнями. Бебідж став відомим завдяки винаходу комп'ютера, а крім того він був провідним членом Королівського астрономічного товариства, засновником Королівського статистичного товариства, час від часу друкував статті та книги з таких галузей знань як оптика, електрика і магнетизм, робота компаній страхування життя, криптологія, геологія, обробка металів, робота маяків, проектування водолазних дзвонів.

Одержавши елементарну освіту, часто поночі вставав і читав математичні книжки. У своїх споминах він пише про те, що батько забороняв йому читати книжки з математики, але тоді вони ставали ще бажанішими. Тому батько вирішив віддати його на подальше навчання до Кембріджу. Для цього він викликав вчителя, щоб той дав сину поради, що його там чекає. У споминах Бебідж написав, що все сказане акумулювалося у його пам'яті у вигляді фрази вчителя до батька: "Не дозволяйте синові купувати вино в Кембріджі".

Так 1810 року він вступив до Кембріджа, провідного університету з математики. Але виявив, що він уже знає більше за вчителів. Тож почав читати статті визначних європейських математиків і гуртувався з такими ж студентами. Разом з Джоном Гершелем (сином відомого астронома) і ще з одним студентом переклали з французької мови підручник з математичного аналізу, до тексту якого додали свої роз'яснення складних розділів. Книга використовувалася як підручник у кількох університетах протягом першої половини XIX століття.

Закінчивши університет, Бебідж хотів залишитися викладачем, але це йому не вдалося. Він поїхав до Лондона і почав займатися наукою самостійно. Пізніше він таки був обраний Lucasian-професором математики в Кембріджі. Lucasian-професорство було дуже престижним. Його заснував член парламенту від університету Henry Lucas, подарувавши Університету свою бібліотеку (4000 книг) і гроші від продажу чи аренди землі.

Після цього Бебідж їздив у Кембрідж для участі у формальних акціях або в ролі екзаменатора. Він був членом Royal Society, провідної наукової організації в Англії.

Бабідж вiдвiдав рiзнi країни Європи. Зокрема, в Італії спускався у кратер Везувія, з якого кожних 10-15 хвилин вилітало полум'я. Думав, як організувати з нього фейерверк.

Далі наводимо дані про творчий шлях Бабіджа як винахідника комп'ютера за книгою

Martin Campbell-Kelly, William Asprey **"COMPUTER. A History of the Informatin Machine"**. Sec. ed. Westview Press, USA. 2004, 325 p.

1819 року Бабідж вперше приїхав до Парижу, де познайомився з членами Французької Академії наук, зокрема, з математиками П'єр-Сімоном Лапласом та Йозефом Фур'є. Можливо, знайомство з великим французьким проектом побудови математичних таблиць, організованим бароном Гаспаром де Проні (de Prony), і визначив подальшу долю Бабіджа як математика – винахідника комп'ютера. Проект де Проні розпочався у 1790 році. Уряд запроваджував у державі систему оподаткування багатства, введення метричної міри для вимірювання ваги та віддалі. Для цього була створена служба для складання нової карти Франції та нових десяткових таблиць, відомих як таблиці кадастрів. Барон де Проні був призначений головою Бюро кадастрів.

Барон де Проні використав працю Адама Сміта "Багатство націй" ("Wealth of Nations"), опубліковану в 1776 році. Адам Сміт першим запропонував ділити виготовлення продукції на виробничі стадії та розподіляти людей за цими стадіями. Цей метод де Проні застосував до виготовлення таблиць кадастрів. Відповідна "фабрика" складалася з трьох секцій. Першу секцію склали півдюжини відомих математиків, з поміж них Адрієн Лежандр і Лазар Карно, які відповідали за формули для обчислень. Середня секція організовувала найчисельнішу третю секцію (60-80 чоловік) рахувати за заданими формулами і відповідала за збір результатів обчислення. Обчислювачі користувалися методом різниць, що не вимагало високої грамотності у математиці.

У 1801 році таблиці були готові до друку. За цей час Франція пережила кілька криз, грошей не було, тому вони не були надруковані. Проте їх значення полягало в тому, що чи не вперше було застосовано технологію виготовлення інформації, аналогічну технології виготовлення матеріальних речей.

У 1819 році рукописи таблиць Бабідж побачив у бібліотеці Французької Академії Наук. Повернувшись до Англії Бабідж разом з приятелем Джоном Гершелем застосував аналогічну технологію для виготовлення таблиць зірок. Вони керували обчисленнями, які виконувалися людьми. Наприкінці дійшли висновку, що їх робота була виснажливою і нудною, а в обчисленнях таблиць часто траплялися помилки, а ще більше їх траплялося при переписуванні результатів обчислень. І Бабідж вирішив побудувати машину для обчислення таблиць, яку він назвав Difference Engine, українською Різницева машина (РМ), оскільки у ній для обчислення значень поліномів мав бути використаний метод різниць.

У 1822 році Бабідж звернувся з листом до президента Королівського Товариства Sir Humphrey Davy з проханням профінансувати побудову його машини, мотивуючи, зокрема, тим, що така машина обійдеться державі значно дешевше, ніж сотні найнятих людей-калькуляторів. Йому виділили 1500 фунтів стерлінгів з обіцянкою надати більше, якщо буде потрібно.

На жаль, виявилось, що у 1820-х роках побудувати лічильну машину значно складніше, ніж концепцію. Бабідж переоцінив наявні фінансові і технічні ресурси. Щодо технології, вона існувала лише для грубих об'єктів – морських суден і ткацьких верстатів, а для виготовлення тендітних речей її бракувало.

Отже, у Бабіджа з'явилось дві задачі: побудова технології і побудова машини. Машина, будучи концептуально простою, була складною технічно. У лондонському Музеї науки про це свідчать сотні малюнків машини і тисячі сторінок записних книжок Бабіджа. Протягом 1820-х років Бабідж розшукував у Європі необхідну технологію. Її знайти не вдалось, зате він став найграмотнішим економістом у виробництві (manufacturing). У 1832 році він видав свою найважливішу книгу, класику економіки "Економіка варобництва" ("**Economy Manufactures**"), яка витримала 4 видання 5-ма мовами. В історії економіки він є помітною фігурою, оскільки пов'язав теорію Адама Сміта з науковим менеджментом, заснованим в США Тейлором (Frederick Winslow Taylor (1856-1915)) у 1880-х роках. Науковий менеджмент – це насамперед підвищення

кваліфікації робітників, їх соціальний захист, стандартизація досягнень, підвищення продуктивності праці тощо.

Протягом 1820-х років уряд продовжував виділяти гроші, і на початку 1830-х років їх набралось 17 тисяч. Стільки ж Бебідж додав своїх грошей. До 1833 року з'явився красиво виготовлений прототип РМ, який був замалий для обчислення таблиць і не мав пристрою для друкування, але, поза сумнівом, свідчив про правильність авторської концепції. Нині він знаходиться у постійній експозиції в Лондонському Науковому Музеї і працює зараз так само, як і тоді.

Бебідж встановив РМ у вітальні свого будинку. Переважна більшість гостей не здатна була оцінити винахід – за винятком вісімнадцятирічної Ади Байрон, яка любила математику і вивчала її під керівництвом математика Августа де Моргана. Ось як описує ці відвідини у своїх мемуарах дружина Моргана (цитуюмо із статті "Первая программистка" в ж. "Наука и жизнь" №9 за 1974 рік):

"В то время как большинство из присутствующих только глазели на это прекрасное устройство, выражая свое восхищение возгласами, характерными для дикарей, которые впервые увидели зеркало или услышали пушечный выстрел, юная мисс Байрон разобралась в принципе его работы и оценила его красоту".

Кошти для побудови повноцінної РМ не надходили, а тим часом у Бебіджа визріла нова ідея: зробити універсальну машину, яка могла б виконувати будь-які обчислення. Він її назвав Аналітичною машиною (АМ). Майже в усіх важливих аспектах вона б мала таку ж логічну організацію як сучасні електронні машини. Найважливіша відмінність в АМ – розділення арифметичних операцій і даних у просторі. Він назвав місця їх розміщення mill (млин) і store (пам'ять): числа беруться із store для оброблення в mill, а результати повертаються у store. Біля двох років Бебідж боровся з проблемою організації обчислень, тобто з програмуванням – цього слова він ще не знав.

А тим часом грошова проблема з РМ не була розв'язана, і прем'єр-міністр запропонував Бебіджу написати письмову заяву. Саме у цій заяві від 23 грудня 1834 року Бебідж вперше оприлюднив АМ, як "повністю нову машину з високою продуктивністю". Можливо, Бебідж знав, що згадка про АМ послабить його позицію, тож він у своїй заяві вказав, що поводить себе чесно, вказуючи на нову машину. Уряд відмовив – по-перше, тому, що РМ лишається незавершеною, а разом з нею втрачається і 17000 вже закладених у неї фунтів стерлінгів, по-друге, тому, що Бебідж працює над якоюсь новою машиною, а не над машиною для складання таблиць, які терміново потрібні уряду.

Між 1834 і 1846 роками Бебідж розробляв АМ. Результат – тисячі аркушів рукописів. У 1840 році Бебідж був запрошений до Італійської Академії наук в Турин на семінар, де заслухали його доповідь про АМ. Молодий італійський математик Menabrea (згодом він став прем'єр міністром Італії) написав статтю про АМ і опублікував її у Франції у 1842 році. Бебідж попросив 20-річну леді Лавлейс перекласти статтю англійською мовою, що вона і зробила, додавши до неї детальний опис АМ, який за об'ємом перевищував статтю італійця. Цей текст знову опинився у Menabrea. Він був підписаний ініціалами L.A.L. Яке ж було здивування Menabrea, коли Бебідж назвав автора. Це дійсно було дивним, якщо ще й врахувати, що опис містив детальні послідовності дій у термінах АМ.

Невдовзі після повернення з Італії Бебідж знову розпочав перемовини з урядом про фінансування АМ. Новий прем'єр-міністр звернувся до астрономів, які назвали машину непотрібною.

До 1946 року Бебідж продовжував працювати над АМ. Наступні 2 роки він повернувся до РМ і, скориставшись досягненнями в інженерній практиці, удосконалив РМ та розробив остаточний варіант машини, яку назвав РМ -2.

Нарешті Бебідж зрозумів, що перспектива фінансування його машин зникла назавжди. І хоча він мав багато підстав виразити своє розчарування прямо, замість цього він вдався до саркастичного критицизму англійської ворожості до інновацій. Цитуємо з його автобіографічної книги "Нотатки з життя філософа" ("Passages from the Life of a Philosopher") 1864 року видання:

"Запропонуйте англійцю будь-який принцип або інструмент, і який би не був він привабливий, ви помітите, що всі зусилля англійського розуму будуть направлені на пошук у ньому труднощів, дефектів чи неможливості використати. Якщо ви скажете йому про машину для чищення

картоплі, він скаже, що це неможливо; якщо ви чистимете картоплю перед його очима, він назве її непотрібною, тому що вона не може почистити ананаса".

Радісною подією, що скрасила його існування, була успішна побудова РМ шведами. А сталося це так. В 1834 році Dionysius Lardner, лектор і популяризатор науки, опублікував в Edingburg review статтю про РМ Бебіджа. Статтю прочитали шведи, батько і син – Georg і Edvard Scheutz, які будували РМ протягом майже 20 років. Про це Бебідж дізнався 1952 року. В 1855 році машина демонструвалася в Парижі на виставці, куди приїздив і Бебідж. Машина одержала золоту медаль. Наступного року вона була продана у Нью-Йорк за 5 тис. доларів. Уряд Великої Британії купив копію машини за 1200 фунтів стерлінгів (зараз це був би мільйон) для обчислення нових таблиць страхування життя.

Чарльз Бебідж не міг покинути дослідження своїх машин, і в 1856 році знову почав працювати над АМ – майже в ізоляції, заповнюючи записні книжки одну за другою. Помер він 18 жовтня 1871 року

Наводимо також деякі дані про Аду Лавлейс із статті "Первая программистка", ж. "Наука и жизнь" №9 за 1974 рік. Автори канд. фіз.-мат. наук Р. Гутер і канд. техн. наук Ю. Полунов. Цитати з листів Ади Лавлейс подаємо мовою статті (російською).

Ада Лавлейс народилася у грудні 1815 року у сім'ї англійського поета Джорджа Гордона Байрона. Через місяць батьки розійшлися назавжди. Байрон відбув до Італії, де і помер у неповних 37 років. Мати Ади вивчала математику у професора Уільяма Фреда, товаришувала з його дочкою, яка одружилася з математиком Августом де Морганом, учителем математики Ади. До числа друзів Адиної матері належав і Бебідж. Юна Ада Байрон відвідує майстерню Бебіджа, де знайомиться з його роботами. Бебідж полюбив Аду за її гострий розум та ще, можливо, й тому, що Ада була ровесницею його рано померлої дочки.

У липні 1935 року Ада одружується з графом Лавлейсом, який підтримував, як міг, захоплення дружини наукою. Ось як вона характеризує себе в листі до Бебіджа: *"Мой мозг – нечто большее, чем просто смертная субстанция; я надеюсь, время покажет это (если только мое дыхание и прочее не будут слишком быстро прогрессировать к смерти"....) Граф Л. иногда говорил: "Каким генералом могла бы ты быть!" Представьте меня со временем в общественных и политических заботах (я всегда мечтала обладать мировой властью, силой и славой – эта мечта никогда не сбудется...).* Для вселенной хорошо, что мои устремления и честолюбие навсегда связаны с духовным миром, и что я не собираюсь иметь дела с саблями, ядами и интригами вместо х, у и z".

Під час написання приміток до опису машини Бебіджа Ада пише до нього:

"Я хочу вставить в одно из моих примечаний кое-что о числах Бернулли в качестве примера того, как неявная функция может быть вычислена без того, чтобы предварительно быть разрешенной с помощью головы и рук человека. Пришлите мне необходимые данные и формулы".

Бебідж прислав все необхідне і навіть алгоритм знаходження таких чисел, проте зробив грубу помилку, яку знайшла Ада. Вона повідомила, що самостійно склала список операцій для обчислення кожного коефіцієнта кожної змінної, тобто написала програму для обчислення чисел Бернуллі.

"Очерк АМ, винайденої Чарльзом Бебіджем" Менабреа і "Примітки перекладача" Ади Лавлейс – основні джерела, за якими можна познайомитися з видатним винаходом 19 століття – універсальною цифровою обчислювальною машиною з програмним управлінням. За час, що минув, техніка кардинально змінилася, але сучасне програмування у своїй основі базується на принципах, висловлених Адою Лавлейс. Уже тоді Ада була впевнена в "широті спектру" можливостей універсальної обчислювальної машини. Цитуємо уривки:

"Изучая работу вычислительной машины, мы обнаруживаем, что необходимо строго различать операции, объекты, над которыми операции совершаются ... "

".. Под словом операция мы понимаем любой процесс, который изменяет взаимное отношение двух или более вещей, какого рода эти отношения не были бы..."

"... Операционный механизм (машины) может быть приведен в действие независимо от объекта, над которым должна производиться операция. Этот механизм может действовать не только над числами, но и над другими объектами..."

"Желательно предостеречь против преувеличения возможностей аналитической машины... ". "... Аналитическая машина не претендует на то, чтобы создавать действительно что-то новое. Машина может выполнять все то, что мы умеем ей предписать. Она может следовать анализу; но она не может предугадать какие-либо аналитические зависимости или истины. Функции машины заключаются в том, чтобы помочь нам получить то, с чем мы уже знакомы".

Через століття в 1950 році Алан Тюринг спростував останню тезу леді Лавлейс у статті "Может ли машина мыслить?", підрозділ "Возражение леди Лавлейс".

Августа Ада Лавлейс померла 27 листопада 1852 року у такому ж віці, як і її батько.

Додаток 2. Вінсент Атанасов

Jane Smiley "The Man Who Invented the Computer, The Biography of John Atanasoff, Digital Pioneer". Doubleday, New York, London, Toronto, Sydney, Auckland.

Дід Атанасова був убитий під час революції у Болгарії проти Отаманської Туреччини в 1876 році, коли він тікав з сім'єю з свого села, захопленого турками. У нього на руках був маленький син Іван, батько винахідника АВС.

Болгарія була відвойована з турецького іґа військами Росії, які йшли на Болгарію з метою визволення православ'я та здобуття виходу у Чорне море. Війна була успішною. Коли Іван підріс, його забрав до Америки дядько, мамин брат. За дорогу заплатила мама, продавши частину належної їй землі.

За допомогою дядька Джон Атанасов закінчив у США школу. На цей час його дядько повернувся до Болгарії, і Джон лишився без його підтримки. Він звернувся до церкви, і йому дозволили вчитися у баптиському коледжі. 1900 року він одружився. У цьому ж році закінчив коледж. Його дружина була математиком за освітою.

У них 1903 року і народився син Джон Вінсент Атанасов (John Vincent Atanasov). Після нього в сім'ї народилося ще шестеро дітей. Вінсенту була надана свобода в поведінці і в духовному розвитку. Ідучи до школи, він уже вмів читати і рахувати. І продовжував жити за своїм розкладом, був незручним, бо часом знав більше за вчителя. Але не бився зі своїми кривдниками. Багато читав, у батьків була гарна бібліотека. Не маючи ще 10 років, він допомагав батькові електрифікувати будинок, вивчив посібник до батькового нового авто, а в 11 років уже вмів водити машину. Його батько замовив лічильну лінійку, а потім анулював замовлення. Вінсент за 2 тижні змайстрував таку лінійку і був дуже гордий з того. Почав вивчати самотужки алгебру. Коли щось було йому незрозуміло, він звертався до матері. Батьки дали йому свободу у виборі занять і підтримували його захоплення.

Вищу школу (по-нашому середню) він закінчив у 15 років і пішов працювати, щоб заробити на навчання у коледжі. Він хотів стати математиком.

У 1921 році вступив в Університет. У цей час він хотів уже бути фізиком, був знайомий з теорією Ейнштейна, але такого факультету не було, тому він вступив на факультет електроінженерії, найбільш теоретичної серед інших наук в Університеті. Він був дуже здібний і працелюбний – типова парадигма емігранта. Ключовою компонентою його творчого життя був так званий "пошук проблем". На фермі батьків проблеми еволюціонували у "розв'язки проблем". Коли на фермі щось ламалося, він не прагнув відновити первісну конфігурацію поламаного, а вияснив, як поламана річ повинна працювати і ремонтував з удосконаленням.

1925 року Вінсент закінчив Університет Флориди з найвищою оцінкою.

Дисертація Атанасова "The Dielectric Costant of Helium" стосувалася теоретичної фізики і була захищена в Університеті Вісконсін у 1929 році. Продовження життєвого шляху Джона Вінсента Атанасова пов'язане з винаходами, про що йшла мова вище.

Література

1. **Малиновский Б.Н.** *Очерки по истории компьютерной науки в Украине*. – К.: "Феникс", 1998.
2. **Paul E. Ceruzzi** "*A History of Modern Computing*", sec. ed. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
3. **Martin Campbell-Kelly, William Asprey** "*COMPUTER. A History of the Informatin Machine*". Sec. ed. Westview Press, USA. 2004.
Martin Campbell-Kelly – проф. комп'ютерних наук університету Warwick, Англія
William Aspray – професор інформатики штату Індіана. Обидва історики.
4. *The First Computers. History nf Architectures*, edited by Raul Rojas and Ulf Hashagen The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England, 2000.
Raul Rojas – професор комп'ютерних наук у Вільному Ун-ті Берліна.
Ulf Hashagen - співробітник Мюнхенського Центру історії науки і технології, Німецький музей.
5. **Michael R. Williams** "*A History of Computing Technology*" Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 1985.
Michael R. Williams is a Professor in the Department of Computer Science, The University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.
6. **Jane Smiley** "*The Man Who Invented the Computer, The Biography of John Atanasoff, Digital Pioneer*". Doubleday, New York, London, Toronto, Sydney, Auckland.