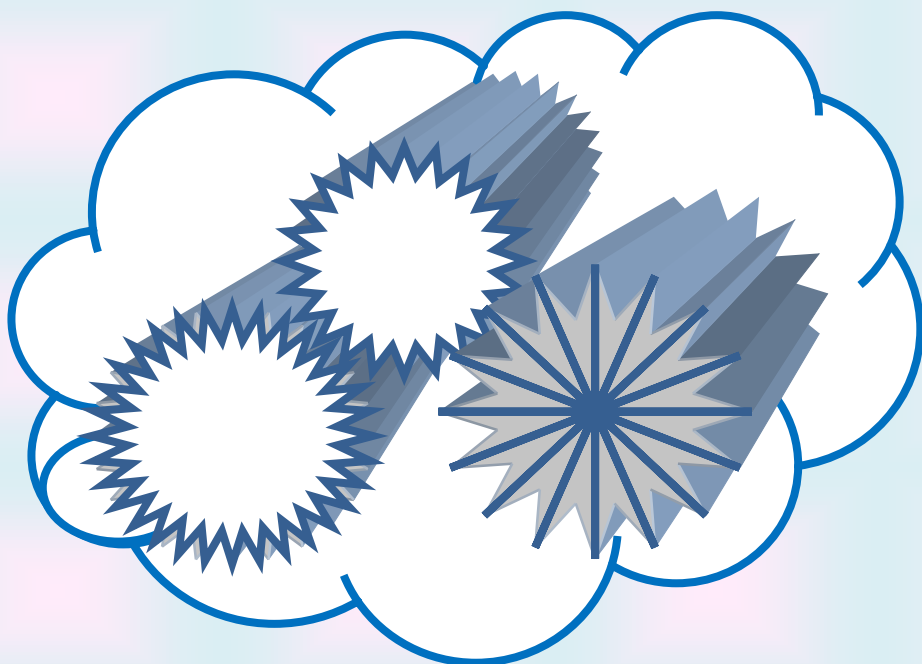


Обчислювальні пристрої



Застосування підручних засобів

Первісні люди не знали чисел і використовували для запам'ятовування певної кількості предметів наочне уявлення – різні підручні засоби: мушлі, камінці тощо. Розвиток рахунку пішов значно швидше, коли людина здогадалась звернутися до самого природного рахункового апарата — своїм пальцям. Від пальцевого рахунку бере початок п'ятіркова система числення (одна рука), десяткова (дві руки), двадцяткова (пальці рук і ніг). Деякі народи для запам'ятовування кількості предметів використовували зарубки. Наприклад, на дощечці зарубками відмічався борг, потім дощечка розламувалася навпіл упоперек всіх зарубок. Одна половина віддавалася боржнику, друга - господареві. Такі дощечки називалися "бірки". В Англії такий спосіб запису податків існував до кінця XVII ст. На Русі зарубки робилися на палиці, яка називалась носом («зарубати на носі»). Також існували рахункові мотузки. Перуанські рахункові мотузки називалися кіпу. Рахували на них за допомогою вузликів. А щоб не забути, що де рахувалось, кіпу фарбували в різні кольори. Подібний спосіб рахунку застосовували також стародавні індійці та китайці.

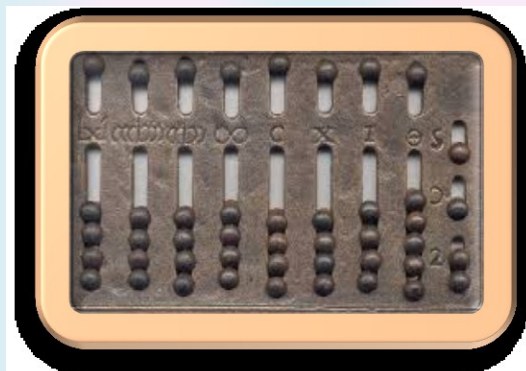


Абак

Найпоширенішим пристосуванням для рахунку був абак (або рахівниця). Найстародавніша рахівниця була знайдена при археологічних розкопках на одному з островів Егейського моря (знахідка відноситься до IV тис. до н.е.).

Абак (від грецького *абах*-дошка) – рахункова дошка, що широко застосовувалася в Древній Греції. Грецький абак являв собою дошку, на якій паралельні лінії позначали розряди одиниць, десятків, сотень і т.д. На лініях вміщували відповідне число жетонів (камінців, кісточок). У Древньому Римі на дошці для зручності робили для камінчиків жолобки. Це пристосування називалося "калькулі" ("калькулюс" - галька). У Китаї камінчики замінили на намистини, нанизані на прутики, які закріплювались на дерев'яній рамі. Кожний прутик був розділений на дві нерівні частини. У одній частині було 5 намистин, по кількості пальців на руці, а в другій – тільки 2, по кількості рук. Це пристосування називалося "суан-пан". Їм користувалися в Китаї вже в IV столітті. У Японії подібна конструкція набула назву "соробан".

У Західній Європі знайомство з абаком відбулося в X столітті, коли після знайомства з індо-арабською системою числення Герберт (940-1003) (з 999 р. - Римський папа Сильвестр II) побудував рахункову дошку, на якій замінив певне число жетонів одним жетоном з апісом.



Логарифмічна лінійка


Іншим пристроєм для рахунку, що набув широке визнання, була логарифмічна лінійка, яка з'явилася в XVII в. Винахід логарифмів, що, за словами Лапласа, “скоротив праці астронома, подвоїло його життя”, послужило основою для винаходу чудового обчислювального інструмента, який понад 355 років був службовцем інженерів усього світу.

Поняття логарифму ввів шотландський математик Непер (Napier) Джон (1550-1617) в трактаті "Канонічний опис чудових логарифмів", що вийшов у 1614 році. Сам термін логарифм народився з поєднання грецьких слів *logos* (відношення) та *arithos* (число). Логарифми дуже спрощували ділення та множення. Значення логарифмів Непер записував на окремих паличках, маніпулюючи якими можна було набувати нових і нових значень. Ці палички увійшли в історію як "палички Непера".

У XVI і XVII ст. у Європі з'явилася безліч модифікацій паличок Непера. У 1668 р. вюртембергський єзуїт Каспар Шотт запропонував замінити палички Непера циліндрами, на поверхні яких уздовж утворюючих нанесені ті ж, що і на паличках, числа. Циліндри містилися паралельно один одному в шухлядці, де могли обертатися на минаючих через них осях.

У 1678 р. П'єр Пти, французький математик і фізик, друг Паскаля, наклеїв смужки папера з накресленими “паличками” на картонні стрічки і змусив їх рухатися уздовж осі циліндра. Пристрій одержав назву барабан Пти. У 1727 р. німецький механік Якоб Леопольд видозмінив барабан Пти, додавши йому прямокутну форму.

Прародителькою сучасної логарифмічної лінійки вважається логарифмічна шкала, відома за назвою шкала Гюнтера. Ця шкала являє собою прямолінійний відрізок, на якому відкладалися логарифми чисел тригонометричних величин. Кілька таких шкал наносилося на дерев'яну чи мідну пластинку паралельно. Циркулі-вимірники використовувалися для



вирахування відрізків уздовж ліній шкали, що у відповідності з властивостями логарифмів дозволяло знаходити добуток чи частку. Винахідниками перших логарифмічних лінійок вважають Вільяма Отреда і Ричарда Деламейна. Англійські спочатку в 1654 р. Роберт Биссакер, а потім у 1657 р. Сет Патридж — запропонували конструкцію прямокутної логарифмічної лінійки, що складалася з трьох самшитових планок. Мідне оправлення утримувало дві зовнішні планки, між якими вільно сковзала третя — движок лінійки. На обох сторонах лінійки і на движку малися шкали. Довжина такого типу лінійки складала біля 60 см. Винахідником же першої універсальної логарифмічної лінійки, мабуть, варто вважати видатного англійського механіка Дж.Уатта. У 1779 р. він сконструював лінійку, придатну для виконання будь-яких інженерних розрахунків. Дж.Уатт у своїй лінійці розташував ряд шкал дуже розумним чином, їх градуїровка була виконана з великою точністю, що дозволило привернути увагу до неї широких кіл.

Принципово нову шкалу для лінійки запропонував П.М.Пиці. Він на движок лінійки наніс звичайну логарифмічну шкалу, а на нерухому частину лінійки — шкалу повторного логарифма, тобто $\log \log N$. У силу логарифмічних співвідношень лінійка Пиці дозволяла при одному переміщенні движка одержати результат зведення в ступінь одного числа в інше.

Ідея важливого елемента лінійки — бігунка була уперше висловлена великим Ньютоном. Логарифмічна лінійка, найбільш схожа на сучасну, була сконструйована в 1850 р. 19-літнім французьким офіцером Амедеєм Маннхеймом. Дозволяючи робити розрахунки з двома-трьома точними цифрами, логарифмічна лінійка довго залишилася одним з основних рахункових приладів інженера.

Музиканти рідко володіють математикою. Але зустрічаються з нею частіше, ніж самі це підозрюють. Дуже часто вони зустрічаються з логарифмами. Фізик Ейхенвальд згадував: " Товариш мій по гімназії любив

грати на роялі, але не любив математику. Він навіть говорив з відтінком зневаги, що музика і математика не мають нічого спільного. Уявіть же собі, як неприємно був вражений мій товариш, коли я довів йому, що, граючи по клавішах сучасного роялю, він грає, власне кажучи, на логарифмах."

І справді, так звані ступені темперованої гамми (12-звукової) частот звукових коливань являють собою логарифми. Тільки основа цих логарифмів дорівнює 2 (а не 10, як прийнято в інших випадках).



Машина Леонарда да Вінчі

У рукописах видатного італійського живописця, скульптора, вченого, інженера Леонардо да Вінчі (1452-1519), які виявили в 1967 р., є проект механічної тринадцятирозрядної обчислювальної машини, що будувалась на основі десятизубцевих коліс.

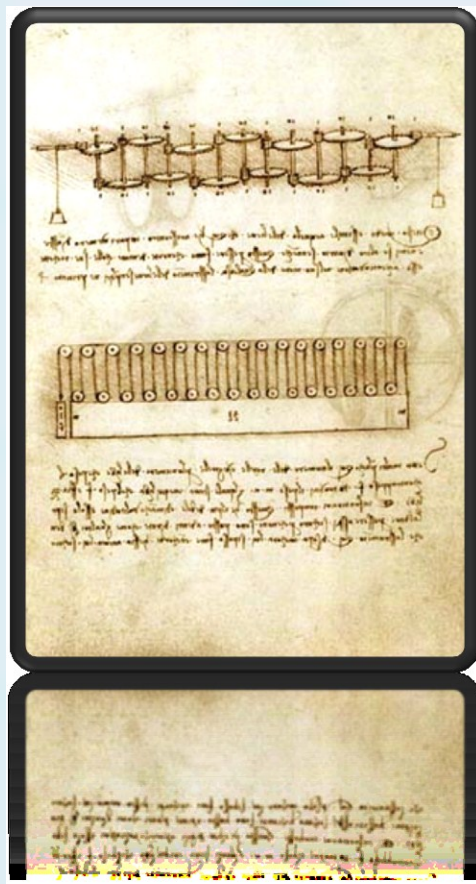
Історію механічного етапу розвитку обчислювальної техніки можна почати з 1492 року, коли Леонардо да Вінчі розробив креслення лічильної машини і описав його в своїх щоденниках, нині відомих, як двотомник «Мадридський Кодекс». Довгий час ці щоденники пролежали в національній бібліотеці Іспанії, поки 13-го лютого 1967 року не були знайдені американськими дослідниками.

Серед креслень першого тому «Мадридського кодексу», майже повністю присвяченого прикладної механіки, вчені виявили ескіз 13-розрядного підсумовує пристрої з десятизубцевими кільцями.

Основу лічильної машини становили стрижні з двома зубчастими колесами, велике - з одного боку і маленьке - з іншого. Як видно з ескізу Леонардо да Вінчі, ці стрижні розташовувалися так, щоб маленьке колесо на одному стрижні входило в зчеплення з великим колесом на сусідньому стрижні. Таким чином десять обертів першого стрижня приводили до одного повного обороту другого стрижня, а десять обертів другого - до одного повного обороту третього стрижня і так далі. Вся система складалася з тринадцяти стрижнів і приводилася в рух набором вантажів.

Ймовірно, за життя Леонардо да Вінчі лічильна машина не була створена. Однак, в 1967 році доктор Роберто Гуателлі, відомий експерт з Леонардо да Вінчі, що працює на запрошення фірми IBM над відтворенням машин великого майстра, досліджуючи ескізи лічильної машини в «Мадридському кодексі», згадав, що бачив подібний малюнок в "Атлантичному Кодексі".

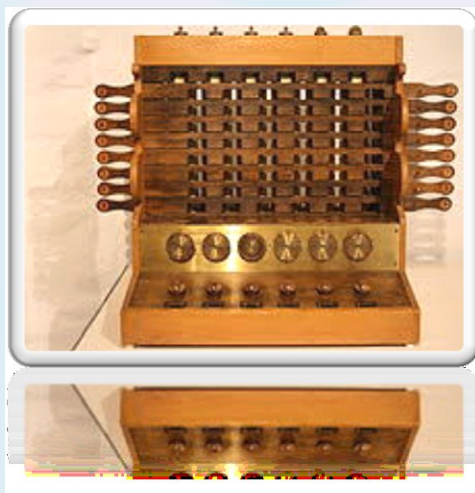
Вивчивши обидва малюнки, доктор Гуателлі створив в 1968 році копію лічильної машини да Вінчі. Сучасна реконструкція машини експонується в музеї IBM:



Машина Вільгельма Шиккарда

У листах і спогадах сучасників збереглися відомості про машину Вільгельма Шиккарда (1592-1636), виготовлену в 1623 р. Це була 6-розрядна машина, яка могла додавати та віднімати числа. Ця машина являла собою як би палички Непера, згорнені в барабан, мабуть тому вона ще отримала назви “Годинник для обчислювань”.

На жаль машина Шиккарда згоріла під час пожежі, а креслення були загублені. Несподівано у 1935 р. креслення були знайдені, але під час Другої Світової війни знову були загублені. Лише в 1956 р. креслення були знайдені знову! У 1960 р. машину Шиккарда було побудовано, щоб переконатися, що вона працює.



Машина Паскаля

Не зважаючи на існування більш ранніх розробок, першою механічною машиною вважається 5-розрядний (потім 8-розрядний) підсумовуючий автомат, побудований в 1642 р. (за іншим даними в 1641 р.) французьким математиком Б.Паскалем (1623-1662). Машина створювалася для полегшення роботи батька, якому доводилося виконувати багато підрахунків, займаючи посаду королівського інтенданта Нормандії. Вперше конструкція Паскаля була виставлена для загального огляду в Люксембурзькому парку в Парижі. Ця машина виконувала додавання та віднімання над шестизначними числами. У "паскаліні" десяткові цифри задавалися поворотами коліщаток з десятьма зубцями, на яких були цифрові ділення, а результат прочитувався у віконцях. Колеса були механічно пов'язані, щоб враховувати перенесення одиниці в наступний розряд. Збереглося сім примірників машини Паскаля, один з них знаходиться в Музеї мистецтв та ремесел у Парижі.

Машина Паскаля являла собою механічний пристрій у вигляді шухлядки з численними, пов'язаними один з одним зубчатою передачею, шестернями. Числа вводилися в машину за допомогою відповідного повороту набірних коліщат. На кожне з цих коліщат, що відповідали одному десятковому розряду числа, були нанесені поділки від 0 до 9. При введенні числа, коліщатка прокручувалися до відповідної цифри. Зробивши повний оберт надлишок над цифрою 9 коліщатко переносило на сусідній розряд, зсуваючи сусіднє коліщатко на 1 позицію. Перші варіанти «Паскаліни» мали п'ять зубчастих коліс, пізніше їх кількість збільшилася до шести або навіть восьми, що дозволяло працювати з великими числами, аж до 9999999.

Відповідь з'являлася у верхній частині металевого корпусу. Обертання коліщат було можливе лише в одному напрямку, виключаючи можливість безпосереднього оперування від'ємними числами. Тим не менше, машина Паскаля дозволяла виконувати не лише додавання, але й

інші операції, але вимагала при цьому застосування досить незручної процедури повторення складання. Віднімання виконувалось за допомогою доповнень до дев'ятки, які для допомоги користувачу з'являлися у віконці, розміщеному над виставленим оригінальним значенням.

Незважаючи на переваги автоматичних обчислень використання десяткової машини для фінансових розрахунків у рамках діючої в той час у Франції грошової системи було важким. Розрахунки велися в ліврах, су та деньє. У ліврі нараховувалося 20 су, в су — 12 деньє. Зрозуміло що використання десяткової системи ускладнювало і без того нелегкий процес обчислень.

Тим паче, приблизно за 10 років Паскаль виготовив коло 50-ти і навіть зумів продати більше десяти варіантів своєї машини. Незважаючи на загальне захоплення, машина не принесла багатства своєму творцю. Складність і висока вартість машини в поєднанні з невеликими обчислювальними здібностями служили перешкодою її широкому поширенню. Тим не менш, закладений в основу «Паскаліни» принцип пов'язаних коліс майже на три століття став основою для більшості створюваних обчислювальних пристроїв.

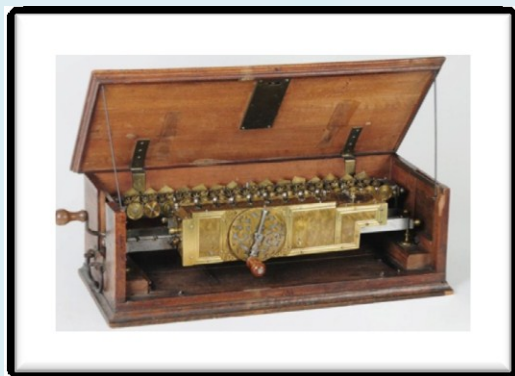
Машина Паскаля стала другим реально працюючим обчислювальним пристроєм після рахівника Вільгельма Шікарда (нім. Wilhelm Schickard), створеного в 1623 році.



Машина Лейбніца

Перша машина, що виконує всі арифметичні дії і піднесення до степіня, була розроблена в 1673 році німецьким вченим Лейбніцем Г.В. (1646-1716), яку сконструювала людина за імям Олівер із Парижу..Це був "покроковий обчислювач". Машина мала жваву каретку та виконувала множення за принципом шкільного алгоритму "множення в стовпчик". Це був перший арифмометр (від грецького arithmos-число та метр) - настільна механічна рахункова машина для виконання складання, віднімання, множення, ділення, в якій установлення чисел і приведення рахункового механізму в дію здійснюються вручну.

У машині Лейбніца використовувався принцип зв'язаних кілець підсумовуючої машини Паскаля, але Лейбніц ввів у неї рухомий елемент (прототип каретки настільного калькулятора), що дозволив прискорити повторення операції додавання, необхідне при перемножуванні чисел. Замість коліщат і приводів у машині Лейбніца використовувалися циліндри з нанесеними на них цифрами. Кожен циліндр мав дев'ять рядів виступів або зубців. При цьому перший ряд містив один виступ, другий ряд — два виступи і так аж до дев'ятого ряду, що містив відповідно дев'ять виступів. Циліндри з виступами були рухомими.




Машина Беббіджа

У 1822 р. Ч.Беббідж (1791-1871), що очолював кафедру математики Кембріджського університету, розробив проект великої машини для обчислення та друку таблиць математичних функцій. Він побудував робочу модель, що заслужила схвалення та фінансову підтримку Лондонського Королівського Товариства. У 1823 р. Беббідж приступив до роботи, розраховуючи закінчити її за три роки. Але роботу вчасно не довелося зробити, тому що в той час ще не було точного обладнання для виготовлення деталей, не було розроблено теорію механізмів. До того ж в ході виготовлення машини Беббідж продовжував її вдосконалювати, знаходив нові рішення розширення її можливостей, постійно вносив зміни в креслення та переробляв вже виготовлені вузли. У 1833 р. Беббіж припинив роботи над великою машиною, витративши 17 тис. фунтів стерлінгів урядових коштів та 13 тис. власних і виконавши при цьому лише частину проекту. Але треба відмітити, що працююча частина машини мала значно більшу швидкість, ніж було обіцяно, і забезпечувала заявлену точність. У процесі створення машини у Беббіджа виникла ідея про створення універсальної обчислювальної машини, названої згодом аналітичною. Її логічна схема була настільки ясною та простою, що він міг описати її словами, не вдаючись до креслень.

Аналітична машина, за задумом Беббіджа, повинна була

- виконувати прості арифметичні дії;
- запам'ятовувати початкові та проміжні дані, результати обчислень;
- запам'ятовувати групу команд, по яких йде розв'язання задачі;
- виводити результати обчислень;
- автоматично припиняти обчислення після виконання задачі;
- повторювати цикл обчислень.



У новій машині передбачався пристрій – "млин", який виконував всі арифметичні дії. Початкові дані, проміжні результати запам'ятовувалися на регістрах, об'єднаних в єдиний пристрій – "склад". Керування переміщенням чисел зі "складу" на "млин" і зворотно, а також керування діями "млина" здійснювалося "конторою" за допомогою перфокарт по типу раніше застосованих для ткацького станка французом Ж.М.Жаккаром. Послідовність карт складала (як ми б тепер назвали) програму. Але в аналітичній машині Беббіджа ще була відсутня сучасна "концепція зберігаємої програми".

Останні 37 років свого життя Беббідж присвятив удосконаленню своєї аналітичної машини. У 1871 році він створив прототипи процесора та пристрою для друку. Помер він так і не закінчивши свою основну працю. Його машина набагато випереджала технічні можливості свого часу, і довести її до кінця було практично неможливо. Аналітичну машину Ч.Беббіджа вважають прообразом ЕОМ. Примітки: Генрі Беббідж, син Чарльза Беббіджа, у 1906 році при підтримці фірми R.W. Munro побудував процесор батьківської аналітичної машини. Процесор працював бездоганно, але цілком аналітична машина так і не була побудована.

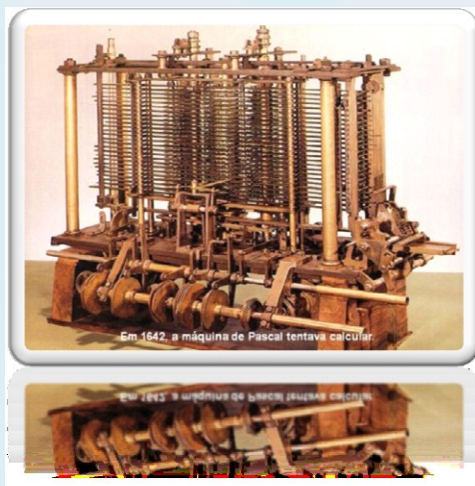
У цих роботах Беббіджу допомагала математик Ада Лавлейс (1815-1852). Вона створила для машини Беббіджа декілька програм, які зберігалися на спеціальних перфорованих картах. Вона довела, що машина здатна не тільки вирішувати задачі числового характеру, але й виконувати операції над словами. "Машина - не Творець. Вона - лише слуга, слухняний наказам добродія" (Ада Лавлейс) Роботи Ади Лавлейс в цій галузі були надруковані в 1843 році. Однак, в той час вважалося непристойним для жінки видавати твори під своїм ім'ям, тому на титульному листі стояли лише її ініціали. Одна з основних наукових праць Ади Лавлейс - переклад статті Менабриа "Елементи аналітичної машини Беббіджа" та примітки до неї. Саме ці декілька сторінок і містили, на думку багатьох фахівців, зразок

“першої в історії комп'ютерної програми”. У тексті приміток до статті Менабреа була прихована струнка теорія програмування.

Заслуги Чарльза Беббіджа і його учениці та помічниці Ади Лавлейс:

- По-перше, це ідея програмного управління процесом обчислень.
- По-друге, пропозиція використати перфокарти для введення і виведення даних, для управління, а також для обміну та передачі чисел в самій машині.
- По-третє, винахід системи попереднього перенесення для прискорення розрахунків.
- По-четверте, застосування способу зміни ходу обчислень, що отримав надалі назву умовного переходу.
- По-п'яте, введення поняття циклів операцій і робочих осередків.

У матеріалах Беббіджа і коментарях Лавлейс намічені такі поняття, як підпрограма та бібліотека підпрограм, модифікація команд та індексний регістр, які стали вживатися тільки в 50-х роках XX століття. Сам термін бібліотека був уперше введений Беббіджем, а терміни робочий осередок і цикл запропонувала Ада Лавлейс.



Табулятор Голлеріта

Герман Голлеріт (1860-1929), син німецьких емігрантів в США, сконструював в 1884 році табулятор – електричну рахункову машину.

Перший статистичний табулятор був побудований з метою прискорити обробку результатів перепису населення, яка проводилася в США 1890 року. Ідея можливості використання для цих цілей перфокарт належала високопоставленому чиновнику бюро перепису Джону Шоу Біллінгсу (майбутньому тестеві Голлеріта). Голлеріт закінчив роботу над табулятором до 1890 р. Потім в бюро перепису були проведені випробування, і табулятор Голлеріта в змаганні з декількома іншими системами був визнаний найкращим. З винахідником був укладений контракт. Після проведення перепису Голлеріт був удостоєний декількох премій, і отримав звання професора в Колумбійському університеті.

Голлеріт організував фірму з виробництва табуляційних машин TMC (Tabulating Machine Company), продаючи їх залізничним управлінням і урядовим установам (партия табуляторів була також закуплена Російською імперією). Цьому підприємству сприяв успіх. З роками воно зазнало ряд змін — злиттів і перейменувань. З 1924 року фірма Голлеріта стала називатися IBM. Вона є найбільшим в світі виробником комп'ютерів.



Калькулятори

Калькулятор (лат. Calculator):- електронно-обчислювальний пристрій для виконання операцій над числами або алгебраїчними формулами;

Латинське слово calculator («лічильник; той, що рахує») походить від дієслова calculo («рахую, підраховую»), який у свою чергу походить від слова calculus — «камінчик» (камінці використовувалися для рахунку); calculus є зменшувальне від calx — «вапно».

Типи калькуляторів

1. **Найпростіші калькулятори** мають невеликі розміри і вагу, один регістр пам'яті і невелике число функцій. Призначені для широкого кола споживачів.
2. **Бухгалтерські калькулятори** мають додаткові засоби для роботи з грошовими сумами (кнопки «00» і «000», фіксована кількість розрядів дробової частини, автоматичне округлення). Як правило, мають настільні габарити. Призначені для всіх, хто змушений рахувати гроші: бухгалтерів, касирів і т. д.
3. **Інженерні** (англ. Scientific): призначені для складних наукових та інженерних розрахунків. Мають велику кількість функцій, включаючи обчислення всіх елементарних функцій, статистичні розрахунки, задання кутів в градусах, хвилинах і секундах. Для складних обчислень застосовуються дужки або зворотний польський запис.
4. **Візуальні калькулятори** дозволяють вводити довгий вираз і редагувати його. При натисканні кнопки «=» відбувається обчислення значення цього виразу. Такі калькулятори дорогі і трохи незручні для простих розрахунків, проте зручні, коли потрібно провести велику кількість однотипних розрахунків з різними аргументами.

5. **Програмовані калькулятори** мають можливість вводити і виконувати програми користувача. Мають велику кількість регістрів пам'яті (10 і більше). По функціональності наближаються до найпростіших комп'ютерів. В залежності від моделі програмовані калькулятори мають кілька типів вбудованих мов програмування: найпростіша (запам'ятовує тільки натискання клавіш без виведення на екран); така, що відображає коди команд (зазвичай використовуючи зворотний польський запис), Бейсік або власна мова програмування, наближена до Бейсік.
6. **Графічні калькулятори** мають графічний екран, що дозволяє будувати графіки функцій або навіть виводити на екран довільні малюнки.



Покоління обчислювальної техніки

Покоління	Роки	Елементна база	Швидкодія (кількість операцій за секунду)	Ємність оперативної пам'яті (байт)
I	1950-1960	Електронні лампи	10^3	10^3
II	1960-1970	Транзистори	10^5	10^5
III	1970-1980	Інтегральні схеми	10^7	10^7
IV	1980-2000	Великі інтегральні схеми, мікропроцесори	10^9	10^9
V	2000-...	Надвеликі інтегральні схеми	10^{11}	10^{11}



Зміст

Застосування підручних засобів _____	1
Абак _____	2
Логарифмічна лінійка _____	3
Машина Леонарда да Вінчі _____	6
Машина Вільгельма Шиккарда _____	8
Машина Паскаля _____	9
Машина Лейбніца _____	11
Машина Беббіджа _____	12
Табулятор Голлеріта _____	15
Калькулятори _____	16
Покоління обчислювальної техніки _____	18
Зміст _____	19