

2013

Матеріали до вивчення курсу “Історія інформатики”



Губачова О.А.

ПНПУ ім.В.Г.Короленка

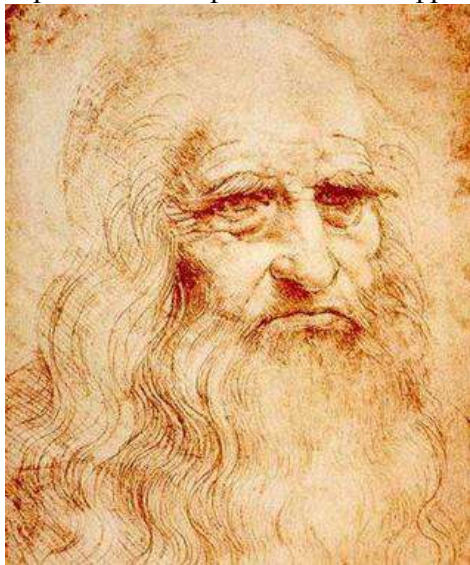
Зміст

Лекція 1. Історія розвитку обчислювальної техніки.	2
Лекція 2. Розвиток обчислювальної техніки в Україні	12
Лекції 3-4. Розвиток зарубіжної обчислювальної техніки	32
Лекції 5-6. Теорія інформації	49
Лекція 7. Історія розвитку кібернетики.....	58
Лекція 8. Історія розвитку комп'ютерних мереж	68
Лекції 9-10. Історія розвитку ПЗ та мов програмування ЕОМ.....	72

Лекція 1. Історія розвитку обчислювальної техніки.

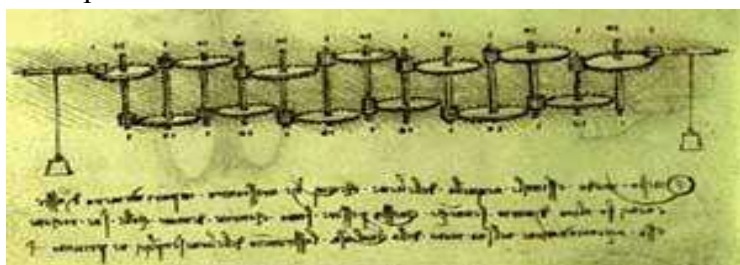
Стрімкий розвиток цифрової обчислювальної техніки (ОТ) та становлення науки про принципи її побудови і проектування розпочалося в 40-х роках XX-го сторіччя, коли технічною базою ОТ стала електроніка, потім мікроелектроніка, а основою для розвитку архітектури комп'ютерів (електронних обчислювальних машин ЕОМ) - досягнення в галузі штучного інтелекту.

До цього часу протягом майже 500 років цифрова обчислювальна техніка зводилася до найпростіших пристроїв для виконання арифметичних операцій над числами. Основою практично усіх винайдених за 5 століть пристроїв було зубчате колесо, розраховане на фіксацію 10 цифр десяткової системи числення.



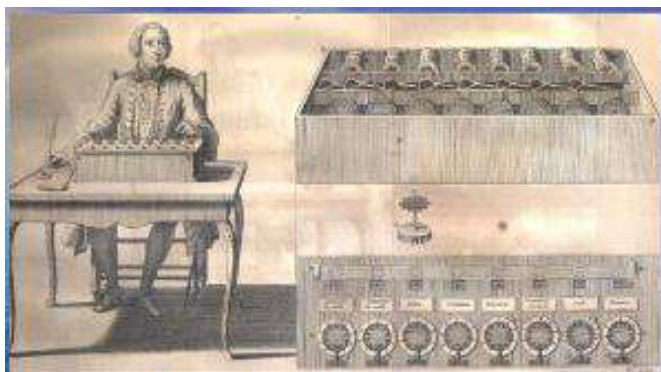
Перший у світі ескізний малюнок тринадцятирозрядного десяткового підсумовуючого пристрою на основі коліс із десятьма зубцями належить Леонардо да Вінчі (Leonardo de Vince, 1452-1519). Він був зроблений в одному із його щоденників (учений почав вести щоденник ще до відкриття Америки в 1492 р.).

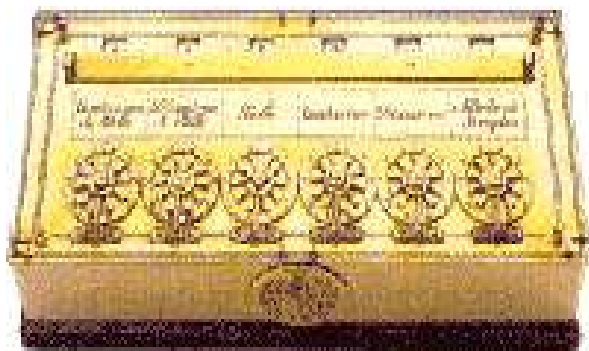
У 1623 р. через понад 100 років після смерті Леонардо да Вінчі німецький вчений Вільгельм



Шиккард (Wilhelm Schickard, 1592-1636) запропонував своє рішення тієї ж задачі на базі шестирозрядного десяткового обчислювача, що складався також із зубчатих коліс, розрахованого на виконання додавання, віднімання, а також табличного множення та ділення. Обидва винаходи були виявлені тільки в наш час і обидва залишилися тільки на папері.

Першим реально здійсненим і ставшим відомим механічним цифровим обчислювальним пристроєм стала "паскаліна" великого французького вченого Блеза Паскаля (Blaise Pascal, 1623-1662) - 6-ти (або 8-ми) розрядний пристрій на зубчатих колесах, розрахований на підсумовування та віднімання десяткових чисел (1642 р.).

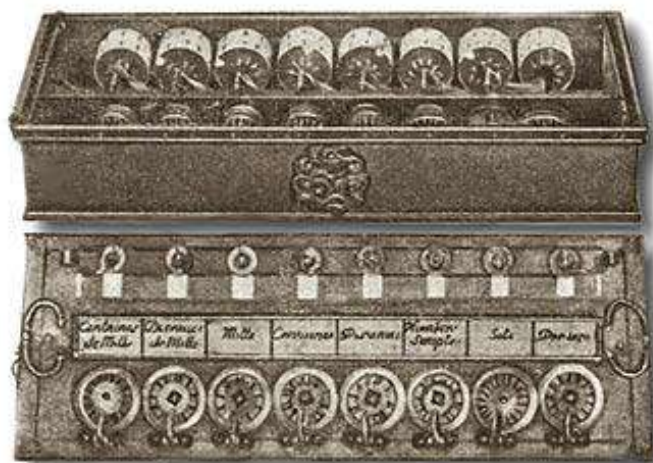




Через 30 років після "паскаліни" у 1673 р. з'явився "арифметичний прилад" Готфріда Вільгельма Лейбніца (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716) - дванадцятирозрядний десятковий пристрій для виконання арифметичних операцій, включаючи множення і ділення, для чого, на додаток до зубчатих коліс використовувався східчастий валик. "Моя машина дає можливість виконувати множення і ділення над величезними числами миттєво" - із гордістю писав Лейбніц своєму другу.



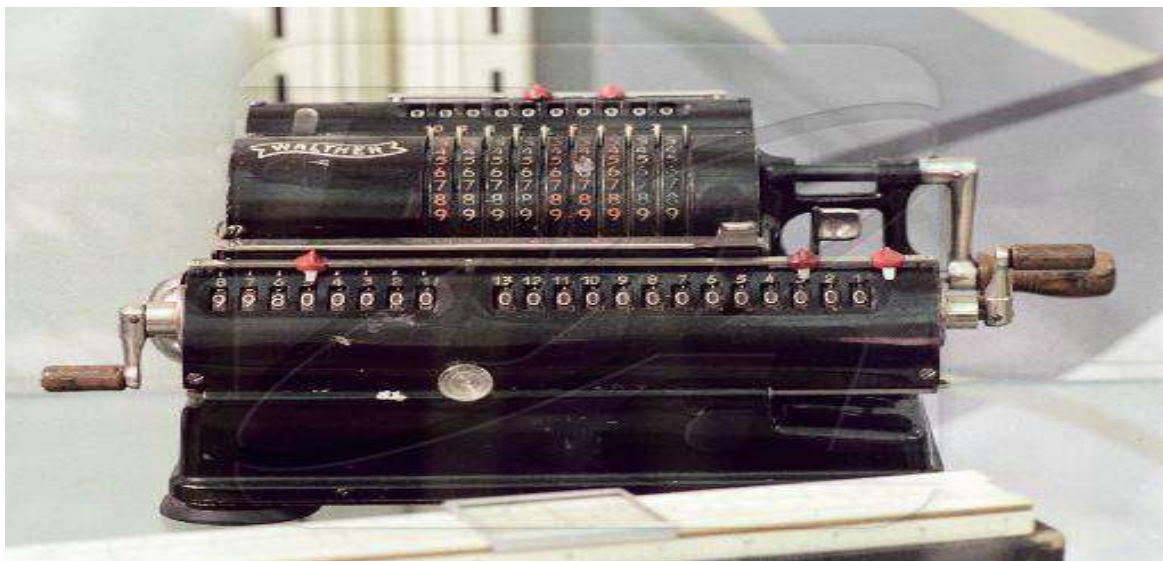
Про машину Лейбніца було відомо в більшості країн Європи. У цифрових електронних обчислювальних машинах, які з'явилися понад два століття потому, пристрій, що виконує арифметичні операції (той же самий, що і "арифметичний прилад" Лейбніца), одержав назву арифметичного. Пізніше, зі збільшенням логічних дій, його стали називати арифметико-логічним.



Він став основним пристроєм сучасних комп'ютерів. Таким чином, два генії XVII століття, установили перші віхи в історії розвитку цифрової обчислювальної техніки. Заслуги В.Лейбніца, однак, не обмежуються створенням "арифметичного приладу". Починаючи зі студентських років і до кінця життя він займався дослідженням властивостей двійкової системи числення, що стала надалі, основною при створенні комп'ютерів. Він надавав

їй деяке містичне значення і вважав, що на її базі можна створити універсальну мову для

пояснення явищ світу і використання у всіх науках, у тому числі у філософії. Збереглося зображення медалі, намальоване В.Лейбніцем у 1697 р., що пояснює співвідношення між двійковою і десятковою системами числення.



Пройшло ще понад сто років і лише наприкінці ХУІІІ сторіччя у Франції були здійснені наступні кроки, що мають принципове значення для подальшого розвитку цифрової обчислювальної техніки - "програмне" за допомогою перфокарт керування ткацьким верстатом, створеним Жозефом Жакардом (Joseph Jacquard, 1752-1834) і технологія обчислень при ручному рахунку, запропонована Гаспаром де Проні (Gaspar de Prony, 1755-1838), котрий розподілив числові обчислення на три етапи: розробка чисельного методу обчислень, який зводив рішення задачі до послідовності арифметичних операцій, складання програми послідовності

арифметичних дій, проведення власне обчислень шляхом арифметичних операцій над числами відповідно до складеної програми.



Ці два нововведення були використані англійцем Чарльзом Беббіджем (Charles Babbage, 1791-1881), котрий здійснив якісно новий крок у розвитку засобів цифрової

обчислювальної техніки - перехід від ручного до автоматичного виконання обчислень по складеній

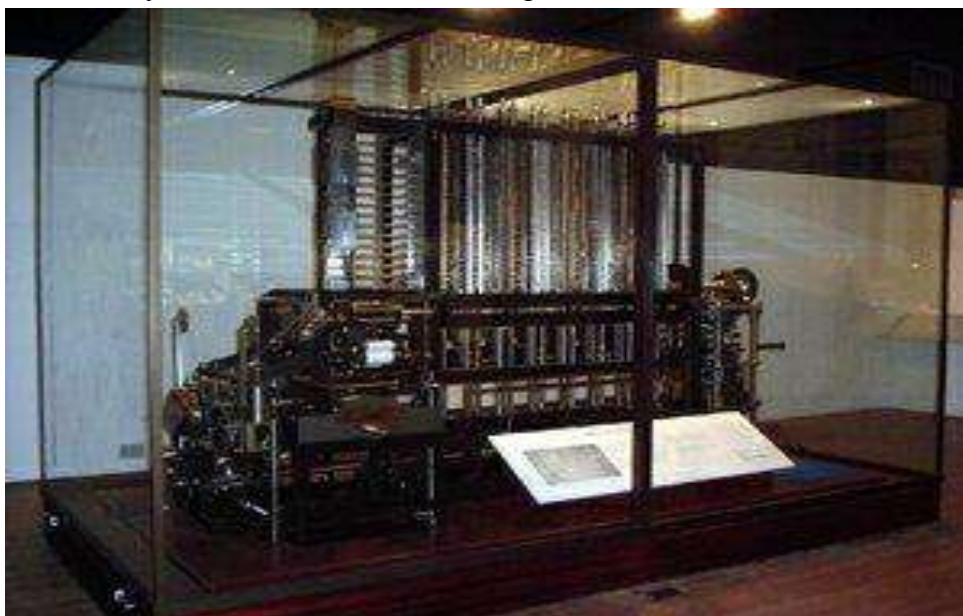


програмі. Ним був розроблений проект Аналітичної машини - механічної універсальної цифрової обчислювальної машини з програмним керуванням (1830-1846 рр.). Машина включала п'ять пристроїв (як і перші ЕОМ, що з'явилися 100 років по тому): арифметичний (АП), запам'ятовуючий (ЗП), керування, вводу, виводу. АП будувався на основі зубчатих коліс, на них же пропонувалося реалізувати ЗП (на 1000 50-розрядних чисел!). Для вводу даних і програми використовувалися перфокарти. Передбачувана швидкість обчислень - додавання і віднімання за 1 сек, множення і ділення - за 1 хв. Крім арифметичних операцій була команда умовного переходу.



Програми для розв'язання задач на машині Беббіджа, а також опис принципів її роботи були складені [Адою Августою Лавлейс](#) - дочкою Байрона (Ada Augusta Lavelace, 1816-1852).

Були створені окремі вузли машини. Всю машину через її громіздкість створити не вдалося. Тільки зубчатих коліс для неї знадобилося б понад 50000. Змусити таку машину працювати можна було тільки за допомогою парової машини, що і намічав Беббідж.



"...Улітку 2001 року машина Беббіджа була, нарешті, побудована стараннями Дорона Суода*, директора лондонського Музею науки. Ця машина не тільки стала плодом геніального задуму, але і стала шедевром інженерної роботи. Вона складається з понад восьми тисяч окремих деталей, в більшості виточених вручну - всього п'ять тонн дуже точної механіки! Особливо вражає "принтер XIX століття". Він відтискує результати обчислень на поверхні друкованої форми і друкує їх на папері. Так завтрашній день стає копією минулого, а механічне мигтіння деталей - яке ожило музикою думки, зримими переливами логіки. Поворот рукоятки, і вся машини починає рухатися. Вона міркує. Вали тріскотять; шпинделі фурчать; штанги стукають; колеса обертаються.

Свого часу Беббідж сподівався, що задумана їм машина стане пророкувати стихійні лиха й удари долі, зводячи циферки численних фактів воедино і перетворюючи послідовність одиничних подій у фатальну картину загального зв'язку речей.

Тепер його машині належить тягнути скромне, примарне існування. Час від часу Суод буде вручати гостям музею сувенір - листок, на якому роздруковане рішення улюбленого рівняння Беббіджа: $Y=X^2+X+41...$ "

Н.Николаев "Дело Бэббиджа живет и побеждает". Знание и сила, № 1, 2002

* - Dr. Doron Swade, Head of Collections, Science Museum, London,

Табулятор Холлеріта

Герман Холлеріт (1860-1929), син німецьких емігрантів в США, сконструював в 1884 році табулятор – електричну рахункову машину, що автоматизує процес обробки даних при проведенні перепису населення. Вперше машина Холлеріта була випробувана в 1887 році. А в 1890 році вона перемогла в конкурсі машин для обробки даних перепису населення США. У цій машині використовувалися перфокарти як носії інформації. Заснована Холлерітом в 1887 р. фірма спеціалізувалася по випуску перфораторів. Ця фірма сьогодні носить назву IBM та є найбільшим в світі виробником комп'ютерів.

Механічні машини Російської імперії.

В Росії перший підсумовуючий пристрій був виготовлений у 1770 р. годинниковим майстром і механіком Е.Якобсоном. Сорок моделей оригінальних механізмів створив видатний російський математик і механік П.Л.Чебишев і серед них арифмометр (1878 р.), особливістю якого було оригінальне пристосування для перенесення десятків з молодших розрядів в старші. Свого часу це була сама довершена рахункова машина. Ідеї, закладені в цьому арифмометрі, лягли в основу багатьох сучасних обчислювальних пристроїв. У 1875 р. зручний механічний арифмометр сконструював петербурзький інженер В.Т.Однер. За короткий строк цей арифмометр завоював весь світ і на Всесвітній виставці в Парижі, влаштованій в переддень нового ХХ сторіччя, був удостоєний золотий медалі. Промисловий випуск арифмометрів в Росії почався в 1894 р. і продовжувався більше за 70 років. У 1912 р. О.М.Крилов створив механічний інтегратор для розв'язання інтегральних рівнянь. Для економічних та інженерних розрахунків в СРСР використовувались арифмометри "Фелікс".

Цікаво зазначити, що у 1870 р. (за рік до смерті Беббіджа) англійський математик Джевонс сконструював (мабуть, першу у світі) "логічну машину", що дозволяла механізувати найпростіші логічні висновки.

В Росії про роботу Джевонса стало відомо в 1893 р., коли професор університету в Одесі І.Слешинський опублікував статтю "Логічна машина Джевонса" ("Вісник дослідної фізики та елементарної математики", 1893, р.7).



"Будівельниками" логічних машин у дореволюційній Росії стали [Павло Дмитрович Хрущов](#) (1849-1909) і [Олександр Миколайович Щукарєв](#) (1884-1936), які працювали в навчальних закладах України.

Першим відтворив машину Джевонса професор П.Д.Хрущов. [Примірник машини](#), створений ним в Одесі, одержав "у спадщину" професор Харківського технологічного інституту Щукарєв, де він працював починаючи з 1911 р. Він сконструював машину наново, привневши в неї цілий ряд удосконалень і неодноразово виступав із лекціями про машину і про її можливі практичні застосування. Одну з лекцій було прочитано в 1914 р. у

Політехнічному музеї в Москві. Присутній на лекції проф. А.Н.Соков писав:

"Якщо ми маємо арифмометри, що складають, що віднімають, що множать мільйонні цифри поворотом важеля, то, очевидно, час потребує мати логічну машину, спроможну робити безпомилкові висновки й умовиводи одним натисканням відповідних клавіш. Це збереже масу часу, залишивши людині галузь творчості, гіпотез, фантазії, натхнення - душу життя". Ці пророчі слова були сказані в 1914 р.! (Журнал "Вокруг света", № 18, стаття А.Н.Сокова "Мыслительная машина").

Слід зазначити, що самий Джевонс, першостворювач логічної машини, не бачив для неї яких-небудь практичних застосувань.

На жаль, машини Хрущова і Щукарьова не збереглися. Проте, у статті "Механізація мислення (логічна машина Джевонса)", опублікованій професором О.М.Щукарьовим у 1925 р. ("Вісник знання", № 12), дається фотографія машини сконструйованої Щукарьовим і її достатньо докладний опис, а також, що дуже важливо - рекомендації по її практичному застосуванню.

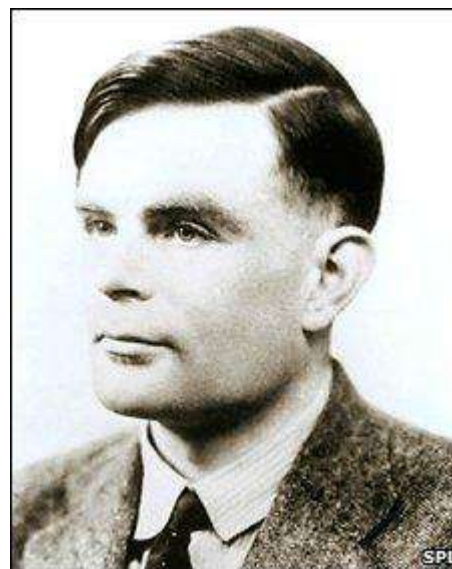
Таким чином, у Алана Тьюринга, який опублікував в 1950 р. статтю "Чи може машина мислити?" були попередники в Україні, що цікавилися цим питанням.

Геніальну ідею Беббіджа здійснив Говард Айкен (Howard Aiken, 1900-1973), американський учений, що створив у 1944 р. перший в США релейно-механічний комп'ютер. Його основні блоки - арифметики і пам'яті були виконані на зубчатих колесах!

Якщо Беббідж набагато випередив свій час, то Айкен, використавши ті ж зубчаті колеса, у технічному плані використовував застарілі рішення. Ще на десять років раніше, у 1934 р. німецький студент Конрад Цузе (Konrad Zuse, 1910-1995), що працював над дипломним проектом, вирішив зробити (у себе вдома) цифрову обчислювальну машину з програмним керуванням і з використанням - вперше у світі! - двійкової системи числення. У 1937 р. машина Z1 (Цузе 1) запрацювала! Вона була двійковою, 22-х розрядною, із плаваючою комою, із пам'яттю на 64 числа і чисто механічною (ричажною)!

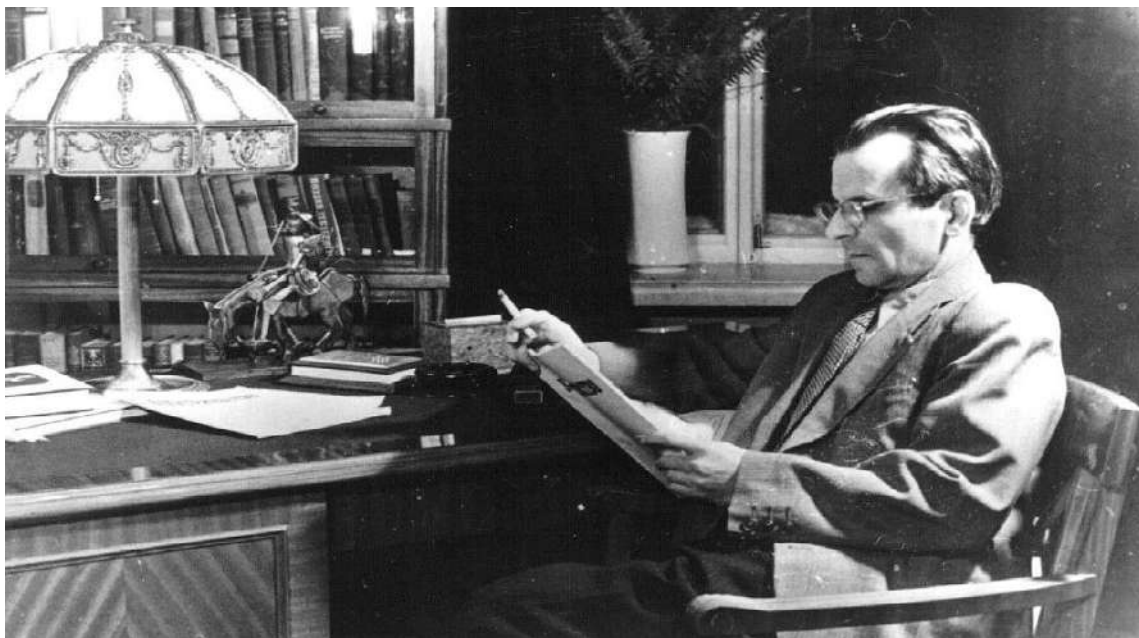
У тому ж 1937 р., коли запрацювала перша у світі двійкова машина Z1, Джон Атанасов (John Atanasoff, 1903-1963) болгарин за походженням, що жив у США, почав розробку спеціалізованого комп'ютера, вперше у світі застосовувавши електронні лампи (300 ламп).

Піонерами електроніки виявилися й англійці - у 1942-43 роках в Англії за участю Алана Тьюринга (Alan Turing, 1912-1954) була створена обчислювальна машина "Колоссус". У ній було 2000 електронних ламп! Машина призначалася для розшифровування радіограм німецького вермахту. Роботи Цузе і Тьюринга були секретними. Про них в той час знали небагато. Вони не викликали будь-якого резонансу у світі. І лише в 1946 р. коли з'явилася інформація про електронну обчислювальну машину (ЕОМ) "ЕНІАК" (Electronic Numerical Integrator and Computer - електронний цифровий інтегратор і комп'ютер), створену в США Д.Мочлі (John Mauchly, 1907-1986) та П.Еккертом (Presper Eckert, 1919-1995), перспективність електронної техніки стала очевидною (в машині використовувалося 18 тис.електронних ламп і вона виконувала майже 3 тис. операцій за сек). Проте машина залишалася десятковою, а її пам'ять складала лише 20 слів. Програми зберігалися поза межами оперативної пам'яті.



Завершальну крапку в створенні перших ЕОМ поставили, майже одночасно, у 1949-52 рр. вчені Англії, Радянського Союзу і США, які створили ЕОМ із програмою, що зберігалася у пам'яті: Моріс Уїлкс - ЕДСАК (Maurice Wilkes, 1913, Electronic Delay Storage Automate Computer EDSAC) - електронний автоматичний комп'ютер на лініях затримки, 1949 р.;

Сергій Лебедев (1902-1974) - Мала електронно лічильна машина "МЭСМ", 1951 р.;
Ісаак Брук - М1, 1952 р.;



Джон Мочлі і Преспер Еккерт,

Джон фон Нейман - ЕДВАК (John von Neumann, 1903-1957, Electronic Discrete Variable Computer EDVAC) 1952 р.



Протягом механічного, релейного і на початку електронного періоду розвитку цифрова обчислювальна техніка залишалася галуззю техніки, наукові основи якої тільки дозрівали.



Першими складовими майбутньої науки, які надалі були використані для створення основ теорії обчислювальних машин, стали дослідження двійкової системи числення, проведені Лейбніцом (XVII сторіччя), алгебра логіки, розроблена Джорджем Булем (XIX сторіччя), абстрактна "машина Тьюринга", запропонована геніальним англійцем у 1936 р. для доказу можливості механічної реалізації будь-якого алгоритму, що має рішення, теоретичні результати Шеннона, Шестакова, Гаврилова (30-і роки XX ст.), які об'єднали електроніку з логікою.

Принципи побудови комп'ютерів, висловлені Еккертом і Нейманом (США, 1946 р.) і, незалежно, Лебедєвим (СРСР, 1948 р.) стали завершенням першого етапу розвитку науки про комп'ютери.

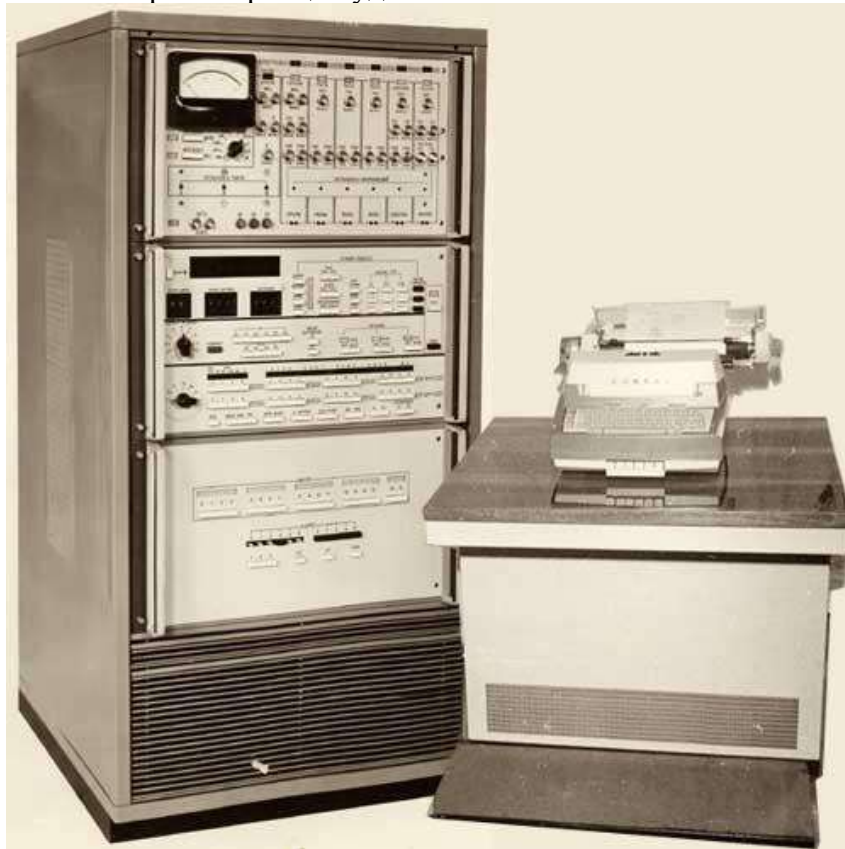
Цифрова обчислювальна техніка в цей час була ще недосконалою і багато в чому поступалася аналоговій, що мала у своєму арсеналі механічні інтегратори, машини для рішення диференціальних рівнянь та ін.

В СРСР, у тому числі в Україні, поняття "обчислювальна техніка" довгий час використовувалося як для позначення технічних засобів, так і науки про принципи їхньої побудови і проектування.



Проте, на наступному етапі цифрова техніка зробила безпрецедентний ривок за рахунок інтелектуалізації ЕОМ, у той час як аналогова техніка не вийшла за рамки засобів для автоматизації обчислень.

Подальшому розвитку цифрової техніки сприяв розвиток в другій половині XX ст. науки про комп'ютери. Наукові основи цифрових ЕОМ у цей час поповнилися теорією цифрових автоматів, основами програмування, теорією штучного інтелекту, теорією проектування ЕОМ, комп'ютерними технологіями різноманітних інформаційних процесів, що забезпечили становлення нової науки, яка отримала назву "Computer Science" (комп'ютерна наука) у США і "інформатика" у Європі. Великий внесок у її розвиток зробили вчені України про що буде сказано нижче.



Перша міні ЕОМ в Україні "УПО-1" (пристрій первинної обробки даних у вимірювальних системах). Розроблювачі: Інститут кібернетики АН України та Житомирський завод "Измеритель".

Керівник робіт Б.М.Малиновський. Виконавці: В.С.Каленчук, П.М.Сиваченко, співробітники Житомирського заводу "Измеритель". 1972 р.

Термін "інформатика" стосувався науки про отримання, передачу, збереження й опрацювання інформації. У свою чергу, її поділяли на теоретичну і прикладну.

Теоретична інформатика включала математичне моделювання інформаційних процесів. Прикладна охоплювала питання побудови та проектування ЕОМ, мереж, мультимедіа, комп'ютерні технології інформаційних процесів та ін. Головною науковою базою прикладної інформатики були електроніка (мікроелектроніка) і теорія штучного інтелекту.

Слід зазначити, що в галузі штучного інтелекту, незважаючи на багато досягнень, ми стоїмо лише на самому початку розвитку цього важливого наукового напрямку і тут з'являються величезні перспективи зближення комп'ютерів з "інформаційними" можливостями людини.

Найкраще про "інтелектуальні" можливості машин сказав В.М.Глушков:

"Навряд чи можна сумніватися, що в майбутньому усе більш і більш значна частина закономірностей навколишнього світу буде пізнаватися і використовуватися автоматичними помічниками людини. Але настільки ж безсумнівно і те, що усе найбільш важливе в процесах мислення і пізнання завжди буде належати людині. Справедливість цього висновку обумовлена історично.

Людство не є простою сумою людей. Інтелектуальна і фізична міць людства визначається не тільки сумою людських м'язів і мозку, але і всіма створеними ним матеріальними і духовними цінностями. У цьому розумінні ніяка машина і ніяка сукупність машин, що є у кінцевому рахунку продуктом колективної діяльності людей, не можуть бути "розумнішими" за людство в цілому, тому що при такому порівнянні на ваги з одного боку кладеться машина, а з іншого - усе людство разом із створеною ним технікою, що включає, зрозуміло і машину яка розглядалася.

Слід зазначити також, що людині історично завжди буде належати остаточна оцінка інтелектуальних, так само як і матеріальних цінностей, у тому числі і тих цінностей, що створюються машинами, так що й у цьому розумінні машина ніколи не зможе перевершити людини.

Таким чином, можна зробити висновок, що в чисто інформаційному плані кібернетичні машини не тільки можуть, але й обов'язково повинні перевершити людину, а в ряді, поки ще відносно вузьких галузей, вони роблять це вже сьогодні. Але в плані соціально-історичному ці машини є і завжди залишаться не більш ніж помічниками і знаряддями людини". (В.М.Глушков. Мышление и кибернетика//Вопр.философии. 1963. № 1).

На даний час термін "інформатика" усе частіше замінюється більш змістовним терміном "інформаційні технології" (ІТ), що позначає, з одного боку, розробку, проектування і виробництво комп'ютерів, периферії й елементної бази для них, мережевого обладнання, алгоритмічного і системного програмного забезпечення, а з іншого боку - їхнє застосування в системах різного призначення.

Основоположником ІТ в Україні й у колишньому Радянському Союзі став В.М.Глушков, засновник всесвітньо відомого Інституту кібернетики НАН України, що носить зараз його ім'я.

Що стосується елементної бази, багато в чому визначальної в розвитку комп'ютерів, то варто сказати, що розміри електронних компонентів наближаються до межі - 0,05 мікрона.

Проте, істотно нові і ефективні елементи ще не з'явилися. Не дивлячись на те, що в цій галузі ведуться численні дослідження.

Найбільш активний розвиток цифрової обчислювальної техніки в теперішній час йде, у першу чергу, шляхом нарощування вбудованого штучного інтелекту. Комп'ютери, що одержали свою назву від початкового призначення - виконання обчислень, одержали друге, дуже важливе застосування. Вони стали незамінними помічниками людини в його інтелектуальній діяльності та основним технічним засобом інформаційних технологій.

Питання до самоконтролю:

1. Історія розвитку механічних обчислювальних машин.
2. Логарифмічна лінійка Дж. Непера;
3. Арифмометри Г. Лейбніца, Б. Паскаля, Семюеля Морланда Томаса;
4. Перфокарти Джозефа-Марії Жакарда;
5. Аналітична машина Ч. Беббіджа та програми Ади Августини Лавлейс;
6. Табулятор Г. Холлеріта. Обчислювальні машини Щукарева О.М. та Хрущова П.Д.
7. Механічні машини Російської імперії.

Лекція 2. Розвиток обчислювальної техніки в Україні

У квітні 1914 року, за чотири місяці до початку Першої світової війни, професор Харківського технологічного інституту [Олександр Миколайович Щукар'юв](#) на прохання московського Політехнічного музею виступив тут із лекцією "Пізнання і мислення". Лекція супроводжувалася демонстрацією "машини логічного мислення", здатної механічно здійснювати прості логічні висновки на основі вихідних смислових посилок.



Лекція мала великий резонанс. Присутній на ній професор О.М. Соков відгукнувся статтею з пророчою назвою "Мисляча машина" ("Вокруг света", 1914, №18), в якій писав: "Якщо ми маємо арифмометри, які додають, віднімають, множать мільйонні числа за допомогою оберту важеля, то, очевидно, **настав час мати логічну машину, здатну робити логічні висновки одним натисканням відповідних клавіш.** Це збереже багато часу, залишивши людині галузь творчості, гіпотез, фантазії, натхнення - душу життя".

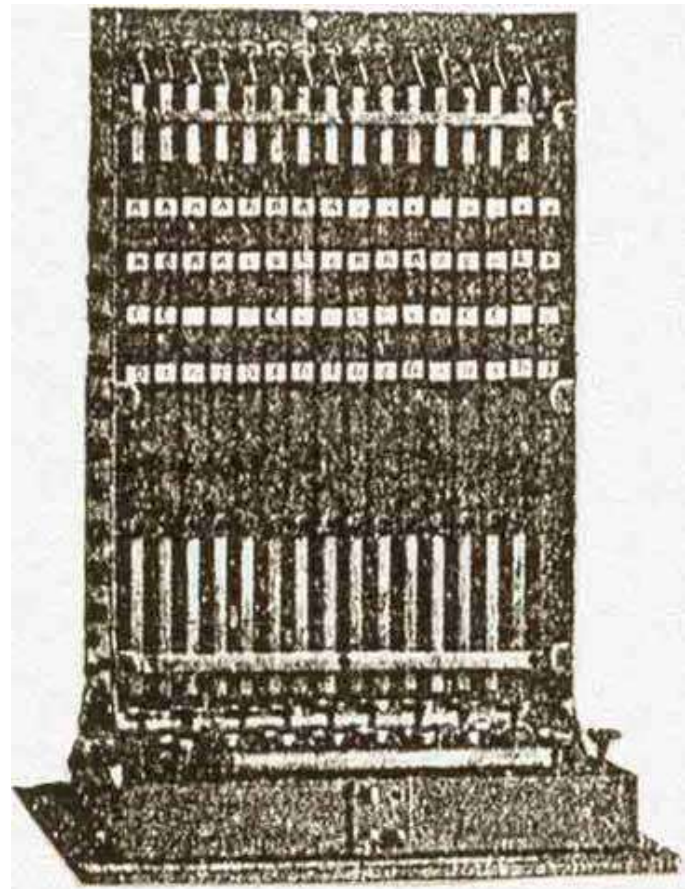
Нагадаємо, що в 1914 році, коли було зроблено доповідь і надруковано статтю, Алану Метісону Тьюрингу, геніальному англійському математику, що опублікував у 1950 р. резонансну статтю "Чи може машина мислити?", минав лише другий рік!

"Машина логічного мислення" являла собою ящик заввишки 40 см, завдовжки і завширшки - 25 см. Вона мала 16 штанг, які приводилися у рух натисканням кнопок, розташованих на панелі введення даних (смислових посилок). Кнопки діяли на штанги, ті - на світлове табло, де висвітлювався (словами) кінцевий результат (логічні висновки із заданих смислових посилок).

Наприклад, на підставі вхідних посилок: срібло є метал; метали є провідники; провідники мають вільні електрони; вільні електрони під дією електричного поля створюють струм. Одержуємо логічні висновки:

- не срібло, але метал (наприклад мідь) є провідником, має вільні електрони, які під дією електричного поля створюють струм;
- не срібло, не метал, але провідник (наприклад вуглець), має вільні електрони, які під дією електричного поля створюють струм;
- не срібло, не метал, не провідник (наприклад сірка), не має вільних електронів і не проводить електричний струм.

О.М. Щукар'юв народився в 1864 р. в Москві, в сім'ї державного чиновника. Закінчив Московський університет. У 1909 р. захистив докторську дисертацію і в 1911 р. його запросили до Харківського технологічного інституту на посаду професора хімії.



Наступні 25 років його педагогічної і творчої діяльності були пов'язані з цим інститутом (згодом - Харківський політехнічний).

Окрім хімії, О.М. Щукарьова цікавили питання логіки мислення. Приїзд до Харкова відіграв велику роль у житті вченого. У Харківському університеті працював добре відомий на той час у Росії професор [Павло Дмитрович Хрущов](#) (1849-1909). За фахом він також був хіміком і так само, як і Щукарьов, захопився проблемою мислення і методологією науки. Ще у 1897 р. він прочитав для професорсько-викладацького складу Харківського університету курс лекцій з теорії мислення та елементів логіки. Мабуть, саме тоді у нього виникла думка повторити "логічне піаніно" - машину, винайдену в 1870 р. англійським математиком Вільямом Стенлі Джевансом (1835-1882), професором Манчестерського університету. Книга Джевонса "Основи науки" вийшла у перекладі російською у 1881 р. і, очевидно, П.Д. Хрущов ознайомився з нею. До того ж, за матеріалами книги професор математики Одеського університету І.В. Слешинський у 1893 р. надрукував статтю "Логічна машина Джевонса" ("Вестник опытной физики и элементарной математики". Семестр XV. -N 7).



Джеванс не надавав своєму винаходу практичного значення. "Логічне піаніно" використовувалося лише як навчальний прилад для викладання курсу логіки. Судячи з усього, професор П.Д. Хрущов, що відтворив машину Джевонса (на початку XX ст. або дещо раніше), також мав намір використовувати його лише

як навчальний прилад під час своїх лекцій з логіки і мислення.

Після смерті П.Д. Хрущова в 1909 р. його вдова передала машину Харківському університету.

Яким чином О.М. Щукарьов розшукав машину, сконструйовану П.Д. Хрущовим - невідомо. Сам Олександр Миколайович у статті "Механізація мислення" (1925) пише, що він її "успадкував".

О.М. Щукарьов вів велику просвітницьку роботу, виступав з лекціями з питань пізнання і мислення у багатьох містах України, у Москві, Ленінграді. Спершу вчений на лекціях демонстрував машину, побудовану Хрущовим, а потім - сконструйовану ним самим. У зазначеній вище статті він так пояснює свій внесок у поліпшення конструкції машини:

"Я спробував побудувати дещо видозмінений примірник, вводячи в конструкцію Джевонса деякі вдосконалення. Втім, ці вдосконалення не мали принципового характеру. Я просто надав інструменту дещо менших розмірів, зробив його весь із металу й усунув деякі конструктивні дефекти, яких у приладі Джевонса, слід визнати, було достатньо. Подальшим кроком уперед було приєднання до інструмента особливого світлового екрана, на який передаються результати роботи машини і на якому вони з'являються не в умовно-буквеній формі, як на машині Джевонса, а в звичайній словесній формі".

Проте головне досягнення О.М. Щукарьова, полягало в тому, що він, на відміну від Джевонса і Хрущова, бачив у машині не звичайний шкільний посібник, а трактував її своїм слухачам як технічний засіб механізації тих сторін мислення, які піддаються формалізації. Статтю "Механізація мислення. Машина Джевонса" він починає з історії виникнення технічних засобів для рахування: абак (рахівниця



стародавніх греків і римлян), машина Паскаля, яка виконувала операції додавання, арифметичний прилад Лейбніца, логарифмічна лінійка й аналогові диференціюючі машини для розв'язання рівнянь. **Механізацію логічних процесів, які формалізуються, О.М. Щукар'єв розглядає як наступний крок у розвитку подібних пристроїв, покликаних істотно допомагати людині в розумовій праці.** Як приклад у статті наводиться розв'язання задачі прогнозування електричних властивостей водних розчинів окисів хімічних елементів. За допомогою машини було знайдено вісім варіантів розчинів електролітів і неелектролітів. "Усі ці висновки абсолютно правильні, - пише вчений, - проте думка людська надто плуталася в цих висновках".

Як пізніше в Радянському Союзі кібернетику (на початку її становлення) оголосили лженаукою, так і в 20-і роки ХХ ст. погляди О.М. Щукар'єва розцінювалися деякими вченими вкрай негативно.

У 1926 р. на сторінках журналу "Под знаменем марксизма" (№12) професор І.Є. Орлов писав: "Претензії професора Щукар'єва, який демонструє шкільний прилад Девонса як "мислячий" апарат, а також наївне здивування його слухачів, - усе це не позбавлено деякого комізму. Нас намагаються переконати у формальному характері мислення, у можливості його механізації". Треба віддати належне журналові - його редакція не погодилася з поглядами автора статті.

Останню лекцію О.М. Щукар'єв прочитав у Харкові наприкінці 20-х років ХХ ст.. Свою машину він передав на кафедру математики Харківського університету. В подальшому її сліди загубилися.

В історії розвитку інформаційних технологій в Україні і в колишньому Радянському Союзі ім'я О.М. Щукар'єва пов'язане з важливим етапом у створенні засобів обробки інформації - це активна пропаганда важливості й можливості механізації (надалі - автоматизації) тих сторін логічного мислення, які піддаються формалізації.

На шляху до створення ЕОМ



В інституті С.О.Лебедева відразу залучили до наукової творчості. Спеціалізувався в галузі техніки високих напруг. Лекції читали такі видатні вчені, як засновник Всесоюзного електротехнічного інституту ім. Леніна (ВЕІ) К.А.Круг, Л.І.Сиротинський і А.А.Глазунов. У дипломному проекті, виконаному під керівництвом Круга, Лебедев розробляв нову на той час проблему - стійкість рівнобіжної роботи електростанцій. Зміст проекту вийшов далеко за рамки студентської роботи. Це була серйозна праця, що мала велике наукове і практичне значення.

Одержавши в квітні 1928 р. диплом інженера-електрика, С.О.Лебедев став викладачем МВТУ ім. Баумана й одночасно молодшим науковим співробітником ВЕІ. Незабаром він очолив групу, а потім і лабораторію електричних мереж.

У 1933 р. разом з П.С.Ждановим опублікував монографію "Стійкість рівнобіжної роботи електричних систем", доповнену і перевидану в

1934 р. Ще через рік ВАК привласнив молодому вченому звання професора. У 1939 р. С.О.Лебедев захистив докторську дисертацію, не будучи кандидатом наук. У її основу була покладена розроблена їм теорія штучної стійкості енергосистем.

Майже двадцять років пропрацював Сергій Олексійович у Москві. Останні десять років він керував відділом автоматики. До війни ВЕІ був одним з найвідоміших науково-

дослідних інститутів, де працювали ряд учених зі світовим ім'ям. Відділ автоматики займався проблемою керування енергетичними системами (С.О.Лебедев, П.С.Жданов, А.А.Гродський), теорією автоматичного регулювання (Л.С.Гольдфарб, Д.І.Марьяновський, В.В.Солодовников), новими засобами автоматики (Д.В.Свечарник), телемеханікою (А.В.Михайлов). Це було дійсно сузір'я молодих талантів. Деякі співробітники згодом стали провідними вченими, а їхні наукові праці одержали світове визнання. Чудовою особливістю інституту була наявність у ньому досить могутньої виробничої бази, завдяки чому результати досліджень впроваджувалися в практику.

Один із ветеранів ВЕІ - професор доктор технічних наук Д.В.Свечарник, поділився своїми спогадами про Сергія Олексійовичі.

"У 1935 р. до мого робочого столу у ВЕІ підсів новий керівник нашого відділу автоматики молодий професор Сергій Олексійович Лебедев. Поцікавився, що я за рік із зайвим після закінчення інституту встиг зробити? Розмова пішла зовсім неформально, - Сергій Олексійович зумів швидко схопити суть проблеми, похвалив спроектовану мною і Марьяновським систему автоматизації прокатних станів - у ній використовувався запатентований нами принцип введення гнучких нелінійних зворотних зв'язків (у вітчизняній літературі вже не раз повідомлялося, що цей принцип у США був запропонований на 11 років пізніше...), - пророчив йому широке застосування. Але Сергій Олексійович умів не тільки схвалювати те, що йому подобалося. Коли ми на дослідному заводі ВЕІ налагоджували зразок цієї системи і вона, звичайно, з ходу "не пішла", він знайшов у кресленнях з'єднання, що могло викликати неприємності, мовчки показав на нього і так подивився, що я готовий був крізь землю провалитися.. Коли через рік ми успішно випробували цю апаратуру на стані-500 у Дніпродзержинську, він не тільки сам приїхав спостерігати за автоматичною роботою стану, але і привіз із собою директори ВЕІ. За цей винахід у 1936 р. Центральна рада винахідників привласнила мені і Д.І.Марьяновському почесне звання "Кращий винахідник СРСР". Сергій Олексійович нічого не одержав - так він ніколи і не домагався нагород.

Спільна робота незабаром переросла в дружбу. Улітку ми з ним їздили в далекі подорожі - переважно в гори. Пішли якось на Ельбрус. Останні 50 метрів на підході до сідловини я буквально проповз. Сергій Олексійович досить бадьоро крокував... Ризиковано стрибав з каменю на камінь, і провідник, дивлячись на нього, цокав язиком і примовляв: "Ай, ай, такий старий і такий сміливий!" ("старому" тоді було років 35).

Але сміливим він дійсно був - і не тільки в горах. У лиховісному 1937 році боязкий керівник відділу електричних машин ВЕІ звільнив А.Г.Іосиф'яна, що вже тоді проявив себе талановитим дослідником. Розроблений ним у 1935-1936 р. перший у країні лінійний електродвигун експонувався на Всесвітній виставці в Нью-Йорку. Батько вченого був вірменським священиком і дашнаком, що і злякало його начальника. Сергій Олексійович не коливаючись запросив його у свій відділ. У ті страшні 30-і роки, коли підсиджування і виказування були звичайним явищем, у відділі ВЕІ, яким завідував Сергій Олексійович, співробітники почували себе впевнено і спокійно. І я, і А.Г.Іосиф'ян, і такі відомі вчені як А.В.Михайлов, А.А.Фельдбаум, Н.Н.Шереметьєвський і багато інших, - усі ми "пташенята гнізда" Сергія Олексійовича, що були співробітниками його відділу у ВЕІ.

Насувалася війна. Відділ переключився на оборонну тематику. Ми із Сергієм Олексійовичем почали роботу - вперше безпосередньо спільну - над створенням бойових засобів, самонавідних на випромінюючу або відбиваючу випромінювання ціль. У вересні 1941 р. Сергій Олексійович евакуювався з ВЕІ у Свердловськ. Корпуси ВЕІ було заміновано. Мене включили до складу команди підривників, що повинна була підірвати ВЕІ, якщо німці "підійдуть до воріт Москви". Пройшли належний інструктаж, але, на щастя, цього не знадобилося. У грудні я вже "возз'єднався" із Сергієм Олексійовичем у Свердловську. Мені довелося більше займатися створенням голівки самонаведення (тоді і були вперше розроблені і потім запатентовані так звані екстрафокальні голівки), Сергієві Олексійовичу - аеродинамікою і динамікою літального апарату (їм була розроблена

чотирикрила система з автономним керуванням по незалежних координатах). Але доводилося відволікатися на більш земні роботи - їздили ми із Сергієм Олексійовичем і на лісозаготівлі. Скудно харчуючись бруквою і хлібом, валили за 11-годинний робочий день 100-110 могутніх дерев за допомогою дворучної пилки... У 1944 р. ВЕІ повернувся до Москви, і почалися продувки моделей нашого літального апарату в Жуковському, під Москвою. Результати обговорювали з академіком Христиановичем, Дородніциним. Разом - вже в 1945-1946 р. - проводили натурні іспити на Чорному морі. І хоча ми обидва в однаковій мірі значилися головними конструкторами "керованої зброї", доповідь на комісії Ради Міністрів СРСР Сергій Олексійович доручив мені. Сам він тільки відповідав на запитання "по своїй частині". Хтось із членів комісії прикріпив до своїх грудей "замарбличену", зовні зовсім темну лампочку, і, як би він не присідав, відстрибував убік, тупорила акула з взаємно перпендикулярними плавцями увесь час самонаводилася на його груди - це вражало ... Маршал авіації Жаворонков дав високу оцінку нашій роботі і розповів, чого варто авіації звичайними бомбами вразити не тільки бойовий корабель, що огризається, але навіть скромну баржу. І коли в жовтні 1946 р. на натурних іспитах у Євпаторії, де я був разом із Сергієм Олексійовичем, було отримано пряме влучення в баржу, ми мовчки обійнялися... Це був один з перших кроків по створенню надточної зброї, нещодавно розробленої в Америці.

Дружба наша продовжувалася і після завершення спільних робіт. Я почував себе рідним у його родині. Сергій Олексійович ніколи не ховав своїх симпатій і антипатій. Пам'ятаю, коли вже намітився переїзд до Києва, я став жартувати, що йому доведеться стати "Лебеде́нко", а він із усією серйозністю відповідав: "Так чи буду Лебеде́вим, Лебеде́нко або Лейбеде́вим - я залишуся таким же. Хіба справа в цьому?"

Таким він був - талановитим ученим і скромною людиною, терплячим вихователем і суворим керівником, розважливим і сміливим у діях, терпимим до помилок, але ненависним до підлості та зради".

Д.В.Свечарник відзначив лише частину робіт, виконаних Сергієм Олексійовичем у ВЕІ. Однак, знаходячись у Свердловську, він у надзвичайно короткий термін розробив швидко прийняту на озброєння систему стабілізації танкового знаряддя при прицілюванні. Ніхто не знає, скільком танкістам у роки війни вона врятувала життя, дозволяючи наводити і стріляти з пушки без зупинки машини, що робило танк менш уразливим. За цю роботу С.О.Лебеде́в був нагороджений орденом Трудового Червоного Прапора і медаллю "За доблесну працю у Великій Вітчизняній війні 1941-1945 р."

Майже кожна робота вченого в галузі енергетики вимагала створення обчислювальних засобів для виконання розрахунків у процесі її проведення або для включення їх до складу розроблювальних пристроїв. Так, для розрахунку тисячокілометрової надпотужної (9600 Мвт) лінії електропередачі Куйбишевський гідровузол - Москва довелося створити високоавтоматизовану установку з могутніх індуктивностей і ємностей, що реалізувала математичну модель лінії. Це грандіозне спорудження було встановлено в одному з будинків на площі Ногіна в Москві. Другий екземпляр моделі було зібрано у Свердловську. Використання моделі, а власне кажучи - спеціалізованого обчислювального пристрою, дозволило швидко і якісно провести необхідні розрахунки і скласти проектне завдання на унікальну лінію електропередачі.

Для системи стабілізації танкової гармати й автоматичного пристрою самонаведення на ціль авіаційної торпеди треба було розробити аналогові обчислювальні елементи, що виконували основні арифметичні операції, а також дії диференціювання й інтегрування. Розвиваючи цей напрямок, у 1945 р. Лебеде́в створив першу в країні електронну аналогову обчислювальну машину для розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь, що часто зустрічаються в задачах, зв'язаних з енергетикою.

Двійкова система також не залишилася поза полем зору вченого. Його дружина, Аліса Григорівна, згадує, як у перші місяці війни вечорами, коли Москва занурювалася в

темряву, чоловік ішов у ванну кімнату і там при світлі газового пальника писав незрозумілі їй одиниці і нулики...

В.В.Бардиж, заступник Лебедева по лабораторії, у якій створювалася "БЭСМ", стверджує, що якби не війна, то роботу над створенням обчислювальної машини з використанням двійкової системи числення вчений почав би раніше (про це говорив сам Сергій Олексійович).

Те, що інтерес до цифрових засобів обчислень проявився у вченого до війни, підтверджує і професор А.В.Нетушил. Після закінчення четвертого курсу Московського енергетичного інституту виробничу практику він провів у ВЕІ - у відділі Сергія Олексійовича.

"За місяць виробничої практики, - згадує він, - я познайомився з роботами відділу і дивно чіткою системою керівництва Лебедевим великою групою талановитих молодих учених, кожен з яких мав свої наукові інтереси, але усі разом шукали своє місце у великій науці. За графіком Лебедев дуже організовано і чітко, принаймні раз на місяць, проводив один день у кожній групі, докладно знайомився зі станом робіт, вникаючи при цьому в усі деталі.

Центром наукової думки була бібліотека, у кулуарах якої часто можна було слухати жаркі наукові суперечки. Сергія Олексійовича не було чути, але його зауваження були дуже вагомими, стриманими, лаконічними. Він користувався дуже великою повагою і любов'ю. Мої перші враження були про нього як про недосяжний авторитет, у точності і строгості суджень якого ніколи не було сумнівів. Я не міг навіть думати, що з цим маленьким мовчуном з пильним поглядом через окуляри в мене коли-небудь установляться прості дружні стосунки і глибока симпатія, очевидно, взаємна.

Наступна моя виробнича практика була вже переддипломною і також проходила у ВЕІ у відділі С.О.Лебедева в 1936 р. Мені була запропонована тема з аналогових елементів автоматики і вимірювальної техніки з розробкою фотоелектронного компенсатора.

Лебедев цікавився моєю роботою, іноді розмовляв зі мною. Один раз запитав, чи розумію, що значить присвятити себе науковій праці, і попередив, що розраховувати на особливе благополуччя не доводиться і треба бути готовим до нестатку. Я прийняв це як належне.

Навесні 1937 р. відбувся захист наших дипломних проектів. Направлення на роботу по закінченню інституту я отримав у ВЕІ, але коли подав свої документи з автобіографією, у якій було написано, що підтримую зв'язок з репресованим батьком, то в керівництві інституту виникло замішання і, незважаючи на всі старання С.О.Лебедева, мене на роботу як сина "ворога народу" не прийняли. К.М.Поливанов, що працював у Секції електрозв'язку Академії наук СРСР, лекції якого я старанно відвідував, у 1939 р. запросив мене в лабораторію магнітної дефектоскопії, де я вперше залучився до дискретної обчислювальної техніки.

Перед групою Поливанова була поставлена задача: по магнітному полю, створюваному в залізничній рейці, автоматично знайти дефекти в зварних швах. Дослідження магнітних полів при різних намагнічуваннях ділянки рейки привело до висновку про можливості діагностування ушкоджень по кількості імпульсів, що наводяться в індикаторі. Виникла задача побудови різних електронних швидкодіючих лічильників імпульсів.

Результатом моїх досліджень стала кандидатська дисертація на тему "Аналіз тригерних елементів швидкодіючих лічильників імпульсів". Як відомо, електронні тригери стали пізніше основними елементами цифрової обчислювальної техніки. Із самого початку цієї роботи у 1939 р. і до її захисту С.О.Лебедев з увагою і схваленням ставився до моїх досліджень. Він погодився бути опонентом по дисертації, захист якої відбулася наприкінці 1945 р. У той час ще ніхто не підозрював, що Лебедев починає виношувати ідеї

створення цифрових електронних обчислювальних машин, що зробили його ім'я безсмертним".

Перший обчислювальний центр

У лютому 1955 р. Рада Міністрів СРСР прийняла постанову про створення першого Обчислювального центру АН СРСР. Його директором було призначено академіка А.А.Дородніцина, якому передали дві ЕОМ: "БЭСМ", виготовлену в ІТМ і ОТ АН СРСР, і "Стрела", що знаходилася в Математичному інституті ім. В.А.Стеклова. І "Стрела", і "БЭСМ" працювали цілодобово, але не могли справитися з потоком задач, кожна з яких була важливіше іншої. План розрахунків на ЕОМ складався на тиждень і затверджувався Головою Ради Міністрів СРСР Н.А.Булганіним. З розповідей Дородніцина, часто число відряджених перевищувало кількість співробітників у штаті Обчислювального центру (їх було 69). Сюди приїжджали не лише розв'язувати задачі, але й учитися програмуванню. Тому незабаром крім перших двох ЕОМ з'явилися "Урал-1" і "Урал-2", які використовувались в основному для навчання.

З ініціативи президії АН СРСР була створена комісія для порівняння характеристик "БЭСМ" і "Стрели". Її висновки були однозначними: "БЭСМ" краще і перспективніше. І тільки після цього ІТМ і ОТ АН СРСР став одержувати потенціалоскопи, але це був уже кінець 1954-го - початок 1955 р. Як тільки ЗП було укомплектовано потенціалоскопами, "БЭСМ" запрацювала на повну потужність. Навіть через два роки "БЭСМ" залишалася на рівні кращих американських машин і була самою швидкодіючою в Європі! Вона виконувала в середньому 8 тис. триадресних операцій за секунду. Максимально можлива продуктивність була 10 тис. операцій за секунду.

У 1956 р. доповідь С.О.Лебедева про "БЭСМ" на конференції в німецькому місті Дармштадті зробила сенсацію: маловідома за межами СРСР "БЭСМ" виявилася кращою в Європі!

У 1958 р. "БЭСМ" була підготовлена до серійного виробництва. Пам'ять на потенціалоскопах була замінена феритними ЗП. Машину назвали "БЭСМ-2", випускалася одним із заводів Казані, нею оснащалися більшість великих обчислювальних центрів країни. Доля "Стрели" була іншою. Було випущено всього сім екземплярів. Екземпляр, що працював в Обчислювальному центрі АН СРСР, був відданий Московській кінофабриці для постановки фільмів. Ніхто інший взяти не захотів.

"Гарна буде машинка!"

Затримка серійного випуску "БЭСМ" відбулася не тільки внаслідок жорсткої політики Міністерства машинобудування і приладобудування СРСР, що намірялося всіма правдами і не правдами завоювати лідерство в новій галузі техніки. "Винною" виявилася і нова ЕОМ "М-20", задумана С.О.Лебедевим незабаром після "поразки" у змаганні з міністерством. Цифра в назві вказувала на очікувану продуктивність (20 тис. операцій за секунду). Такої швидкості обчислень не мала жодна машина у світі. Її, а не "БЭСМ", Лебедев припускав запустити в серійне виробництво. Були всі підстави розраховувати на успіх: закінчувалася розробка нових швидкодіючих елементів, з'явилися досить досконалі феритні ЗП, колектив розроблювачів виріс і нагромадив великий досвід. До того ж (і це було головним) Сергій Олексійович домігся постанови уряду, що зобов'язував СКБ-245 працювати разом з ІТМ і ОТ АН СРСР. Останньому було запропоновано розробити ідеологію машини, її структуру, схеми, елементну базу, СКБ-245 - технічну документацію і виготовити дослідний зразок. Головним конструктором було призначено С.О.Лебедева, його заступником - М.К.Сулим (СКБ-245).

Почали працювати над машиною троє: С.О.Лебедев, М.Р.Шура-Бура і П.П.Головистиков. Лебедев розробляв ідеологію машини, її структуру, Шура-Бура складав систему команд, займався проробленням математичних питань, Головистиков

перетворював їх рішення в конкретні схеми, засновані на розроблених їм динамічних елементах (на пальчикових лампах), складав схеми АП і пристрою керування. Швидко з'явилася структура машини, система команд, схеми основних пристроїв. Було використано багато нових логічних операцій, що значно полегшувало програмування, введена модифікація адрес. Для збільшення швидкодії в АП розроблений ланцюг грубого переносу, що доповнював наскрізний перенос. У результаті час виконання елементарної операції додавання значно скоротився. Зсуви можна було робити безпосередньо на 1, 2, 4 розряди, що значно прискорювало вирівнювання порядків і нормалізацію результатів при операції додавання (вирахування). Ці і багато інших нововведень мало позначалися на кількості ламп. Збільшувалася в основному кількість діодів, але на той час вони вже були не лампові, а напівпровідникові (германієві), невеликих розмірів і надійні в експлуатації.

"Гарна буде машинка!" - вирвалося якимось у Сергія Олексійовича. Ця фраза запам'яталася Головистикову.

Одночасно велися роботи зі створення феритного ЗП (В.В.Бардиж, А.С.Федоров, М.П.Сичева та ін.), пристроїв зовнішньої пам'яті і периферійних пристроїв (А.Р.Валашек, Н.П.Зубрилин, М.В.Тяпкин та ін.).

Наприкінці 1955 р. в інституті почалося виготовлення макета машини. У 1956 р. проводилося його налагодження, у якому брали участь співробітники не тільки лабораторії №1, але й інших організацій. Багато підприємств були зацікавлені в якнайшвидшому закінченні робіт. Країна мала потребу в машинах подібного класу.

До початку 1957 р. виготовлення дослідного зразка машини в СКБ-245 було закінчено. Усім довелося переключитися на налагодження дослідного зразка ЕОМ "М-20". Як і при налагодженні "БЭСМ", саму активну участь у ньому брав Лебедев. Все організаційне забезпечення налагодження здійснював Сулим. Однак не все йшло так гладко, як на початку розробки. Багаторазово перевірені на малих макетах динамічні елементи у великому комплексі чомусь стали працювати ненадійно. Це було помічено ще при налагодженні макета ЕОМ "М-20" в інституті, але детально причини ненадійності з'ясовані не були, тому що необхідно починати налагодження дослідного зразка. У СКБ-245 були недоброзичливці машини "М-20" (звичайно, поза колективом розроблювачів і наладчиків), що поширювали думку про непридатність динамічних елементів і неправильно обрану елементну базу, пропонували йти звичайним шляхом, тобто використовувати велику кількість ламп. Деяке розчарування було і у Сергія Олексійовича: усе йшло так добре, швидко і раптом - затор. Виникли неприємності в Сулима з начальством СКБ-245, що вимагало якнайшвидшого закінчення робіт.

Ситуація, що склалася з ЕОМ "М-20" привела Сергія Олексійовича до рішення про запуск у серійне виробництво "БЭСМ". Цьому сприяли обставини, що зменшували у багато разів обсяг робіт з організації серійного виробництва "БЭСМ": готові конструктиви машини "М-20", придатні і для "БЭСМ", створені надійні пальчикові лампи з характеристиками ламп, застосовуваних у "БЭСМ", і високовольтні германієві діоди, що дозволяли без усяких змін схем замінити лампові діоди, використані в "БЭСМ"; на виході був феритний ЗП ЕОМ "М-20", що міг бути успішно використаний у "БЭСМ" замість потенціалоскопів.

Підготовкою серійного виробництва машини займалися провідні розроблювачі "БЭСМ": К.С.Неслуховський, А.Н.Зимарев, В.А.Мельников, А.В.Аваєв та ін., не зайняті роботами на "М-20" і спеціалізованих машинах. Вони виконали роботу з запуску машини в серію за два-три квартали, чому сприяла існуюча тоді проста система технічної документації.

Отже, у першій половині 1958 р. з'явилася серійна машина "БЭСМ-2", зовні дуже схожа на "М-20".

Однак тривожна обстановка на ЕОМ "М-20" панувала не довго. Елементи машини були удосконалені (П.П.Головистиковим, В.Н.Лаутом, А.А.Соколовим).

Так чи інакше, до початку 1958 р. "М-20" запрацювала надійно; у тому ж році вона була успішно прийнята Державною комісією з оцінкою "сама швидкодіюча у світі" і запущена в серію. Вийшло так, що "М-20" і "БЭСМ-2" з'явилися майже одночасно. Потреба у швидкодіючих обчислювальних машинах була такою великою, що "М-20" забезпечували тільки найважливіші роботи в країні. Виробництво "БЭСМ-2" набагато знижувало обчислювальний голод.

Робота колективів ІТМ і ОТ АН СРСР і СКБ-245, що створили "М-20", була висунута на здобуття Ленінської премії. Однак "М-20" осягла доля "МЭСМ"... Роботу відхилили. Чому, не беруся судити. Знаю тільки, що член Державної комісії колишній директор ІТМ і ОТ АН СРСР Н.Г.Брусевич висловив на додаток до акта про приймання ЕОМ "М-20" особливу думку. Пославшись на те, що в США вже кілька років працює ЕОМ "Норк", що виконує 20 тис. операцій за секунду (що було невірно!), і "забувши" про те, що в "М-20" 1600 ламп замість 8000 в американській, він дав згоду на серійний випуск "М-20", але в той же час виразив сумнів у високих якостях машини, що могло вплинути на рішення комісії з Ленінських премій.

"Везло" Сергієві Олексійовичу на "творчих" суперників!

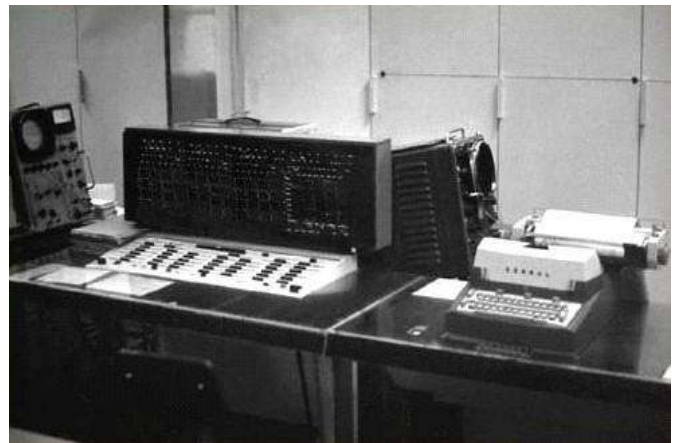
При підготовці рукопису я побував в одного з творців "М-20" П.П.Головистикова. Петро Петрович з великою теплою розповідав про Лебедєва, його уміння захоплювати співробітників творчою роботою, велику чарівність особистості вченого, про роки створення "БЭСМ" і "М-20", про те, як жив у ті роки, а точніше - тулився в напівпідвальному крихітному приміщенні, і як щастя творчості робило життя одухотвореним, дозволяло не зважати на життєві незручності. Наприкінці розмови я не утримався, запитав, чи є в нього які-небудь критичні зауваження стосовно свого вчителя. "Одне є! - сказав Головистиков. - Після завершення робіт з "БЭСМ" і "М-20" мене призначили завідувачем лабораторією нових елементів, і я був змушений займатися організаційною роботою на шкоду науковим дослідженням. Думаю, що через це я зробив для науки, мабуть, менше, ніж міг!" Ми обоє посміялися: якби тільки такими недоліками страждали великі керівники!

Як і Сергія Олексійовича, його цікавили не посади, не нагороди, а СПРАВА - можливість діяти, створювати нові, усе більш і більш досконалі ЕОМ.

"М-20" зарекомендувала себе з найкращої сторони. Не випадково пізніше з'явилися її "близнюки" - напівпровідникові "М-220" і "М-222", що повторили її архітектуру і структуру (головний конструктор М.К.Сулим, СКБ-245).



БЭСМ-6



М-222

Післявоєнний ренесанс

Те, як трудилися С.О.Лебедєв і колективи, якими він керував, було скоріше правилом, ніж винятком. Не мені і не авторам тих чудових робіт приписувати їм прикметник "героїчний", але замислитися на їхньому прикладі про те, який ККД справ сучасних, від чого і кого він залежить і чим визначається, цілком доречно і не даремно.

Про одну з таких давніх історій, практично не помічену сучасниками і згодом забуту, хочеться розповісти, щоб ще раз пояснити обстановку того часу і додати кілька слів про те, як сприймали С.О.Лебедева сучасники.

Мало хто знає, що в листопаді 1953 р., тобто через півріччя після завершення налагодження "БЭСМ", в Інституті атомної енергії була введена в дію і протягом семи років успішно експлуатувалася перша в країні ЕОМ послідовної дії "ЦЭМ-1". Рішення про її розробку сформувалося майже випадково. Академікові Сергієві Львовичу Соболеву, видатному математику (у ту пору заступнику І.В.Курчатова), потрапив до рук американський журнал з описом ЕОМ "ЭНИАК". Йшов 1950 р. Імовірно, йому було дещо відомо про розробки вітчизняних ЕОМ "Стрела" і "БЭСМ", що розпочалися в той час. Учений передав журнал керівникові вимірювальної лабораторії інституту Н.А.Явлінському. Після чого журнал потрапив до рук молодого фахівця, який три роки тому закінчив Іванівський енергетичний інститут, Геннадія Олександровича Михайлова. Серед убогих закордонних публікацій він розшукав ще дві або три статті в англійських журналах про машину "ЭДСАК", побудовану в Кембріджському університеті. Однак у них наводилися лише блок-схема і паспортні дані машини.

Двійкова система числення в ті часи теж була одкровенням, не говорячи вже про програмування. Не було і літератури з чисельних методів розв'язання задач. Були ще труднощі: бригада, що проектувала, монтувала і потім налагоджувала машину, включаючи Михайлова, складалася з чотирьох чоловік - двох інженерів і двох техніків.

Так само як усі схеми перших ЕОМ ("МЭСМ" і "БЭСМ") були розроблені самим Лебедевим, так і схеми "ЦЭМ-1" були складені Михайловим. Інший варіант у тих умовах "не проходив".

У "ЦЭМ-1" відразу ж була задіяна оперативна пам'ять на 128 двійкових 31-розрядних чисел на ртутних лініях затримки по 16 чисел у кожній, з послідовною вибіркою на частоті 512 кбіт/с. Ємність пам'яті пізніше була доведена до 496 чисел і додано зовнішній ЗП - 4096 чисел на магнітному барабані. Введення і вивід даних були організовані на основі телеграфного апарату "СТ-35", цифродрук на телеграфній стрічці дублювався 5-доріжковою перфострічкою; введення даних - з такої ж перфострічки через фотозчитуючий пристрій, на пристойній швидкості. За режимами в основних блоках машини можна було спостерігати на осцилографі-мониторі - прообразі сучасних дисплеїв. Середня швидкість виконання операцій додавання і віднімання 495 операцій за секунду, множення і ділення - 232. У машині було використано близько 1900 радіоламп, що споживали близько 14 квт. Розміщалася вона в шести металевих стійках-шафах розмірами порядку 80x180x40 см кожний. Усупереч побоюванням "ЦЭМ-1" працювала цілком надійно. Основне занепокоєння доставляли ртутні трубки - при довжині 1000 мм і діаметрі кварцового акустичного випромінювача 18 мм потрібно було постійно стежити і за гострою спрямованістю ультразвукового променя, і за рівнем відбиття від прийомного кварцу. А таких трубок було 32. Щотижнева профілактика забезпечувала досить надійну експлуатацію.

Можна з повним правом стверджувати, що, незважаючи на ряд публікацій у закордонних журналах, розробка ЕОМ у ті роки залишалася самостійною, оригінальною, заснованою на здогадах і винахідливості. "ЦЭМ-1" багато в чому відрізнялася від "ЭДСАК": по-іншому було реалізоване множення (з округленням), введена операція ділення (без відновлення залишку), одноадресна система команд замінена двухадресною. Це, до речі, було зроблено за пропозицією С.О.Лебедева вже в період налагодження машини - довелося переробити частину монтажу. Зовсім оригінальною виявилася система модифікації команд за допомогою "ознак" - вона дуже сприяла стисковим програмам, що при обмеженій оперативній пам'яті мало величезне значення.

Одну з перших програм склав С.Л.Соболев - інтегрування диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта - для знаходження навичок програмування. Г.О.Михайловим були

розроблені набір програм введення-виводу, діагностики, а також "споживчі" програми для обчислення інтегралів, вирішення систем рівнянь, перетворення матриць та ін.

Далеко не відразу "ЦЭМ-1" одержала визнання навіть у рідних стінах. Керівник одного з відділень інституту - академік Лев Андрійович Арцимович, талановитий фізик, експериментатор і теоретик, прекрасно володіючи аналітичним математичним апаратом, цілком міг дозволити собі скептичне ставлення до таких новацій. Але прийшов час, коли і він переконався в корисності і силі ЕОМ: наприкінці 1954 р. Г.О.Михайлов запрограмував і розв'язав рівняння, складене С.М.Осовцом (з команди теоретиків М.А.Леонтовича), що описує процес стиску плазмового шнура в експериментах по керованому термоядерному синтезу. Арцимович спочатку забракував результат - прискорюючого стискання з накладеними на нього коливаннями, однак після трьох-чотирьох днів теоретичного аналізу прийшов до такого ж результату, а ще через декілька тижнів з архівів були витягнуті осцилограми, відкинуті раніше як брак експерименту, що підтверджують цей несподіваний ефект.

Пізніше на "ЦЭМ-1" була виконана чимала кількість розрахунків по режимах атомних реакторів, розрахункові дозиметрів та ін. З машиною ознайомилися С.О.Лебедев, А.А.Ляпунов, М.Д.Милліонщиков та ін.

Розповідь Г.О.Михайлова додає нові штрихи до портрета Сергія Олексійовича.

"У 50-і роки, працюючи рядовим інженером в Інституті атомної енергії ім. Курчатова, довелось мені бути знайомим з багатьма нашими видатними вченими, з кимсь особисто - із С.Л.Соболевим, Л.А.Арцимовичем, М.А.Леонтовичем, когось бачити на відстані, слухати їхні доповіді, виступи (І.В.Курчатова, І.К.Кикоін, І.Є.Тамм, А.Ф.Йоффе, Н.В.Тимофеев-Ресовський, молодий А.Д.Сахаров.).

Приємно згадати, що моїми екзаменаторами перед захистом кандидатської дисертації були академіки Арцимович і Лебедев - з обчислювальної техніки. Одним словом, у пам'яті збереглися багато яскравих особистостей нашої науки 50-60-х років. І от боюся, що серед них Сергій Олексійович Лебедев з суголосних зовнішніх ознак виявився б зовсім непримітний - ні статтю, ні вольовою особою... У тому то і справа, що, як мені здається, ця непомітність - при дуже могутньому таланті - і була головною зовнішньою відмінністю Сергія Олексійовича.

Про нього як винятково талановитого ученого вперше я почув від своїх колег по лабораторії. Усі ми на чолі з Н.А.Явлінським переселилися в Інститут атомної енергії з ВЕІ, де працював Лебедев. Явлінський і Лебедев дружили між собою, і родинами, поки Явлінський, його дружина і син не загинули в 1962 р. в авіакатастрофі. Завдяки цій дружбі пощастило бачити Сергія Олексійовича і на сімейних святах. І тут він залишався непримітним. Про славослів'я, лестощі, навіть ретельно замасковані, не могло бути і мови."

У 1959 р. Г.О.Михайлов переїхав до Києва, став керівником відділу в Обчислювальному центрі АН України (нині Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова АН України). Він продовжує: "Улітку 1961 р. Сергій Олексійович, очевидно, востаннє приїжджав до Києва, з яким багато чого його зв'язувало. Був він у нашому Обчислювальному центрі, що вже переселився з Феофанії на Лисогірську. Організували йому поїздку у Феофанію, майже поодинокі, на озеро, у ліс. На той час майже все головне їм було вже зроблене: він став академіком, лауреатом Ленінської премії, Героєм соцпраці... Здавалося б, якраз розраховувати тільки на почесні, так ще не в столиці. Але нічого подібного не було: урочистих зборів, зустрічей, банкетів та інше - нічого цього він би не потерпів. З його візиту і для нас не робилося секрету, але, напевно, лише деякі про нього знали.

І вже зовсім збентеженим виглядав він на своєму ювілеї в конференц-залі ІТМ і ОТ АН СРСР у подарованих узбецькому халаті і тюбетейці.

Ні від кого не чув про нього поганого слова. І разом з тим не можна було назвати його безмежним добрягою. На тому самому іспиті, про який згадано вище, Сергій

Олексійович преспокійно "уліпив" своєму ж аспірантові заслужену двійку. Пам'ятається, у бесіді про захист дисертацій він помітив не без іронії про свій інститут: "А у нас - поділ праці: одні роблять машини, інші захищаються".

Відвідавши нашу лабораторію і допитливо оглянувши "ЦЭМ-1", Сергій Олексійович здивував нас питанням: "А кувалдою ви по ній не стукаєте?". Виявилося, що на "БЭСМ" кувалда - це штатний інструмент, а удари нею по залізному каркасу машини - один з елементів профілактики! Настільки ж дивним тепер показався б наказ не допускати розв'язання задачі довше 15 хвилин без повторного перерахування для того, щоб не витратити машинний час задарма".

Все описане вище стосується ЕОМ на електронних лампах, або ЕОМ першого покоління. Друге покоління створювалося на безлампових елементах. Першими напівпровідниковими ЕОМ сімейства "БЭСМ" стали "БЭСМ-3М" і "БЭСМ-4".

Цікаво відзначити, що їхня поява також результат ентузіазму молодих. Справа в тому, що роботи з їх створення проводилися у СКБ ІТМ і ОТ АН СРСР ініціативно, понад план молодими інженерами і техніками.

За спогадами одного з учасників розробки А.А.Гризлова, у 1964 р. невелика група молодих співробітників, серед яких були інженери, техніки і самоучки, одержала завдання освоїти перші напівпровідникові елементи. Це був етап у підготовці співробітників СКБ до майбутньої роботи з "БЭСМ-6". Спочатку їм було доручено для нагромадження досвіду розробити макети основних вузлів ЕОМ. Надалі група вирішила перевірити створені ними вузли в комплексі, виготовивши невеликий макет машини. Він був зібраний і одержав назву "БЭСМ-3М". Окрилені успіхом новачки осмілилися. Виникла зухвала ідея: створити на базі наявного макета "свою" машину, що повторює структурно-логічну схему ЕОМ "М-20", але з використанням нових елементів. Ініціативу молоді підтримав керівник тодішнього СКБ О.П.Васильєв. Лебедев не був проти задуму "неопереної" молоді. Так з'явилася "БЭСМ-4". Її створення - ще один приклад творчої і доброзичливої атмосфери, характерної для лебедєвського інституту.

Державна комісія під головуванням А.А.Дородніцина відзначила високі експлуатаційні і конструктивні якості першої вітчизняної напівпровідникової універсальної ЕОМ. Вона відрізнялася надійністю, малими розмірами, низькою вартістю і мала великий успіх у користувачів.

Коли через рік після її установки в Обчислювальному центрі АН СРСР поцікавилися, як вона працює, відповідь була такою: "Ваша машина розбещує молодих інженерів. Вони не виконують профілактичних робіт, тому що машина не має збоїв - вона занадто надійна". Коментарі зайві.

Основні дати життя та діяльності С.О.Лебедєва

- 1902 Сергій Олексійович Лебедев народився 2 листопаду у Нижньому Новгороді
- 1920 Переїхав разом з родиною до Москви
- 1921 Здав екстерном іспити за середню школу і вступов до Московського вищого техн_чного училища (МВТУ) ім. М.Е.Баумана на електротехнічний факультет
Закінчив МВТУ ім. М.Е.Баумана
Прийнятий на посаду молодшого наукового співробітника у Всесоюзний
- 1928 електротехнічний інститут (ВЕІ) і одночасно як викладач МВТУ. Після відокремлення електротехнічного факультету МВТУ в самостійний Московський енергетичний інститут (МЕІ) став викладачем МЕІ
- 1929 Опублікував одну з перших у вітчизняній літературі статтю по стійкості рівнобіжної роботи електростанцій
- 1930 Організував лабораторію електричних мереж у ВЕІ
- 1931 Виступив одним з основних доповідачів на Всесоюзній конференції по створенню єдиної високовольтної мережі СРСР

- 1933 Вийшла монографія "Стійкість рівнобіжної роботи електричних систем" (співавтор П.С.Жданов)
- 1935 Рішенням ВАКа затверджений вченому званні професора по кафедрі "Електричні станції та мережі"
- 1936-1946 Завідування відділом автоматики ВЕІ
- 1938-1940 Наукове керівництво розробкою в Теплоенергопроекті надпотужної і наддалекої лінії електропередачі Куйбишев-Москва
- 1939 Захистив докторську дисертацію з теорії штучної стійкості енергосистем
- 1941-1946 Розробка і створення керованої зброї, включаючи самонавідних на випромінюючу або відбиваючих випромінювання цілі торпед
- 1941 Рішенням ВАКа присуджений учений ступінь доктора технічних наук Евакуювався разом з ВЕІ до м. Свердловськ (тепер Єкатеринбург)
- Повернувся до Москви.
- 1943 Призначений завідувачем кафедри релейного захисту й автоматизації електричних систем МЕІ
- 1944 Призначений науковим керівником ЦКБ електропривода і автоматики Наркомату електропромисловості СРСР
- 1945 Обраний дійсним членом Академії наук УРСР
- 1946-1951 Член Президії АН УРСР і директор Інституту енергетики АН УРСР (із травня 1947 р., після поділу його на два інститути - Інституту електротехніки АН УРСР)
- 1946 Нагороджений медаллю "За доблесну працю у Великій Вітчизняній війні 1941-1945 рр."
- Переїзд з родиною до Києва
- 1947 Нагороджений орденом Трудового Червоного Прапора
- Створив лабораторію № 1 з спецмоделювання й обчислювальної техніки
- 1947-1951 Розробка структури й основних вузлів першого вітчизняного комп'ютера - Малої електронної лічильної машини ("МЭСМ") та керівництво її створенням в якості головного конструктора
- 1948 Представлення доповіді на XII міжнародну конференцію по великих електроенергетичних системах у Парижі
- Визнаний гідним Державної премії СРСР за розробку і впровадження пристрою компаундування генераторів електростанцій для підвищення стійкості енергосистем і поліпшення роботи електроустановок (разом з Л.В.Цукерником)
- 1950 Завідувач лабораторією Інституту точної механіки і обчислювальної техніки АН СРСР (ІТМ і ОТ АН СРСР)
- 1950 Призначений головним конструктором швидкодіючої електронної лічильної машини ("БЭСМ").
- Здана в дослідну експлуатацію перша в СРСР і континентальній Європі ЕОМ - "МЭСМ"
- Прийняття "МЭСМ" Державною комісією
- Переїзд із родиною до Москви.
- 1951 - Затвердження Державною комісією аванпроекта ЕОМ "БЭСМ".
- Організована кафедра обчислювальної техніки в Московському фізико-технічному інституті (МФТІ) на чолі з С.О.Лебедевим
- Публікація перших у СРСР монографій про електронні обчислювальні

- машини - "МЭСМ" (у співавторстві з Л.Н.Дашевським і К.О.Шкабарою) і "БЭСМ" (у співавторстві з В.А.Мельниковим)
- 1953- Директор ІТМ і ОТ АН СРСР
1973
- 1953- Розробка в ІТМ і ОТ АН СРСР під керівництвом С.О.Лебедева пристроїв по
1956 автоматичному зніманню даних радіолокаційних станцій (РЛС), створення з цією метою ЕОМ "Диана-1" та "Диана-2"
- 1953 Обраний дійсним членом Академії НАУК СРСР.
- Прийняття Державною комісією ЕОМ "БЭСМ"
- 1954 Нагороджений орденом Леніна
- 1955- Розробка і створення ЕОМ "М-20" і впровадження її в серійне виробництво
1959
- Рішення Ради міністрів СРСР про створення дослідного зразка "М-20" і призначення С.О.Лебедева генеральним конструктором "М-20"
- 1955 - Виступ з доповіддю на Міжнародній конференції по електронним обчислювальним приладам в Дармштадті.
- Виступ з доповіддю на конференції у Празі
- 1956- Розробка і створення при активній участі С.О.Лебедева першої вітчизняної
1960 системи протиракетної оборони
- 1956- Розробка і створення ЕОМ "М-40" (Головні конструктори С.О.Лебедев та
1958 В.С.Бурцев)
- Удостоєний звання Героя Соціалістичної Праці за проектування, створення і введення в експлуатацію ЕОМ "БЭСМ".
- 1956 - Виступ з доповіддю про електронні обчислювальні машини на загальних зборах АН СРСР із проблем автоматизації виробництва
- Організація і виступ з основною доповіддю на науковій конференції "Шляхи розвитку радянського математичного машинобудування і приладобудування".
- Виступ з доповіддю "Сучасна обчислювальна машина" на III Всесоюзному математичному з'їзді
- Виступ з доповіддю на міжнародній конференції у Стокгольмі. 1958-1960 р.
- 1957 Розробка і створення ЕОМ "М-50" (Головні конструктори С.О.Лебедев і В.С.Бурцев)
- 1958 Передача в серійне виробництво ЕОМ "БЭСМ-2" (Головний конструктор С.О.Лебедев)
- Почала працювати ЕОМ "М-20"
- 1959 - Відряджений у США в складі делегації вчених для ознайомлення з американською електронною обчислювальною технікою
- 1961 Перше успішне випробування поразки балістичної ракети протиракетною
- Наукове відрядження до Індії
- 1962 Нагороджений орденом Леніна
- 1964- Створення ЕОМ "БЭСМ-6" і впровадження її у серійне виробництво
1968 (Головний конструктор С.О.Лебедев)
- Створення в ІТМ і ОТ під керівництвом С.О.Лебедева напівпровідникової ЕОМ "БЭСМ-4"
- 1964 - Відрядження до Великобританії в складі делегації Комітету по координації науки і техніки
- 1965 Наукове відрядження до Японії
- 1966 Присуджена Ленінська премія за роботи в галузі спеціального точного

- машинобудування (разом з колективом основних учасників роботи зі створення системи протиракетної оборони)
- 1968 Наукове відрядження до Болгарії
- Присуджена Державна премія СРСР за розробку і впровадження у виробництво ЕОМ "БЭСМ-6" (разом із групою співробітників ІТМ і ОТ АН СРСР і заводу "САМ")
- 1969 Створення в ІТМ і ОТ серійної перевізної обчислювальної системи для протилітакового комплексу "С-300"
- 1970 Відрядження до Великобританії для ознайомлення з англійською електронною обчислювальною технікою
- 1971 Нагороджений орденом Жовтневої революції
- 1972 Нагороджений орденом Леніна
- Сергій Олексійович Лебедев помер 3 липня 1974 р. у Москві
- Нагороджений медаллю Computer Pioneer Міжнародного комп'ютерного товариства IEEE Computer Society.
- 1997

Хронологія становлення та розвитку комп'ютеробудування в Україні

- 1914
Висловлено **ідею** механізації формалізуємих логічних дій. Побудована "**Машина механічного мислення**". О.М.Щукарьов. Харківський технологічний інститут.
- 1941
Експериментально відкритий р-п перехід, пізніше удруге відкритий американськими вченими при створенні транзистора. В.Є.Лашкарьов. АН УРСР.
- 1948
Обґрунтовано принципи побудови і структура універсальної цифрової електронної обчислювальної машини (ЕОМ) - **комп'ютера зі збереженою в пам'яті програмою** (незалежно від закордонних учених). С.О.Лебедев. АН УРСР.
- 1951
Розроблена в 1948-1951 р. і **прийнята до експлуатації Державною комісією 6-го грудня 1951 р. перша в СРСР і континентальній Європі** цифрова електронна обчислювальна машина - **Мала електронна лічильна машина "МЭСМ"**. С.О.Лебедев, Л.Н.Дашевський, К.О.Шкабара й ін. АН УРСР.
- 1956
Обґрунтовано принципи побудови, архітектура і структура матрично-векторного процесора і створена (1952-1956) **перша в Україні спеціалізована електронна лічильна машина "СЭСМ"** для рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь. С.О.Лебедев, АН СРСР, З.Л.Рабінович, Ю.В.Благовіщенський, І.Т.Пархоменко, І.П.Окулова, Р.Я.Черняк і ін, АН УРСР.
- 1957
Розроблено принципи побудови, структура й архітектура і створена в 1954-1957 р. **перша в Україні асинхронна ЕОМ "Київ"**, з використанням "адресної мови" програмування. Б.В.Генеденко, В.М.Глушков, В.С.Королук, К.Л.Ющенко, Л.Н.Дашевський, К.О.Шкабара, С.Б.Погребинский і ін. АН УРСР.
- 1961
Створена **перша в Україні й у СРСР і прийнята Державною комісією 9 грудня 1961 р. до серійного випуску напівпровідникова керуюча машина широкого призначення КМШП "Днепр"** (1958-1961). За 10 років було випущено понад 500 машин. Використовувалася в багатьох перших піонерських керуючих системах промислового і спеціального призначення, у наукових дослідженнях і ін.. В.М.Глушков,

Б.М.Малиновський, А.Г.Кухарчук і ін. АН УРСР, НВО "Електронмаш". Державна премія України за створення на базі КМШП "Днепр" системи випробувань ракетних двигунів Б.М.Малиновський і співробітники Дніпропетровського Південного машинобудівного заводу (1977).

Розроблено **теорію цифрових автоматів**, що стала теоретичною основою при проектуванні ЕОМ. В.М.Глушков. АН УРСР. За монографію "Синтез цифрових автоматів" і ряд інших робіт у цій області В.М.Глушкову присуджена Ленінська премія (1964).

1963

Отримано авторське **свідectво на східчає мікропрограме керування** реалізоване в машинах сімейства "МИР". В.М.Глушков. АН УРСР.

Інтерполятор параболічний для автоматизованої системи розкрою судокорпусних деталей "Авангард". Головний конструктор Г.О.Михайлов. АН УРСР.

1964

Розроблено принципи побудови, структура й архітектура, сконструйовані і випущені **перші в СРСР машини для інженерних розрахунків: "Промінь"** (1964), **"МИР1"** (1965), **"МИР2"** (1969), **"МИР3"** (1972) - попередники майбутніх персональних ЕОМ. Здійснене їх масове серійне виробництво. В.М.Глушков, С.Б.Погребинський, О.А.Летичевський, Ю.В.Благовіщенський і ін. Державна премія СРСР (1968). АН УРСР, НВО "Електронмаш".

1965

Розроблено принципи побудови, створений і випробуваний на промисловій установці **перший в СРСР цифровий регулятор "Автооператор"**. Е.Т.Беліков. Сіверодонецьке НВО "Імпульс".

1966

Запропоновано ідею схемної реалізації мов високого рівня. Реалізована в проекті ЕОМ "Україна". В.М.Глушков, З.Л.Рабінович, А.О.Стогній і ін. АН УРСР.

1967

Розроблено принципи побудови, структура й архітектура і створено перший в Україні інформаційно-керуючий комплекс **"Днепр 2"** (1964-1967) для автоматизованих систем керування АСУ. Випущений малою серією. В.М.Глушков, А.О.Стогній, А.Г.Кухарчук і ін. АН УРСР, НВО "Електронмаш".

Створено унікальні спеціалізовані ЕОМ **"Київ 67"** (1965-1967) і **"Київ 70"** (1967-1970) для автоматизації проектування і виготовлення великих інтегральних схем (ВІС) за допомогою еліонної технології. В.П.Деркач і ін. АН УРСР, МЕР СРСР.

1968

Розроблені (у НВО "Імпульс") і розпочато випуск **великими серіями** цифрових засобів промислової системотехніки: сімейства моделей **М6000-М7000 АСВТ М**, що став у свій час основою побудови систем керування процесами практично у всіх сферах народного господарства і ряду оборонних областей СРСР. За десять років серійного виробництва Київський завод обчислювальних керуючих машин, Сіверодонецький приладобудівний і Тбіліський завод керуючих обчислювальних машин випустили понад 18 тисяч комплексів М6000, на їхній базі створено понад 15 тисяч систем керування. А.О.Новохатній, В.В.Резанов і ін. Сіверодонецьке НВО "Імпульс". Державна премія РМ УРСР (1979).

Розроблено і випускалися промисловістю: **сімейство клавішних ЕОМ "Іскра"**. Премія імені М.Островського (1968). Г.І.Корнієнко, Б.Г.Мудла, С.С.Забара. АН УРСР. Завод "Счетмаш", Курськ.

1969

Розроблено й освоєний випуск **ЕОМ "Каштан"** для автоматизованого розкрою матеріалів згідно заданого ескізу. Ю.А.Павленко. НВО "Електронмаш".

1970

Розроблено структуру й архітектуру **першого в Радянському Союзі і Європі мікрокалькулятора** на 4-х великих інтегральних схемах МОП-ВІС зі ступенем інтеграції до 500 транзисторів на кристалі, організовано його **масовий серійний випуск**. Великі інтегральні схеми (ВІС) виготовлялися на дослідному заводі НДІ "Мікроприлад". Масове виробництво мікрокалькуляторів проводилася в м.Світловодськ, де знаходилася філія дослідного заводу. С.О.Моральов, Л.Ф.Мараховський. Київське НВО "Кристал".

1971

Розроблено і розпочато **випуск 12 типів бортових ЕОМ (у тому числі радіоційно стійких) для ракетно-космічних комплексів стратегічного призначення**. (1967-1989). А.І.Кривоносов, Б.О.Василенко й ін. Ленінська премія, Державна премія СРСР, Державна премія УРСР. Харківське НВО "Хартрон", Київський радіозавод.

1972

Розроблено й організовано серійний випуск **спеціалізованих супернадійних ЕОМ "Карат" (чотири модифікації) для систем озброєння і керування на надводних і підводних у тому числі атомних судах Військово-Морського флоту СРСР**, а також для вирішення задач навігації на судах **торгового флоту й атомних криголамів**. Використовувалися в 60-ти різних за призначенням системах. (1969-1989). В.М.Плотніков, В.І.Долгов, Г.Є.Гай і ін. Київський НДІ радіоелектроніки, Київський завод "Буревісник".

Створено і випущений малою серією **контрольно-вимірювальний комплекс "Барс"**. Золота медаль виставки в Дрездені. В.І.Скуріхін, А.О.Морозов. АН УРСР.

Перший випущений малою серією в Україні **міні-комп'ютер УПО 1** (пристрій первинної обробки даних у вимірювальних системах). Б.М.Малиновський, В.С.Каленчук, П.М.Сиваченко. АН УРСР, Житомирський завод "Вимірювач".

Підготовлено і видана **перша у світі "Енциклопедія кібернетики" українською і російською мовами**. В.М.Глушков, А.І.Кухтенко, Б.М.Малиновський і ін. АН УРСР. Державна премія УРСР.

Починаючи з 1970-го роки був створений і використовувався ряд бортові **ЕОМ "Мрія", "Чайка", "Москва", "Нептун"**. Г.С.Голодняк, В.М.Петрунєк, Г.Т.Макаров і ін., АН УРСР, Оборонні підприємства.

1973

Розроблено й освоєний у виробництві **потужний керуючий обчислювальний комплекс М4030**. (1971-1973). А.Ф.Незабитовський, С.С.Забара й ін. Київське НВО "Електронмаш". Державна премія УРСР (1976).

Магнітоплівковий оперативний запам'ятовуючий пристрій ОЗП. Перший в СРСР. (1024 32 розрядні числа з циклом 1 мкс). А.Д.Бех, Л.Ф.Данько, Б.С.Ілюшин, Є.Г.Кретков, В.М.Корсунський, Б.І.Павлусь, В.Н.Позий, В.І.Плахотний, М.А.Терешин, В.В.Чернецький. АН УРСР.

1974

Вперше в Україні, колишньому СРСР і Європі розпочато **масове виробництво великих інтегральних схем**. С.О.Моральов, К.М.Кролевець, В.П.Белявський. НВО "Кристал".

Розроблено ідеологію і створено **перше в СРСР вітчизняне сімейство мікроЕОМ "Електроніка С5": "С5-01", "С5-11", "С5-21"**. В.П.Цветов, В.Кузнєцов, А.Ф.Дряпак, Міністерство електронної промисловості СРСР, Б.М.Малиновський, О.В.Палагін, В.А.Іванов, А.Ф.Кургаєв, АН УРСР.

Вперше у світі запропоновані принципи побудови рекурсивної (не неймановської) ЕОМ. В.М.Глушков, В.А.Мясников, І.Б.Ігнат'єв, АН УРСР, АН СРСР.

1975

Перший у СРСР автономний транспортний робот "ТАИР". Це триколісний самохідний візок з системою датчиків. Міг рухатися в природному середовищі, обходячи перешкоди. Керувався апаратно реалізованою нейронною мережею (вузли мережі -

спеціальні електронні схеми, зібрані на транзисторах; зв'язки між вузлами - резистори). М.М.Амосов, В.М.Белов, Е.М.Куссуль. АН УРСР.

1976

Розроблена разом із НДР і випускалася промисловістю НДР **спеціалізована ЕОМ "Нева" для цифрових систем зв'язку**. (1973-1976) А.Г.Кухарчук. АН УРСР. "Роботрон", НДР.

Створено і випущена малою серією **міні ЕОМ М 180 "Сокіл" для автоматизації лабораторних експериментів**. Використовувалася в АН УРСР і інших організаціях (1973-1976). Премія імені М.Островського. (1981). Л.Б.Малиновський, В.С.Каленчук, Н.І.Алішов, Ю.С.Яковлев і ін. АН УРСР.

Міні ЕОМ "СОУ-1". В.П.Денисенко, С.Д.Погорелий, ВО ім. С.П.Корольова, Б.М.Малиновський, О.В.Палагін, Ю.С.Яковлев АН УРСР. Срібна медаль ВДНГ СРСР.

Перший в Україні сигнальний процесор для обробки цифрових сигналів. М.В.Семотюк. АН УРСР.

На зміну комп'ютерам М6000-М7000 у Сіверодонецькому НВО "Імпульс" були створені комп'ютери **серії СМ ЕОМ** (12 типів). А.О.Новохатній, В.В.Резанов і ін. Державна премія РМ УРСР (1979).

Розроблено і випускалися **спеціалізовані ЕОМ "Цикл" для контролю виготовлення лопаток газотурбінних двигунів**. Г.І.Корнієнко, Ю.Т.Митулинський і ін. АН УРСР. Державна премія СРСР (1976)

1977

Розроблено **комплекс систем проектування ЕОМ**. Використаний у ряді організацій СРСР. (1975-1977). В.М.Глушков, Ю.В.Капітонова й ін. АН УРСР, Міністерство радіопромисловості СРСР. Державна премія СРСР (1977).

Міні ЕОМ "Процесор". О.В.Палагін, АН УРСР. В.П.Денисенко, С.Д.Погорелий, ВО ім. С.П.Корольова.

1978

Система технічних засобів **"Сектор" для сполучення ЕОМ з об'єктами**. В.Б.Реутов. АН УРСР.

1979

Мікрокомп'ютер "УВС-01". А.В.Кобилінський, О.В.Палагін, С.Д.Погорелий. ВТО "Кристал", АН УРСР, ВО ім. С.П.Корольова.

Розроблено **перший у СРСР і випускався алфавітно-цифровий графічний термінал "Символ"** з цифровим нагромаджувачем на стандартній касеті. Л.Б.Малиновський, І.М.Сметанін, А.І.Шикарев, В.М.Князєв. АН УРСР. Черкаський завод телеграфної апаратури.

1980

Створено і випущено великою серією **перший в Україні комплекс мікропроцесорних засобів "Нейрон" і засобів налагодження до них "СО-01 - СО-04"**. Б.М.Малиновський, О.В.Палагін, В.І.Сигалов, С.Д.Погорелий, А.І.Слободянюк і ін. АН УРСР, Міністерство приладобудування і засобів зв'язку (МПЗЗ) СРСР Премія РМ СРСР О.В.Палагін, С.Д.Погорелий і ін. (1984).

Створено і розпочато випуск **суперпотужних багатопроцесорних комплексів** ПС 2000, потім ПС 2100 (1,5 млрд.опер./сек) і ПС 3000 (3 млрд.опер./сек) на структурах, що перебудовуються, (АСВТ-ПС) для систем геофізичної розвідки корисних копалин і ряду унікальних систем військового призначення. З 1981 по 1989 р. у НВО "Імпульс" були виготовлені 150 комплексів ПС 2000. А.О.Новохатній, В.В.Резанов і ін. Сіверодонецьке НВО "Імпульс" (1965-1980). Державна премія РМ УРСР (1979).

1981

Освоєння серійного випуску **обчислювальних комплексів СМ3 і СМ4 системи малих ЕОМ**. А.Ф.Незабитовський, В.А.Афанасьєв, С.С.Забара. НВО "Електронмаш". Державна премія СРСР (1981).

1984

Розроблено принципи побудови і створений **супершвидкодійний обчислювальний комплекс "Звезда"** для виявлення підводних човнів. О.М.Алещенко, В.Ю.Лапій, В.В.Крамской. Київський НДІ "Гідроприлад". Державна премія СРСР Ю.В.Бурау, О.М.Алещенко й ін. (1988).

Розроблено і випускалися промисловістю **унікальні бортові спеціалізовані ЕОМ "МИГ1", "МИГ11", "МИГ12", "МИГ13"** для систем керування космічними апаратами без попереднього розрахунку траєкторії. Г.С.Голодняк, В.М.Петрунук. АН УРСР. Підприємства Міністерства оборони СРСР. Державна премія СРСР (1984).

1986

Сумісний ряд персональних мікропроцесорних комп'ютерів: ЄС 1840, ЄС 1841, ЄС 1842. Для використання в автономному режимі в локальних і глобальних мережах при вирішенні широкого кола науково-технічних, економічних, спеціальних задач, задач керування і діловодства. Ю.С.Яковлев, Ф.А.Цвентух, Н.В.Нестеренко, Б.В.Новиков АН УРСР, НДІКОМ і МПО ОТ м.Мінськ. Багатосерійне виробництво на ВО ОТ м.Мінськ.

ЕОМ "Дельта" - спеціалізований обчислювальний комплекс для збору й обробки телеметричної інформації і керування аерокосмічними експериментами. Використовувався для обробки даних, знятих з комети Галлея, а також для обробки даних про розповзання радіонуклідів після аварії на АЕС у Чорнобилі. М.І.Діанов, В.І.Діанов. АН УРСР.

Процесор реального часу ПРЧ. Використаний при створенні 4-х систем цифрового керування газонаповненням, положенням і параметрами плазми в **термоядерних установках типу ТОКОМАК:** НДІЕФА, м. Ленінград; ФТІ АН СРСР, м. Харків і Сухумі; ІАЕ, м.Москва, а також Харківським ФТІ при виконанні двох міжнародних проектів по створенню експериментального термоядерного реактора (ITER). В.Ф.Губарєв, В.П.Боюн. АН УРСР.

1987

Розроблено і випускалося промисловістю **сімейство спеціалізованих ЕОМ** для пришвартових і передполітних випробувань екранопланів, морських суден, кораблів на підводних крилах, для комплексних граничних морехідних випробувань кораблів Військово-морського флоту, для контролю і діагностики літальних апаратів. Державна премія України. Б.Г.Мудла, В.І.Діанов, М.І.Діанов, В.Ф.Бердников, А.І.Канівець, О.М.Шалейко. АН УРСР. Підприємства Міністерства оборони.

Спроектовано, створено і випущено малими серіями **суперпродуктивні, які не мають аналогів у СРСР і за рубежом макроконвексні комплекси ЄС 2701 і ЄС 1766.** Максимальна кількість процесорів 256. Максимальна продуктивність 500 млн. опер./сек. В.М.Глушков, В.С.Михалевич, С.Б.Погребинський, О.А.Летичевський, Ю.В.Капітонова, І.М.Молчанов і ін. АН УРСР. МІНРАДІОПРОМ СРСР.

1988

Комплекс модулів для сполучення персональних комп'ютерів сімейства ЄС з можливими об'єктами керування (10 типів пристроїв зв'язку з об'єктом ПЗО). Використовувалися при побудові систем автоматизації наукових досліджень і систем керування різними технологічними процесами. Ю.С.Яковлев, Н.В.Нестеренко, В.М.Єгипко, В.О.Романов, В.Н.Коробейников, Б.В.Новиков. АН УРСР. В.Я.Пихтін, М.Є.Неменман і ін. НДІКОМ м.Мінськ. Випуск великими партіями на ВО ОТ м.Мінськ.

Кольоровий алфавітно-цифровий і графічний термінал "Парус" з нагромаджувачем на магнітній стрічці. Л.Б.Малиновський, І.М.Сметанін, А.І.Шикарев, В.М.Князев. АН УРСР. Випускався Київським радіозаводом за назвою "ТВТ-3".

1989

Перший у СРСР нейрокомп'ютер на основі ідеології ансамблевих стохастичних нейромереж. Е.М.Куссуль. АН УРСР.

1990

Наднадійні програмно-технічні комплекси для особливо важливих об'єктів, систем керування атомними електростанціями. АТ "Імпульс".

Сімейство сумісних побутових **персональних комп'ютерів: МК88.01 - МК88.06**. Для рішення задач малої і середньої складності в побуті, у сфері освіти, у діловій сфері, організації дозвілля й інших сфер повсякденної діяльності, а також для застосування в професійних сферах діяльності. Ю.С.Яковлев, Ф.А.Цвентух, Н.В.Нестеренко, С.В.Бондар, АН України. В.Я.Пмхтін, ВО ОТ м.Мінськ, ДКБ "Квант", м.Мінськ. Багатосерійне виробництво на ВО ОТ, м.Мінськ, Беларусь.

1997

Міжнародне комп'ютерне товариство (IEEE Computer Society) присудило **С.О.Лебедєву медаль "Піонер комп'ютерної техніки"** з написом: "С.О.Лебедєв 1902-1974. Розроблювач і конструктор першого комп'ютера в Радянському Союзі. Основоположник радянського комп'ютеробудування".

Міжнародне комп'ютерне товариство (IEEE Computer Society) присудило **В.М.Глушкову медаль "Піонер комп'ютерної техніки"** з написом "В.М.Глушков. 1923-1982. За створення першого в СРСР Інституту кібернетики АН УРСР, створення теорії цифрових автоматів і роботи в області макроконвеєрних структур обчислювальних систем".

2005-2012

Кластерний суперкомп'ютер "СКІТ". І.В.Сергієнко, В.М.Коваль (2005). **Суперкомп'ютер "СКІТ-4"**. І.В.Сергієнко, А.Л.Головинський (2012). Сумарна продуктивність понад 10 ТФлопс (понад десять трильйонів операцій за секунду). "СКІТ-4" удвічі потужніший за "СКІТ-3", при цьому менший за розмірами та має значно менше енергоспоживання - 15 кВт проти 60 кВт для "СКІТ-3". Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова Національної академії наук України.

2012

Бізнес-лінійка комп'ютерної техніки Q-series, Офіс-інтегратори "Рось", дата-центри "Октава" Компанія "Системні мобільні технології". М.В.Котюк, О.Й.Сосіс та ін. Київ.

Результати, отримані уродженцями України, що працювали в Росії

1958

Розроблено принципи побудови, спроектована, створена і випускалася **перша і єдина у світі трійчна ЕОМ "Сетунь"**. МП.Брусенцов. Московський державний університет (1956-1958).

Розроблено принципи побудови, спроектована і створена **перша (і єдина у світі) суперпродуктивна спеціалізована ЕОМ військового призначення з використанням системи числення в залишках**. І.Я.Акушський. Міністерство оборони СРСР (1958).

1973

Розпочато випуск **першої у світі ЕОМ із багатоформатною векторною структурою для систем попередження про ракетний напад і загальне спостереження за космічним простором М-10**. М.О.Карцев. НДІОК Москва.

1984

Розпочато випуск **багатопроекторної векторної ЕОМ М-13 для переоснащення систем попередження про ракетний напад і загального спостереження за космічним простором**. М.О.Карцев, НДІОК, Москва.

Питання до самоконтролю:

1. Розвиток обчислювальної техніки в Радянському Союзі та Україні.
2. Вклад С. О. Лебєдева в створення першої континентальної ЕОМ в Європі

Лекції 3-4. Розвиток зарубіжної обчислювальної техніки

Покоління ЕОМ

Переходячи до оцінки і розгляду різних поколінь, необхідно насамперед помітити, що оскільки процес створення комп'ютерів відбувався і відбувається безупинно (у ньому беруть участь багато розроблювачів з багатьох країн, що мають справу з рішенням різних проблем), важко, а в деяких випадках і даремно, намагатися точно установити, коли те чи інше покоління чи починалося закінчувалося.

ЕОМ першого покоління

У 40-х м.м. ХХ в. відразу кілька груп дослідників повторили спробу Бэббиджа на основі техніки ХХ в. - електромеханічних реле. Деякі з цих дослідників нічого не чули про роботи Бэббиджа і перевідкрили його ідеї заново. Першим з них був німецький інженер Конрад Цузе, що у 1941 році побудував невелику машину на основі декількох електромеханічних реле. Але через війну роботи Цузе не були опубліковані. А в США в 1943 році на одному з підприємств фірми ІВМ американець Говард йкен створив більш могутню машину подназванням "Марко-1". Вона вже дозволяла проводити обчислення в сотні разів швидше, ніж за допомогою арифмометра і реально використовувалася для військових розрахунків.

Однак ці машини були ненадійними. Тому, починаючи з 1943 року в США, група фахівців під керівництвом Джона Мочлі і Преспера Еккерта початку конструювати комп'ютер ENIAC на основі електронних ламп. Створений комп'ютер працював у тисячу разів швидше, ніж "Марко-1". Однак виявилось, що велику частину часу цей комп'ютер простоював - адже для завдання методів розрахунків (програм) у цьому комп'ютері приходилося протягом декількох чи годин навіть днів приєднувати потрібним образом проводу. А сам розрахунок міг зайняти після цього кілька хвилин. [3]

Проекти і реалізація машин "Марко - 1", EDSAC і EDVAC в Англії і США, МЭСМ у СРСР заклали основу для розгортання робіт зі створення ЕОМ вакуумнолампової технології - серійних ЕОМ першого покоління.

Розробка першої електронної серійної машини UNIVAC (Universal Automatic Computer) почата приблизно в 1947 р. Еккертом і Мочлі, що заснували в грудні того ж року фірму ECKERT-MAUCHLI. Перший зразок машини (UNIVAC-1) був побудований для бюро перепису США і пущений в експлуатацію навесні 1951 р. Синхронна, послідовного дії обчислювальна машина UNIVAC-1 створена на базі ЕОМ ENIAC і EDVAC. Працювала вона з тактовою частотою 2,25 МГц і містила близько 5000 електронних ламп. Внутрішній запам'ятовуючий пристрій, ємкістю 1000 12 -розрядних десяткових чисел було виконано на 100 ртутних лініях затримки.

Незабаром після введення в експлуатацію машини UNIVAC-1 її розроблювачі висунули ідею автоматичного програмування. Вона зводилася до того, щоб машина сама могла підготувати таку послідовність команд, що потрібна для рішення даної задачі.

П'ятидесяті роки - роки розквіту комп'ютерної техніки, роки значних досягнень і нововведень, як в архітектурному, так і в науково - технічному відношенні. Відмінні риси в архітектурі сучасної ЕОМ у порівнянні з неймановської архітектурою вперше з'явилися в ЕОМ першого покоління.

Сильним стримуючим фактором у роботі конструкторів ЕОМ початку 50-х р.р. була відсутність швидкодіючої пам'яті. За словами одного з піонерів обчислювальної техніки - Д. Еккерта, "архітектура машини визначається пам'яттю". Дослідники зосередили свої зусилля на запам'ятовуючих властивостях ферритових кілець, нанизаних на дотові матриці.

У 1951 р. у 22 - м томі "Journal of Applied Physics" Дж. Форрестер опублікував статтю про застосування магнітних сердечників для збереження цифрової інформації. У машині "Whirlwind-1" уперше була застосована пам'ять на магніт. Вона являла собою 2 кубу з 32

32 17 сердечниками, що забезпечували збереження 2048 слів для 16-розрядних двоичних чисел з одним розрядом контролю на парність.

У розробку електронних комп'ютерів уключилася фірма IBM. У 1952 р. вона випустила свій перший промисловий електронний комп'ютер IBM 701, що являв собою синхронну ЕОМ рівнобіжної дії, що містить 4000 електронних ламп і 12000 германієвих діодів. Удосконалений варіант машини IBM 704 відрізнялася високою швидкістю роботи, у ній використовувалися індексні регістри і дані представлялися у формі з плаваючою крапкою.

Після ЕОМ IBM 704 була випущена машина IBM 709, що в архітектурному плані наближалася до машин другого і третього поколінь. У цій машині вперше була застосована непряма адресація і вперше з'явилися канали введення-висновку.

У 1956 р. фірмою IBM були розроблені магнітні голівки, що плавають, на повітряній подушці. Винахід їх дозволило створити новий тип пам'яті - дискові ЗУ, значимість яких була повною мірою оцінена в наступні десятиліття розвитку обчислювальної техніки. Перші ЗУ на дисках з'явилися в машинах IBM 305 і RAMAC. Остання мала пакет, що складався з 50 металевих дисків з магнітним покриттям, що оберталися зі швидкістю 12000 про/хв. На поверхні диска розміщалося 100 доріжок для запису даних, по 10000 знаків кожна.

Слідом за першим серійним комп'ютером UNIVAC-1 фірма Remington-Rand у 1952 р. випустила ЕОМ UNIVAC-1103, що працювала в 50 разів швидше. Пізніше в комп'ютері UNIVAC-1103 уперше були застосовані програмні переривання.

Співробітники фірми Remington-Rand використовували алгебраїчну форму запису алгоритмів за назвою "Short Cople" (перший інтерпретатор, створений у 1949 р. Джоном Мочлі). Крім того, необхідно відзначити офіцера ВМФ США і керівника групи програмістів, у той час капітана (надалі єдина жінка у ВМФ - адмірал) Грейс Хопер, що розробила першу програму - компілятор ПРО. (До речі, термін "компілятор" уперше ввела Г. Хопер у 1951 р.). Ця програма, що компілює, робила трансляцію на машинну мову всієї програми, записаної в зручній для обробки алгебраїчній формі.

Щоб спростити й пошвидшити процес завдання програм, Мочлі і Екерт стали конструювати новий комп'ютер, що міг би зберігати програму у своїй пам'яті. У 1945 р. до роботи був притягнутий знаменитий математик Джон фон Нейман, що підготував доповідь про цей комп'ютер. Доповідь була розіслана многим вченим і одержала широку популярність, оскільки в ньому фон Нейман ясно і просто сформулював загальні принципи функціонування комп'ютера. І дотепер переважна більшість комп'ютерів зроблена відповідно до тих принципів, що він запропонував.

Перший комп'ютер, у якому втілені принципи фон Неймана, був побудований у 1949 р. англійським ученим Морісом Уилксом.

Свою ідею мікропрограмування М.Уилкс реалізував у 1957 р. при створенні машини EDSAC-2. М. Уилкс разом з Д. Уиллером і С. Гиллом у 1951 р. написали перший підручник по програмуванню "Складання програм для електронних рахункових машин" (російський переклад- 1953 р.).

У 1951 р. фірмою Ferranti початий серійний випуск машини "Марко-1". А через 5 років фірма Ferranti випустила ЕОМ "Pegasus", у якій уперше знайшла втілення концепція регістрів загального призначення (РЗП). З появою РЗП усунуте розходження між індексними регістрами й акумуляторами, і в розпорядженні програміста виявився не один, а кілька регістрів-акумуляторів. [3]

У нашій країні в 1948 р. проблеми розвитку обчислювальної техніки стають загальнодержавною задачею. Розгорнулися роботи зі створення серійних ЕОМ першого покоління.

Основним активним елементом ЕОМ першого покоління є електронна лампа. Машини вітчизняного виробництва: ВЕРМ-1 (Велика Електронно-Рахункова Машина), ВЕРМ-2, "Стріла", "Урал-1", "Урал-2", "Урал-4", М-1, М-3, М-20. Ці машини дуже

громіздкі, споживають велику кількість енергії, мають невисоку надійність і слабе програмне забезпечення.

Швидкодія цих машин не перевищувало 10 тис. операцій у секунду. Ємність оперативної пам'яті - 4Кб машинних слів. Але зате уже вони продемонстрували широкі можливості вичислювальних робіт в області комічних досліджень, ядерної фізики і т.д.

У 1950 р. в Інституті точної механіки й обчислювальної техніки (ИТМ і ОТ) організований відділ цифрових ЕОМ для розробки і створення великий ЕОМ. У 1951 р. тут була спроектована машина ВЕРМ (Велика Електронна Рахункова Машина), а в 1952 р. почалася її досвідчена експлуатація.

З цього часу і почався дуже енергійний розвиток обчислювальної техніки. Лампові машини не відрізнялися високою надійністю - щодня перегорало 20-30 ламп (з декількох десятків тисяч). Крім того, вони споживали багато енергії і займали площу приблизно з баскетбольну площадку.

У проекті спочатку передбачалося застосувати пам'ять на трубках Вільямса, але до 1955 р. як елементи пам'яті в ній використовувалися ртутні лінії затримки. По тим часам ВЕРМ була дуже продуктивною машиною - 800 оп/с. Вона мала трехадресну систему команд, а для спрощення програмування широко застосовувався метод стандартних програм, що надалі поклав початок модульному програмуванню, пакетам прикладних програм. Серійно машина стала випускатися в 1956 р. за назвою ВЕРМ-2.

У цей же період у КБ, керованому М.А.Лесечко, почалося проектування інший ЕОМ, що одержало назву "Стріла". Освоювати серійне виробництво цієї машини було доручено московському заводу САМ. Головним конструктором став Ю. А.Базилевский, а одним з його помічників - Б.И.Рамеев, надалі конструктор серії "Урал". Проблеми серійного виробництва визначили деякі особливості "Стріли": невисоке в порівнянні з ВЕРМ швидкодія, просторий монтаж і т.д. У машині як зовнішню пам'ять застосовувалися 45-дорожечные магнітні стрічки, а оперативна пам'ять - на трубках Вільямса. "Стріла" мала велику розрядність і зручну систему команд.

Перша ЕОМ "Стріла" була встановлена у відділенні прикладної математики Математичного інституту АН (МІАН), а наприкінці 1953 р. почалося серійне її виробництво.

У лабораторії електросхем енергетичного інституту під керівництвом И.С.Брука в 1951 р. побудували макет невеликий ЕОМ першого покоління за назвою М-1.

У наступному році тут була створена обчислювальна машина М-2, що поклати початок створенню економічних машин середнього класу. Одним з ведучих розроблювачів даної машини був М.А.Карцев, внесший згодом великий внесок у розвиток вітчизняної обчислювальної техніки. У машині М-2 використовувалися 1879 ламп, менше, ніж у "Стрілі", а середня продуктивність складала 2000 оп/с. Були задіяні 3 типи пам'яті: електростатична на 34-х трубках Вільямса, на магнітному барабані і на магнітній стрічці з використанням звичайного для того часу магнітофона МАГ-8.

У 1955-1956 р.м. колектив лабораторії випустив малу ЕОМ М-3 зі швидкодією 30 оп/з і оперативною пам'яттю на магнітному барабані. Особливість М-3 полягала в тім, що для центрального пристрою керування був використаний асинхронний принцип роботи. Необхідно відзначити, що в 1956 р. колектив И. С. Брука виділився зі складу енергетичного інституту й утворив Лабораторію керуючих машин і систем, що стала згодом Інститутом електронних керуючих машин (ИНЕКМ).[1]

ЕОМ другого покоління

З'явилися наприкінці 50-х років. Елементна база цих машин - напівпровідникові діоди і транзистори, що дозволило збільшити швидкодію і надійність ЕОМ, а також ємність оперативної пам'яті. Зменшилися габарити, маса і споживана потужність. У них широко використовувався друкований монтаж, при якому необхідні електричні з'єднання створювалися методом утравлювання мідної фольги, наклееної на ізоляційний матеріал.

Конструктивно технологічна й елементна база дозволили створити більш складні ЕОМ. Розширилося середовище застосування: не тільки для наукових, але і для інженерних розрахунків, а також для рішення економічних задач і керування производстєнными процесами.

До машин вітчизняного виробництва відносять: ВЕРМ-3, ВЕРМ-4, ВЕРМ-6, "Урал-14", "Урал-16", "Мінськ-22", "Мінськ-32", М-220, М-222, "Наири", "Світ", "Раздон".

Швидкодія не перевищувала 20-30 тис. операцій у секунду. Ємність оперативної пам'яті - 32Кб машинних слів.

Исключение складає ВЕРМ-6: 100 тис. оп/з, ємність оперативної пам'яті - 128Кб.

Розробка малої обчислювальної машини за назвою "Урал" була закінчена в 1954 р. колективом співробітників під керівництвом Рамеева.. Ця машина стала родоначальником цілого сімейства "Уралов", остання серія яких ("Урал -16"), була випущена в 1967 р. Простота машини, удала конструкція, невисока вартість обумовили її широке застосування.

У 1955 р. був створений Обчислювальний центр Академії наук, призначений для ведення наукової праці в області машинної математики і для надання відкритого обчислювального обслуговування іншим організаціям Академії.

В другій половині 50 - х м.м. у нашій країні було випущено ще 8 типів машин за вакуумно-ламповою технологією. З них найбільш удалої була ЕОМ М-20, створена під керівництвом С. А. Лебедева, що у 1954 р. очолив ИТМ і ВТ.

Машина відрізнялася високою продуктивністю (20 тис. оп/с), що було досягнуто використанням зробленої елементної бази і відповідної функціонально-структурної організації. Як відзначають А.И.Єршов і М.Р.Шур-Бура, "ця солідна основа покладала велику відповідальність на розроблювачів, оскільки машина, а більш точно її архітектурі, стояло втілитися в декількох великих серіях (М-20, ВЕРМ-3М, ВЕРМ-4, М-220, М-222)". Серійний випуск ЕОМ М-20 був початий у 1959 р. У 1958 р. під керівництвом В.М.Глушкова (1923-1982) в Інституті кібернетики АН України була створена обчислювальна машина "Київ", що мав продуктивність 6-10 тис. оп/с. ЕОМ "Київ" вперше в нашій країні використовувалася для дистанційного керування технологічними процесами.

У той же час у Мінську під керівництвом Г.П.Лопато і В.В.Пржиялковского почалися роботи зі створення першої машини відомого надалі сімейства "Мінськ"-1. Вона випускалася мінським заводом обчислювальних машин у різних модифікаціях: "Мінськ-1", "Мінськ-11", "Мінськ-12", "Мінськ-14". Машина широко використовувалася в обчислювальних центрах нашої країни. Середня продуктивність машини складала 2-3 тис. оп/с.[1]

ЕОМ третього покоління

До середини 60-х м.м. були створені більш компактні зовнішні пристрої для комп'ютера, що дозволило фірмі Digital Equipment випустити в 1965 р. перший міні-комп'ютер PDP-8 розміром з холодильник і вартістю всего 20 тис.\$ (комп'ютери в 40-50-х м.м. коштували мільйони \$).

Після появи транзисторів найбільш трудомісткою операцією при виробництві комп'ютерів було з'єднання і спайка транзисторів для створення електронних схем. Але в 1959 р. Роберт Нойс (майбутній засновник фірми Intel) винайшов спосіб, що дозволяє створювати на одній пластині кремєня транзистори і всі необхідні з'єднання між ними. Отримані з'єднання стали називатися інтегральними чи схемами чипами.

Таким чином, елементна база ЕОМ третього покоління - мікроелектроніка, а також застосування інтегральних мікросхем (IC). Інтегральна мікросхема - Функціонально закінчений блок, еквівалентний по можливостях досить складній транзисторній схемі.

Важливим параметром, що визначає рівень складності IC, є ступінь інтеграції $K = \log N$, де N - загальна кількість компонентів (транзисторів, діодів, резисторів),

розташованих на кристалі мікросхеми і неразборно з'єднаних між собою. По величині К цифрові мікросхеми підрозділяють на:

1. Малі ІС (К £ 1)
2. Середні ІС (К £ 2) - СІС
3. Великі ІС (К £ 3) - ВІС
4. Надвеликі (К > 3) - НВІС

Збільшилася швидкодія й оперативна пам'ять, зменшилася споживана потужність, маса, займана площа. Конструкція складається з типових модулів, що забезпечують високу щільність компонування елементів.

Існували ЕОМ єдиної системи - ЄС ЕОМ (ЄС-1010, ЄС-1022, ЄС-1035, ЄС-1045, ЄС-1055, ЄС-1061 і т.д.) і малі обчислювальні машини міжнародної системи - СМ ЕОМ (СМ-4, СМ-1420, СМ-1300, СМ-1800, ТС СМ, СМ-1600, ДВК-2, "Електроніка НЦ -80-20/2", СМ-2М, "Електроніка-60" і ін.)

На базі СМ ЕОМ створені також засоби комплексування (об'єднання) ЄС і СМ ЕОМ - вимірювально-обчислювальні комплекси (ІВК) для автоматизації наукових досліджень, технологічних і інших процесів і установок, автоматизації робочих місць (АРМ технолога, конструктора, проектувальника).

Машини ЄС-1010, ЄС-1022 були малими моделями ЄС ЕОМ, всі інші відносять до великим, універсальним ЕОМ; зі зростанням номера моделі, як правило, росте потужність машини, і поліпшуються техніко-економічні показники (ЄС-1010 - 1 млн. оп/с, ЄС-1022 - 1.3 млн. оп/с).

Всі ЕОМ третього покоління крім елементної бази істотно відрізняються від ЕОМ попередніх поколінь і інших характеристик. Насамперед ЕОМ третього покоління оперують з літерно-цифровою інформацією, визначеної відповідними кодовими таблицями. Одиницею адресації пам'яті є байт, у якому може зберігатися 8-розрядний двоичний код, що представляє собою один алфавітний символ, цифру, знак. Обсяг оперативної пам'яті в ЕОМ третього покоління звичайно вказують у байтах (для ЄС-1022 обсяг оперативної пам'яті 256-512Кбайт; для ЄС-1035 - 512Кбайт; для ЄС-1045 - 4096 Кбайт; для ЄС-1061 - 8192Кбайт).

Ці машини могли об'єднанно виконувати кілька програм. З'являється можливість роботи в режимі поділу часу й у режимі діалогу, з'являються локальні мережі.

У 1968 р. фірма Burroughs випустила перший комп'ютер на ІС, а в 1970 р. фірма Intel початку продавати ІС пам'яті. Надалі кількість транзисторів, що вдавалося розмістити на одиницю площі ІС збільшувалося приблизно вдвічі щороку, що і забезпечувало постійне зменшення вартості і підвищення швидкодії комп'ютерів.[1]

ЕОМ четвертого покоління

Основа ЕОМ четвертого покоління - ВІС (великі інтегральні мікросхеми). У ВІС на одному напівпровідниковому кристалі (кремнієвій пластині) розміщуються до 10^3 схем, еквівалентних по своїх можливостях звичайним ІС. Високий ступінь інтеграції (К £ 3) ВІС сприяє подальшому збільшенню щільності компонування електронної апаратури, підвищенню її надійності, збільшенню швидкодії і зниження вартості.

Швидкодія у великих ЕОМ - кілька десятків мільйонів операцій у секунду. Обсяг оперативної пам'яті - до 16Мб

Високий ступінь інтеграції, досягнутий у ВІС, забезпечив можливість створення нового класу ЕОМ - мікроеом.

З 1982 р. (коли був створений перший мікропроцесор) було створено 4 покоління мікроеом на основі процесорів ДО536, ДО550, ДО588, ДО589 ("Електроніка НЦ -80-20/2", (ДВК-2) "Електроніка-60", "Іскра-226" і ін.).

Обчислювальні машини створювалися спочатку для забезпечення і прискорення саме обчислень. Однак поступово ставало усе більш ясно, що на ЕОМ можна обробляти текстову, графічну, звукову й іншу інформацію.[4]

ЕОМ п'ятого покоління

Основа й елементна база ЕОМ п'ятого покоління - НВІС (надвеликі інтегральні мікросхеми) і оптико-електронні елементи. Для оптичних машин носіями енергії служать не електрони, а фотони, що значно підвищує швидкість передачі сигналів, тому швидкодія цих машин - сотні мільйонів операцій у секунду.

Для перетворення і передачі оптичних сигналів застосовують лазери, проміневі діоди і різні фотоприймачі.

Подальший розвиток одержав процес, що почався в третім поколінні, - зрощування машин і обчислювальних центрів із системами зв'язку, утворення мереж ЕОМ. [1,4]

Поява і розвиток мікропроцесора і персональних комп'ютерів

У 1970 р. був зроблений перший важливий крок на шляху до персонального комп'ютера - Маршиан Едвард Хофф із фірми Intel сконструював ІС, аналогічну за своїми функціями центральному процесору великого комп'ютера.

Так з'явився перший мікропроцесор Intel-4004, що був випущений у продаж у 1971 р. Це був дійсний прорив, тому що мікропроцесор Intel-4004 розміром менш 3-х див був производительней гігантської машини ENIAC. Правда, можливості Intel-4004 були куди скромніше, ніж у центрального процесора великих комп'ютерів того часу - він працював набагато повільніше і міг обробляти одночасно тільки 4 біти інформації (на великих 16 чи 32 біта), але і коштував він у десятки тисяч разів дешевше. Але ріст продуктивності мікропроцесорів не змусив себе чекати. У 1973 р. фірма Intel випустила 8-бітовий процесор Intel-8008, а в 1974 р. - його удосконалену версію Intel-8080, що до кінця 70-х м.м. стала стандартом комп'ютерної індустрії.

Спочатку мікропроцесори використовувалися в різних спеціалізованих пристроях, наприклад, у калькуляторах. Але в 1974 р. кілька фірм оголосили про створення на основі мікропроцесора Intel-8080 персонального комп'ютера, тобто пристроя, що виконує тієї ж функції, що і великий комп'ютер, але розрахованого на одного користувача. На початку 1975 р. з'явився перший комерційно розповсюджуваний персональний комп'ютер Альтаір-8800 на основі мікропроцесора Intel-8080. Цей комп'ютер продавався за ціною близько 500\$. І хоча можливості його були дуже обмежені (оперативна пам'ять 256 байт, клавіатура і монітор були відсутні), його поява було зустрінuto з великим ентузіазмом: у перші ж місяці було продано кілька тисяч комплектів машин.

Наприкінці 1975 р. Підлога Аллен і Білл Гейтс (майбутні засновники Microsoft) створили для комп'ютера "Альтаір" інтерпретатор мови Basic, що дозволило пльзователям достаючно просто спілкуватися з комп'ютером і легко писати для нього програми. Це також сприяло популярності персональних комп'ютерів.

Успіх Альтаір-8800 змусив багато фірм зайнятися виробництвом ПК. Вони стали продаватися вже в повній комплектації (із клавіатурою, монітором).

Росту обсягу продажів дуже сприяли многочисленныепользные програми, розроблені для ділових застосувань. З'явилися і комерційно распространяемыепрограммы, наприклад, програма для редагування текстів WordStar (1978) і табличний процесор VisiCalc (1979). Ці й інші програми зробили покупку ПК дуже вигідними для бізнесу: з їх допомогою стало можливо виконувати бухгалтерські розрахунки, складати документи і т.д. Використання великих комп'ютерів дляєтих цілей було занадто дорогим.

Наприкінці 70-х м.м. поширення ПК привело до деякого зниження попиту на великі комп'ютери і мини-эвм. Це стурбувало фірму IBM (International Business Machines Corporation) - провідної компанії по виробництву великих комп'ютерів. И в 1981 р. новий комп'ютер IBM PC був офіційно представлений публіці і придбав широку популярність (16-розрядний мікропроцесор Intel-8088, 1Мб пам'яті). Через 1-2 року IBM PC зайняв ведуче місце на ринку, витиснувши моделі 8-бітових комп'ютерів.[3]

Висновки

Тепер, простеживши весь процес створення і розвитку обчислювальної техніки, можна сказати, що сучасні обчислювальні машини представляють одне із самих значних досягнень людської думки, вплив якого на розвиток науково-технічного прогресу важко переоцінити. Області застосування ЕОМ безупинно розширюються. Цьому в значній мірі сприяє поширення персональних ЕОМ, і особливо мікроЕОМ.

Комп'ютери починають торкати життя кожної людини. Якщо ви занедужаєте, і якщо вас направлять у лікарню, то, потрапивши туди, ви виявитеся у світі, де від комп'ютерів залежать життєві людей (у частині сучасних лікарень ви навіть зустрінете комп'ютерів більше, ніж самих пацієнтів, і це співвідношення буде згодом рости, переважаючи число хворих). Поступове вивчення комп'ютерної техніки намагаються вводити в програми шкільного навчання як обов'язковий предмет, щоб дитина змогла вже з досить раннього віку знати будівлю і можливості комп'ютерів. А в самих школах (в основному на заході й в Америці) уже багато років комп'ютери застосовувалися для ведення навчальної документації, а тепер вони використовуються при вивченні багатьох навчальних дисциплін, що не мають прямого відношення до обчислювальної техніки. Навіть у початковій школі комп'ютери впроваджуються для вивчення курсів елементарної математики і фізики. Самі мікропроцесори одержали не менш широке поширення, чим комп'ютери - вони вбудовуються в кухонні плити для готування їжі, посудомоечні машини і навіть у годинник.

Робототехніка також являє собою перспективну область застосування комп'ютерів. На промислових підприємствах використовується зараз безліч робототехнічних пристроїв; несподівані і дивні види роботів починають заповнювати і науково-дослідні лабораторії. Існують безліч хірургічних і точних виробничих операцій, що можуть і будуть виконуватися роботами, керованими комп'ютерами (тому що в багатьох випадках роботи справляються з цими діями краще, ніж люди). Але поки комп'ютер уступає людині з погляду творчої діяльності, тому що машина не наділена поки такими якостями, що змогли б їй допомогти створити що-небудь нове, що не введено в її пам'ять самою людиною.

Діод. Тріод. Перфоратор.

Кінець XIX ст. Португальський учений А. ді Пайва та (незалежно від нього) російський учений П.Бахмет'єв висунули принцип послідовної передачі елементів зображення, який пізніше був застосований у телебаченні. В 1884 р. німецький учений П.Ніпков запропонував із цією метою використати спеціальний диск Ніпкова з отворами.

1900 р. Під керівництвом А.Попова було здійснено першу практичну радіопередачу на відстань 47 км (під час рятування броненосця "Генерал- адмірал Апраксін", що сів на каміння поблизу острова Гогланд у Фінській затоці Балтійського моря).

1901 р. Італійський фізик Г.Марконі встановив радіо-зв'язок між Європою та Америкою.

1904 р. Відомий російський математик і кораблебудівник, академік А.Крилов запропонував конструкцію машини для інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Машину було побудовано в 1912 р.

1904 р. Англійський фізик Д.Флемінг одержав патент на електронний двоелектродний прилад для випрямлення коливань - діод.

1906 р. Американські фізики Л. де Форест і Р.Лібен сконструювали трьохелектродний вакуумний прилад - електронний вакуумний триод.

1907 р. Американський інженер Дж.Пауерс сконструював автоматичний картковий перфоратор.

1907 р. Російський учений Б.Розінг оголосив про патент на використання в телебаченні електронно-променевої трубки.

1916 р. Російський винахідник Є.Горін подав у Комітет із технічних справ заявку на "електрофотографічний апарат". Електрофотографія тепер широко використовується в різних галузях інформатики.

1918 р. Російський учений М.Бонч-Бруєвич винаходить ламповий тригер. У 1919 р. (незалежно від нього) такий самий прилад винайшли американці У.Іклз і Ф.Джордан.

Ідея двійкової системи числення. Алгоритмізація.

1920 р. Американський дослідник Ю.Лілієнфельд висловив ідею створення напівпровідникового приладу - підсилювача електричних сигналів.

1928 р. Американський математик Дж.Нейман (народився в Будапешті) сформулював основи теорії ігор, які тепер широко застосовуються в теорії та практиці машинного моделювання складних ситуацій.

1929 р. А.Волков, російський інженер, одержав патент на електронну систему кольорового телебачення.

1931 р. Французький інженер Р.-Л.Валтат висунув ідею використання двійкової системи числення під час створення механічних лічильних засобів.

Середина 30-х рр. XX ст. У результаті розробок В.Зворикіна й Ф.Франсуорта (в США), К.Свінтон (у Великобританії), В.Грабовського, С.Катаєва, А.Константинова, Б.Розінга, П.Тимофєєва, П.Шмакова (у Росії) з'явилися перші системи електронного телебачення.

1928-1933 рр. Англійський інженер-математик Л.Комрі створив лічильні машини для табулювання функцій, обчислив та надрукував семи- й восьми цифрові таблиці тригонометричних функцій із кроком у одну секунду дуги. Його перша різницева машина "Нейши" (1933 р.) табулювала зі швидкістю до 13 знаків.

1932 р. Радянський учений І.Тамм (у майбутньому лауреат Нобелівської премії) увів поняття поверхневих станів напівпровідників - "рівнів Тамма", що мають велике значення для роботи польових транзисторів та інших напівпровідникових пристроїв.

1936 р. Англійський математик А.Тьюрінг та (незалежно від нього) американський математик і логік Е.Пост (народився в Польщі) висунули і розробили концепцію абстрактної обчислювальної машини. "Машина Тьюрінга" - гіпотетичний універсальний перетворювач дискретної інформації, теоретична обчислювальна система. Тьюрінг і Пост показали принципову можливість розв'язування автоматами будь-якої проблеми за умови можливості її алгоритмізації з урахуванням операцій, що виконують автомати.

1936 р. Німецький інженер-кібернетик К.Зюс розпочав роботи зі створення універсальних автоматичних цифрових машин із програмним керуванням на механічних елементах.

1937 р. Американський фізик болгарського походження Дж.Атанасов сформулював принципи автоматичної обчислювальної машини на лампових схемах для розв'язання систем лінійних рівнянь.

1938 р. Американський математик та інженер К.Шеннон (а в 1941 р. російський учений В.Шестаков) показав можливості апарата математичної логіки для синтезу й аналізу релейно-контактних перемикальних схем.

Синтезатор мови. Машини "Белл", "MANIAC", "ЗЮС", "ФАУ", "COLOSSUS-1", "МАРК-1", "EDVAC".

1938 р. Американець Р.Ріш демонструє механічний пристрій, що говорить.

1939 р. Американці Ріш, Дадлі й Уоткінс демонструють на виставці в Нью-Йорку електричну машину, що говорить - синтезатор мови - Вкодер.

1939 р. У США інженером Дж.Стібніцем завершено (розпочату ще в 1937 р.) роботу над релейною машиною фірми "Белл", що виконує арифметичні операції над комплексними числами у двійково-п'ятирковій системі їх подання. Це був релейний інтерполятор, що приводився в дію програмною перфострічкою. У 1944-1946 рр. було створено універсальну обчислювальну машину "Модель У" на 9000 реле, яка відповідала класичній беббіджівській структурі й виконувала операції: додавання - за 0,3 с; множення - за 1 с; ділення - за 2,2 с. Вона надавала змогу обчислювати деякі функції.

1940 р. У США проведено експеримент з керування на відстані обчислювальною машиною "Белл-1", сконструйованою Дж.Стібніцем.

1940 р. Під керівництвом Джона фон Неймана розроблено комп'ютер MANIAC (Mathematical Analyzer Numerical and Computer).

1941 р. У Германії введено в експлуатацію перші в світі універсальні цифрові обчислювальні машини на електромеханічних елементах "Зюс-2" і "Зюс-3".

1942 р. Дж.Стібніц сконструював обчислювальний пристрій з програмним керуванням "Белл-II".

1942 р. Американський інженер-кібернетик Д.Паркінсон сконструював обчислювальний автомат, що (у поєднанні з радарми та зенітною артилерією) використовувався для захисту Лондона від німецьких ракет "Фау-1".

1943 р. Під керівництвом Бістчлі створено перший електронний комп'ютер "Colossus-1".

1944 р. Американський математик Г.Айкен у Гарвардському університеті сконструював автоматичну обчислювальну машину "Марк-1" із програмним управлінням на релейних і механічних елементах.

1944 р. Дж. Еккерт запропонував створити машинну пам'ять на ультразвукових лініях затримки.

40-50-ті рр. Ф.Вільямс, Дж.Форстер, А.Хефа запропонували запам'ятовуючий пристрій на основі електронно-променевих трубок.



MARC-1

1945 р. Джон фон Нейман (див. 1928 р.) розробив концепцію електронно-обчислювальної машини "EDVAC" ("EDVAC" - Electronic Discrete Variable Computer), у пам'ять якої вводяться програми й числа. Саму машину було завершено в 1950 р. Основними елементами концепції були: принцип програми, що зберігається, та принцип паралельної організації обчислень, згідно з яким операції над числом проводяться по всіх його розрядах одночасно.

Перша ЕОМ "ENIAC". Транзистор. Наука кібернетика.

1946 р. Джон фон Нейман, розвиваючи теорію ігор, висунув ідею створення математичної машини, що здатна реалізувати деякі принципи цієї теорії.

1946 р. Американський інженер-електронщик Д.Еккерт і фізик Д.Моучлі сконструювали в Пенсильванському університеті першу ЕОМ "ENIAC" (Electronic Numerical Integrator and Calculator), що призначалася для розв'язування задач балістики. Ця перша електронно-цифрова обчислювальна машина мала майже 20 тис. електронних ламп і 1,5 тис. реле; за 1 с вона виконувала 300 операцій множення чи 5000 додавань багаточислових чисел, споживаючи потужність до 150 кВт.

1947 р. У Дослідницькому математичному інституті Чехословацької академії наук і мистецтв створено проект першої чехословацької ЕОМ.

1947 - 1948 рр. Академік С.Лебедев у Інституті електроніки АН УРСР розпочинає роботу зі створення МЕОМ - малої електронної обчислювальної машини.

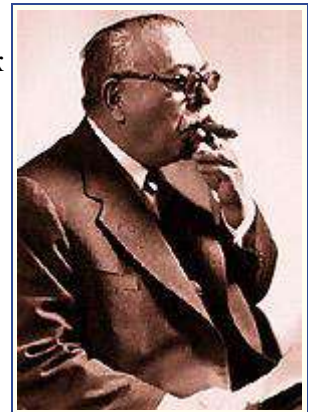
1948 р. Американські фізики Браттейн, Дж.Бардін та У.Шоклі сконструювали транзистор. У 1956 р. їм за цей винахід і за дослідження напівпровідників, розпочаті в 1945 р., було присуджено Нобелівську премію.

1948 р. Створено перший промисловий біполярний транзистор. У 1954 р. у світі випускалося біля 5 млн. транзисторів, а в 1958 р. - 200 млн., у 1963 р. - біля 1,5 млрд. (десь 2500 типів діодів і 300 транзисторів).

1948 р. Американський математик Вінер випустив у світ книжку "Кібернетика, або Керування і зв'язок у тварин", що поклала початок розвитку теорії автоматів і становленню кібернетики - науки про керування й передачу інформації.

1948 р. Американський математик та інженер К.Шеннон випускає книжку "Математична теорія передачі інформації", у якій уводить поняття міри інформації.

1948 р. Математичної теорією передачі інформації займаються російські математики Г.Гільмі, А.Хінчин, О.Колмогоров та ін.



Норберт Вінер

1949 р. В Англії у Кембріджському університеті під керівництвом професора М.Уілкса завершено будівництво першої у світі обчислювальної машини "ЕДСАК" з програмою, що зберігається, та із запам'ятовуючим пристроєм на 512 ртутних лініях затримки, в якій час виконання додавання був рівним 0,07 мс, множення - 8,5 мс.

1949 р. Один із творців теорії інформації, математик У.Уівер указав на те, що методи, які застосовуються у військових цілях для розкриття шрифтів переговорів противника, можуть бути використані для машинних перекладів мов.

Великі інтегральні схеми (ВІС). МЕЛМ. Перша ЕОМ на транзисторах. Мови Фортран, Алгол.

1949 р. У США сконструйовано перші машини-перекладачі з російської мови на англійську.

1950 р. Одержано перші р-п-переходи методом сплавлення.

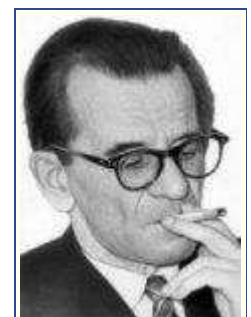
1950 р. Американський учений К.Ларк-Горовиць звернув увагу на можливість радіоактивного нейтронного легірування германію. На початку 60-х рр. цей метод застосовувався до кремнію, на надчистих пластинах якого методом інтегральної технології виготовляються великі інтегральні схеми (ВІС).

1950 р. У Росії створено першу обчислювальну електронну цифрову машину МЕЛМ (мала електронна лічильна машина), тоді найшвидша в Європі.

1951 р. МЕЛМ офіційно вводиться в експлуатацію, на ній регулярно розв'язують обчислювальні задачі. Машина оперувала з 20-цифровими двійковими кодами зі швидкістю 50 операцій на секунду; мала оперативну пам'ять у 100 комірок на електронних лампах. Її сконструював російський академік-кібернетик С.Лебедев (1902-1974).

1951 р. В Англії створено перший промисловий комп'ютер (UNIVAC-1).

1951 р. Г.Хоппер із американської компанії Ремінгтон уводить термін компіляція.



С. Лебедев

1952-1953 рр. Вводиться в експлуатацію БЭСМ-2 (ВЕЛМ-2 - велика електронна лічильна машина) зі швидкістю біля 10 тис. операцій на секунду над 39-цифровими двійковими числами. Оперативна пам'ять на електронно-акустичних лініях затримки - 1024 слова, згодом - на електронно-променевих трубках і пізніше на феритових сердечниках. ЗП складався з двох магнітних барабанів і магнітної стрічки, ємністю більше 100 тис. слів.



ВЕЛМ-2

1952 р. Клод Шеннон сконструював кібернетичну модель, якій дав ім'я давньогрецького героя Тезея. "Тезей" Шеннона являв собою намагнічену сталеву іграшку - мишу, що рухалася по квадратній дошці, розділений на 25 квадратиків довільними перегородками. Керована телефонним реле й магнітом, що міститься під дошкою, миша відшукувала вихід з лабіриту.

1952 р. Американський вчений В.Пфан уперше застосував безтигельне зонне плавлення германію - метод одержання чистих напівпровідників.

1952 р. Інженер із Великобританії Дж.Даммер у Вашингтоні на конференції з елементів електронних схем висунув ідею можливості створення інтегральних схем.

1952 р. Американський учений У.Шоклі висловив ідею використання поверхневих станів напівпровідників для реалізації транзистора.

1952-1953 рр. А.Ляпунов і М.Шура-Бура (російські вчені) запропонували операторний метод програмування.

1953 р. Американці Дж.Форстер і У.Панян запропонували матричну схему організації пам'яті на магнітних сердечниках.

1953 р. В обчислювальних машинах Масачусетського технологічного інституту (США) вперше застосовано "феритову пам'ять".

1953 р. У Москві під керівництвом Ю.Базилевського закінчено розробку серійної ЕОМ "Стрела" і ВЕЛМ - під керівництвом С.Лебедева.

50-ті рр. У Пензі під керівництвом В.Рамеева розроблено серійні ЕОМ серії "Урал", у Єревані під керівництвом Ф.Саркісяна - "Раздан", у Мінську (В.Прижиялковський та ін.) - ЕОМ "Мінськ", а в Києві - "Київ".

1953-1957 рр. Групою під керівництвом Дж.Бейкуса (США) розроблено алгоритмічну мову Фортран - "перекладач формул на машинну мову".

1954 р. Виходить у світ книжка Н.Віннера "Кібернетика й суспільство", в якій виділяється своєрідне авторське бачення філософських і соціальних аспектів нової науки, яку він назвав (як Платон і Ампер) "кібернетика".

1954-1957 рр. Фірмою NCR (США) створено перший комп'ютер на транзисторах NCR-304.

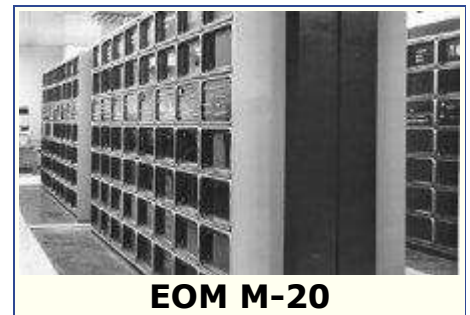
1957 р. Розроблено перший варіант процедурно-орієнтованої алгоритмічної мови Алгол.

***Інтерфейс. Мови Лісп, Кобол. ЕОМ "Дніпро", "Урал", "Мінськ".
Проект обчислювальної мережі Радянського союзу Глушкова.***

1957-1958 рр. У Києві (В.Корольок, Е.Ющенко) розроблено універсальну процедурно-орієнтовану (адресну) мову програмування; в Москві А.Ляпунов зі співробітниками й учнями розробив мову опису операторних схем, створено перші системи автоматизованого програмування. Розпочато роботу з теорії автоматів, штучного інтелекту й дискретного аналізу. Працями академіків І.Гельфанда, А.Дородніцина, М.Келдиша, М.Лаврентева, А.Тихонова та інших розвивається числовий аналіз.

1958 р. Академік В.Глушков висунув ідею створення універсальної керуючої ЕОМ, що має стандартизований інтерфейс з аналоговими пристроями, а також операційну систему реального часу.

50-ті рр. Найпотужнішою ЕОМ 50-х років у Європі була радянська ЕОМ М-20 із середньої швидкістю 20 тис. трьохадресних команд на секунду над 45-цифровими числами з плаваючою комою; її оперативна пам'ять реалізувалася на феритових сердечниках і мала об'єм 4096 слів.



ЕОМ М-20

1958 р. Використовуючи ЕОМ у рентгеноструктурному аналізі, англійський біохімік Дж.Кендрю встановив з колегами просторову структуру міоглобіну.

1959 р. Створено перші інтегровані схеми (США).

Кінець 50-х рр. Дж.Маккарті в Масачусетському технологічному інституті розробляє мову ЛІСП для робіт із проблем штучного інтелекту.

1960-1961 рр. Одночасно в різних країнах розроблено обчислювальні системи з розвиненою мультипрограмною організацією.

1960 р. У США створено мову Кобол - мову, орієнтовану на обробку комерційної інформації.

1960 р. С.Пейперт із колегами з Масачусетського технологічного інституту пропонує мову програмування Лого, за допомогою якої можна керувати "черепашкою" - програмною моделлю малого робота.

1960 р. Розпочато роботи зі створення в різних країнах обчислювальних мереж на основі телефонного зв'язку між ЕОМ.

Початок 60-х рр. Академік В.Глушков сформулював ідею об'єднання автоматизованих систем керування (АСК) різних ланок і рівнів у загальнодержавну автоматизовану систему (ЗДАС). У 1963 р. розроблено ескізний проект ЄДМОЦ - єдиної державної мережі обчислювальних центрів СРСР.

60-ті рр. Розпочалося виробництво ЕОМ другого покоління на транзисторній елементній базі. Для наукових розрахунків створюються ЕОМ середньої потужності: в Москві - М-

220, ВЕЛМ-3, ВЕЛМ-4, у Пензі - "Урал-11", "Урал-14", "Урал-16", у Мінську - "Мінськ-22", "Мінськ-23", "Мінськ-32", у Єревані - "Раздан-2", "Раздан-3".

1961 р. У СРСР створено першу в країні серійну універсальну напівпровідникову ЕОМ "Дніпро-1".

1961 р. Запропоновано систему автоматичного розподілу машинного часу ЕОМ між користувачами за допомогою розгалуженої системи ЕОМ.
(Практично реалізована в 1963 р.)



ЕОМ "Дніпро-1"

1961 р. У продаж надійшла перша, виконана на пластині кремнію, інтегральна схема (ІС), що містить тригер на 6 елементах: 4 біполярних транзистора і 2 резистора. У 1963 р. ІС мала 10-20 елементів, а в 1967 р. - майже 100, до 1970 р. - 1000, до 1975 р. - 30 000, до 1982 р. - 300 000 елементів на кристалі в кілька квадратних міліметрів.

ЕОМ "ВЕЛМ-4", "ВЕЛМ-6". Перший мікропроцесор. ARPANET. ОС UNIX.

1962 р. Випуск ЕОМ ВЕЛМ-4. Швидкість обчислень - 20 тис. операцій в секунду. Оперативна пам'ять - 16384 слів. Зовнішня пам'ять була організована на магнітних барабанах.

1962 р. Кеннет Айверсон створив книжку "A Programming Language" (APL). Мова APL використовувалася для запису алгоритмів. У 1966 р. вийшла перша реалізація APL/360.



ВЕЛМ-6

1963 р. Розпочато серійне виробництво ЕОМ для інженерних розрахунків "Промінь" на Северодонецькому заводі обчислювальних машин.

1964 р. Джон Кемені і Томас Курц з Дармутського коледжа розробили мову програмування - BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code).

1965 р. Під керівництвом С.Лебедєва створено ЕОМ ВЕЛМ-6.

1967 р. Розпочато виробництво ЕОМ "Дніпро-2", розробленої в Інституті кібернетики АН України.

1968 р. Д. Енгельбарт запропонував систему NLS та першу у світі "мишу".

1969 р. Кен Томпсон, програміст з AT&T, розробив операційну систему UNIX. У 1972 р. AT&T розпочала випуск офіційних версій UNIX та продаж ліцензій.

29 жовтня 1969 р. Випробування першої глобальної мережі ARPANet, яка об'єднувала 4 університети.

1970 р. Чарльз Мур з Національної радіоастрономічної обсерваторії в Арізоні (США) розробляє нову мову програмування - Форт (Forth). Також він створює процесор NOVIC RISC.



Документальний ескіз ARPANet

Листопад 1971 р. Вчені Боб Нойс, Гордон Мур та Анді Гроув розробили перший у світі 4-розрядний мікропроцесор Intel 4004.

29 OCT 69	2100	LOADED CP. PROGRAM	SK
		FOR BBN BARKER	
		BBN	
	22:30	Talked to SK	SK
		Host to Host	
		Left up program	SK
		running after sending	
		a host dead message	
		to imp.	

Фрагмент робочого журналу 29 жовтня 1969 р.

1974 р. З'являється перший 8-розрядний процесор Intel 8080. Процесор мав 16-розрядну адресну шину та 8-розрядну шину даних. Тактова частота - 2 МГц.

1974 р. Вінт Серф запропонував змінити назву ARPANet на Internet.

1975 р. Motorola випускає 8-розрядний процесор 6800.

1975 р. Співробітниками факультету обчислювальної техніки Каліфорнійського університету в Берклі була розроблена власна версія UNIX, відома як Berkeley Software Distribution (BSD UNIX).



Перша "миша"

Початок ери Microsoft. EOM Apple, IBM. ОС UNIX, MS-DOS, QNX.

1975 р. Студенти Білл Гейтс і Полл Аллен створюють компанію Microsoft.

1977 р. Apple Computer Corporation пропонує комп'ютер Apple II, з процесором Motorola 6502, 4096 байт оперативної пам'яті з можливістю розширення до 48 Кбайт.

Apple II

1978 р. Intel випускає процесор 8086, який поклав початок сімейству процесорів x86. 8086 мав тактову частоту від 4 до 10 МГц.

1979 р. З'являється і поширюється модель Apple][+ від Apple, яка має 48 Кбайт ОЗП.

1980 р. Розробка компаніями Digital Equipment, Xerox, Intel мережевого інтерфейсу Ethernet.

1980 р. Розроблено нову мову програмування ADA (в пам'ять про Аду Августу Лавлейс). Мову створено у Франції по замовленню американського міністерства оборони, як універсальну мову програмування. Мова включає у себе такі можливості, як системне програмування, паралельність.

1981 р. IBM випускає свій перший персональний комп'ютер IBM Personal Computer (PC), з процесором Intel 8088, CGA-монітором та 640 Кбайт оперативної пам'яті.

1981 р. Компанія Microsoft випускає першу версію MS-DOS.

1981 р. Фірма Compaq випускає перший laptop (портативний комп'ютер).

1981 р. Н.Вірт створює мову Модула-2.

1982 р. З'являється 16-розрядний процесор 80286 від Intel. Новий процесор мав 24-розрядну шину даних, з'явився захищений режим роботи. Математичний сопроцесор був зовнішнім.

1982 р. Компанія AT&T випускає першу комерційну версію UNIX System 3.

1982 р. З'являється ОС QNX від Quantum Software Systems - операційна система, що працює у дійсному часі.

1982 р. Початок випуску робочих станцій фірмою Sun.

1983 р. Розроблено перший стандарт для протоколів TCP/IP.

1984 р. Apple випускає серію комп'ютерів Macintosh на 32-розрядному процесорі Motorola 68000. Це був перший комп'ютер з графічним інтерфейсом.



IBM Personal Computer

EOM IBM AT. Процесори 80286, 80386, Pentium. WWW. Розвиток Internet.

1984 р. IBM випускає нову модель свого комп'ютера IBM PC AT (Advanced Technology) з процесором Intel 80286, кольоровим монітором EGA та диском на 40 МБайт.



1984 р. З'явилась некомерційна комп'ютерна мережа FIDONet. Її створили Т.Дженнінгс та Дж.Меділл.

1984 р. Motorola випускає процесор 68020, який мав 32-розрядну шину даних, тактову частоту від 16 до 33 МГц.

1984 р. Французький математик Ф.Кан заснував компанію Borland Int. і почав продавати компілятор Turbo Pascal.

1984 р. Фірма Microsoft представляє перші версії операційної оболонки Windows.

1985 р. С.Джобс організовує фірму NeXT Computer, яка випускала комп'ютери NeXT. У 1997 р. фірма була куплена Apple Computer.

1985 р. З'явився 32-розрядний процесор 80386DX від Intel, 32-розрядна адресна шина якого дозволяла адресувати до 4 Гбайт оперативної пам'яті.

1985 р. Розробка суперкомп'ютера Cray-2.

1987 р. Початок виробництва ЕОМ ЕС 1766.

1987 р. Випуск IBM PS/2 з операційною системою OS/2.

1988 р. Intel випускає процесор 80386SX з 16-розрядною шиною даних.

1988 р. Motorola випускає 20 МГц RISC-процесор 88000.

1988 р. Фірма Philips розробляє формат інтерактивного компакт-диску (CD-I), призначений для зберігання на одному лазерному диску інтегрованих даних.

1989 р. Тім Бернерс-Лі з CERN запропонував керівництву цього міжнародного європейського наукового центру концепцію нової інформаційної системи, яку назвав World Wide Web (WWW). Свої міркування він переказав у проекті "Гіпертекст", який було направлено до CERN. Він вважав, що інформаційна система, побудована на принципах гіпертексту, повинна об'єднати усю множину інформаційних ресурсів CERN, котра складалась з бази даних звітів, комп'ютерної документації, списків поштових адресів, інформаційної реферативної системи, наборів даних результатів експериментів і т.д. Гіпертекстова технологія повинна була дозволити легко "перестрибувати": з одного документа в інший. У 1990 році ці пропозиції були прийняті і проект стартував.

1992 р. Intel повідомляє про вихід процесорів OverDrive на основі технології подвоєння частоти.

1993 р. Вихід процесора Intel Pentium.

1994 р. Кількість вузлів у Internet дорівнює 3,2 млн.

1995 р. Intel повідомляє про вихід нового процесора Pentium Pro, котрий налічує 5,5 млн. транзисторів і призначений для серверів та робочих станцій.

1995 р. Вихід нової операційної системи Microsoft Windows 95.

1997 р. Вихід процесора Pentium з набором команд MMX.

Питання до самоконтролю:

1. Перші зарубіжні ЕОМ, їх характеристики.
2. Історія розвитку зарубіжної обчислювальної техніки.
3. Машини 1-4 поколінь, їх характерні ознаки.

| Лекції 5-6. Теорія інформації

Як ми зазначали у першій лекції, існує два якісно різних види інформації — докібернетична і кібернетична. Підставою для цієї теорії служить твердження про різницю інформативної природи живої та неживої матерії.

Докібернетичний період.

Згідно з гіпотезою американського дослідника історії походження мови Г. Хьюза, запропонованій у 1973 р., звуковій мові людей передувала мова жестів, яка почала спонтанно виникати 3 млн. років до н. е. Потім мова жестів стала доповнюватися мовою 20...40 звуків. Лише за 100 тис. років до н. е. мова звуків остаточно витіснила мову жестів. Посилено розвиватися звукова мова почала лише останні 100...40 тис. років до н. е.

Першим підтвердженням цієї гіпотези служить те, що мови жестів мавп (шимпанзе використовують 200 жестів, а горили — 1000) і дітей у домовний — „сенсомоторний” — період збігаються.

Друге підтвердження гіпотези було отримано експериментально. Так, коли мавпу навчали мові жестів людини (її навчали так, як навчають глухоніму людину), вона засвоювала близько 500 слів і досягала рівня розвитку п'ятирічної дитини. Мавпа спілкувалася цією мовою з людьми й іншими родичами-мавпами. При цьому мавпа навіть уміла робити узагальнення (на зразок: цитрина й мандарин — цитрусові) та ще й лаятися (так, знаючи слово „сміття”, мавпа вилаяла чоловіка, який роздратував її: „You are a rubbish person” („Ти — сміттєвий (тобто “брудний”) чоловік”).

Писемну мову фіксували на камені, вузликами, на корі, на шкірі тощо.

У найдавніші часи людська пам'ять була єдиним засобом збереження й передачі суспільного досвіду, інформації про події й людей. Історія знає безписемні цивілізації, де величезна кількість необхідної інформації запам'ятовувалася жерцями чи законниками, а на далекі відстані посилялися «живі листи» - гінці. Відомі розповіді мандрівників про племена, у яких старійшини раз у рік вели юнаків у джунглі чи в пустелю, і там із вуст у вуста передавали їм весь досвід племені, що мав був ними засвоєний («чоловіча таємниця»). Правда, досвід цей був досить примітивний, і первісні педагоги для кращого запам'ятовування супроводжували його засвоєння ритмічними танцями й співом. Так було протягом сотень століть.

Якщо перегорнути історію світової літератури, то виявиться, що всі народи так чи інакше пройшли період «усної книги» перш, ніж почали фіксувати інформацію на якомусь матеріалі. Так, поеми «Іліада» і «Одиссея», в яких було втілено весь духовний і матеріальний світ древньої людини, включаючи, наприклад, військову тактику, технологію виготовлення бронзової зброї, вперше були записані в Афінах близько 510 р. до н.е. після того, як вони протягом століть поширювалися усно. Аеди та рапсоди співали їх на народних святах. Запам'ятовувати багатотисячні рядки було важко, і розповідачі використовували стрічечки чи вузлики, що допомагали їм. В індіанців Південної Америки це називалося квіпу (кіпу) — вузликове письмо. Подібним до нього було мушлеве письмо північноамериканських індіанців. Носіями ідей і понять у мушлевому письмі і вузликовому служать колір, форма, взаємне розташування й кількість ниток, вузлів і мушлів. Вузликове письмо відноситься до так званого умовного чи речового письма, під яким мається на увазі спілкування людей за допомогою різних предметів. З розширенням кругозору древньої людини й ускладненням його діяльності, у людській пам'яті з'явилися інші помічники: різного роду зарубки, вузлики, нарешті, малюнки.



Дослідники знаходять у печерах і на скелях зображення, зроблені рукою первісної людини, які зафіксували його знання про навколишній світ, життя та природу. Це були перші спроби передачі в малюнку певної інформації. Так, в Ірані на скелі Бегістун над караванним шляхом зображена картина: перський цар у короні, над ним розпростер крила бог Ормузд, у ніг царя тягнуться колони полонених із мотузками на шиях. Так було зображено перемогу Дарія I над заколотниками у 521 р. до н.е. Цар

повелів висікти це над караванним шляхом для того, щоб каравани рознесли звістку про його перемогу по усьому світу. Це один із найяскравіших зразків піктографічного письма. В піктографічному (від лат. *pictus* – мальований та *grapho* – пишу) письмі інформація передається за допомогою зображень (малюнків) людей і предметів. Це письмо було широке поширене у народів Північної Америки, Західної Африки, Півночі СРСР. Для піктографії не потрібна абетка, потрібно лише досить схоже зображувати предмети та ситуації (людину, човен, полювання). Етап малюнково-смыслових комбінацій пройшли мови багатьох найдавніших народів (шумери, єгиптяни, китайці, індіанці, майя), перш ніж знайшли писемність.

Сьогодні піктографія існує, бо певна частина інформації передається засобами малюнкової символіки. Герби держав, міст, товариств, виробничі емблеми, рекламні та дорожні знаки, релігійні та наукові символи - усе це піктографія, що діє за принципом: один образ, одна думка. Так, якщо на вікні магазину зображено черевики – там продають чи ремонтують взуття. Деякі піктограми розраховані на іноземців, які не знають мови: якщо біля кнопки дзвінка зображено фігурку офіціанта – виклик офіціанта тощо.

З часом у рабовласницькому суспільстві з його розвинутою політичною ієрархією, технікою обробки землі, ремісничим виробництвом піктографічне письмо вже не задовольняло потреби культури. Воно поступово трансформувалося в ідеографічне письмо, в якому кожен знак виражав окремі поняття й ідеї або міг розвивати, пояснювати зміст інших знаків. В ідеографічному письмі інформація передається за допомогою поєднання символів (ідеограм), кожний з яких позначає певне поняття чи слово. Ідеографічне письмо — це складна й розвинута система писемності, що виникла в державах стародавнього Сходу. Найвідомішими були: єгипетське письмо, шумерський й асиро-вавилонський клинопис, хетські ієрогліфи, письмо ацтеків та майя. До ідеографічної системи письма належить китайська і японська ієрогліфічна писемність. У Шумері, Вавилоні, Ассирії писали тригранними гострими паличками на сирій глині. Кожен штрих був схожий на маленький цвях чи кілочок. Тому і писемність цих народів називається клинописом.

Для того, щоб ідеографічне письмо було ефективним засобом передачі інформації, кожний його морфемі має відповідати індивідуальний письмовий знак. Досить легко вирішувалося питання з конкретними поняттями, які мали конкретні риси – гора, сонце, луна, людина тощо. Складності були при передачі абстрактних понять.

Мистецтво письма, як і вся давня система знань Сходу, знаходилася в руках жерців. Недарма слово «ієрогліф» означає «різьблення жерців». Щоб стати освіченою людиною, потрібно було знати кілька сотень, а то й тисяч ієрогліфів, і грамоті вчилися багато років. З часом, із розвитком цивілізації та секуляризації культури ієрогліфічне письмо змінилося, відбулося спрощення знаків - «графем», що привело до створення демотичного (народного) письма, у якому кількість графем значно скоротилася.



Знайдений у Єгипті в 1799 р. «Розетський камінь» із написом на честь царя Птолемея і його дружини Клеопатри дозволив французькому історикові Ф.Шампольону встановити, що текст, висічений єгипетськими ієрогліфічними та грецькими письменами, містив буквені знаки, що являли собою вже не окремі графеми, а єдиний алфавіт.

У 1929 р. при розкопках зниклого в XIII ст. до н.е. древнього міста Угарит були знайдені рештки клинописного алфавіту з 22 знаків, що позначають окремі букви. Сам винахід угаритської писемності датується істориками XIV ст. до н.е. Це найперший відомий нам буквенний алфавіт. Егейські племена, що знищили Угарит, запозичили ідею алфавіту і передали її кріто-мікенцям та грекам.

На основі давньоєгипетського демотичного письма, універсального у вживанні, виник у X ст. до н.е. давньогрецький алфавіт, що став родоначальником усіх алфавітів світу.

Алфавітне письмо виникло близько XII ст. до н.е. у Фінікії — торговельній рабовласницькій державі стародавнього Сходу, розвиток морської торгівлі та господарства якої поставив питання про створення писемності, якою можливо оволодіти в мінімальні терміни. Створенню алфавіту Фінікії передував, поза сумнівом, тривалий етап еволюції й взаємодії різних систем письма, окремі елементи якого увійшли до алфавіту Фінікії - єгипетських ієрогліфів (серед яких були й алфавітні знаки), клинопису Ассирії, складового кіпрського й кріто-мікенського письма. Використавши окремі алфавітні знаки цих систем письма, фінікійці створили алфавітне письмо з 22 простих знаків.

З алфавіту Фінікії з часом (VII ст. до н.е.) склався арамейський алфавіт, який не тільки сприяв створенню у сусідніх народів самостійних алфавітів: сірійський, старосврейський, арабський та ін., але й, тріумфально перетнувши гори й пустелі, з'явився на просторах Монголії й Маньчжурії, народи яких вирішили скористатися саме ним, відкинувши більш близькі китайські ієрогліфи. Від цього ж кореня походять, як припускають, і всі індійські алфавіти.

Особливістю вимови в семітських мовах є відсутність голосних. Усі голосні в них замінювалися одним «алеф». При переході алфавіту до народів, які мали повноголосся, для голосних звуків винаходилися спеціальні букви. В X ст. до н.е. алфавітне письмо з Фінікії було перенесено до Греції. Греки пристосували алфавіт Фінікії до звуків своєї мови та додали до нього кілька нових букв для передачі голосних. У VI ст. до н.е. через етрусків західногрецька система письма стала основою для створення латинського алфавіту. Давньогрецька, етруска, латинська мови мали вже алфавіти з 24 букв.

У язичницькі часи слов'яни мали письмо, що отримало назву «черты и резы». Про це відомо з «Оповіді про письменна слов'янські», складеного в X ст. болгарським ученим ченцем Храбром, а також із цілого ряду свідоцтв арабських мандрівників X—XI ст. (Ібн-Ель-Неддіма, Аль-Массуді та ін.). У тексті договору Олега 911—912 рр. з греками вказується, що давня «дружба» між християнами-греками і язичницькою Руссю «неодноразово» була підтверджена «не тільки словом, але і писанням». Тому ми можемо сміливо припустити, що слов'яни тих часів (VI-VII ст. н. е.) уже мали певну форму писемності.

З історичних джерел відомо про існування на слов'янській території двох слов'янських азбук — кирилиці й глаголиці. По накресленню літер глаголиця - більш складне письмо, ніж кирилиця і, як вважають вчені, більш давнє алфавітне письмо слов'ян, що виникло саме з оригінальних «черт и резов».

Згодом, із прийняттям християнства, слов'яни почали використовувати для передачі звуків своєї мови букви латинського й грецького алфавітів. Проте за допомогою латинських і грецьких букв було досить складно, а то і неможливо передати більшість із слов'янських звуків, наприклад, шиплячі приголосні (ш, щ, ч), носові голосні («ять») тощо.

Удосконалене слов'янське алфавітне письмо з'явилося в середині IX ст. Його творцями вважаються два грецьких ченці Кирило й Мефодій, які займалися розповсюдженням християнства в Моравії. Є підстави припускати, що Кирило і його брат скористалися для створення нового, більш зручного алфавіту, буквами глаголиці для позначення слов'янських звуків, відсутніх у грецькій мові (ж, ч, ш, у, ь та ін.).

В цілому ж, кирилиця близька по накресленню літер до букв грецького алфавітного письма. Як письмо достатньо просте й зручне, кирилиця незабаром скрізь витіснила глаголицю, що подекуди збереглася у слов'ян Далмації.

Протягом усієї історії людства різні системи закріплення інформації на письмі співіснували і, розвиваючись, взаємно впливали одне на одне. Сьогодні народи світу вживають близько 8000 алфавітів та їх варіантів, пристосованих до різних мов і діалектів. Найрозповсюдженими вважаються алфавіти на латинській основі (26 букв). Вносяться різні пропозиції щодо створення всесвітнього алфавіту (есперанто).

Дослідження інформації розпочалося з виникнення телеграфу й дослідження проблем передачі повідомлень у ньому.

Сучасна теорія інформації виникла на основі математичної теорії зв'язку.

Мандруючи в 1832 р. через океан, Самюель Морзе розпочав створення першого телеграфного апарата. У першому варіанті на паперову стрічку виводились крапки й тире, які позначали слова із заздалегідь складеної таблиці дозволених для передачі слів (1837 р.). Це був однополюсний телеграф (струм є або нема).

У 1839 р. Морзе у сумісній роботі з Альфредом Вайлем відмовився від цього методу й запропонував той спосіб, який тепер називають азбукою Морзе. Тут букви позначають крапками, тире й паузами між ними (тире дорівнює тривалості трьох крапок). Пауза позначалася відсутністю струму, а крапки й тире — короткими й довгими імпульсами струму.

Коди літер були нерівновеликі, тобто чим частішою була літера, тим коротшим був її код (це вело до скорочення часу передачі повідомлень). Частоти визначалися на основі кількості літер у набірних касах.

У 1843 р. уряд США прийняв рішення про встановлення телеграфного зв'язку між Вашингтоном і Балтимором. Виявилося, що прокладання кабелю під землею та під водою веде до того, що сигнали можуть зливатися чи змінюватися (наприклад, крапка — на тире). Тому для прокладання було обрано стовпи, на які підвішували кабель.

На кабель, як виявилося, впливає магнітне поле Землі, яке викликає в ньому певні „паразитні” струми. Такі струми було пізніше названо шумами.

Пізніше телеграф удосконалили, а саме — його зробили двохполюсним: струму нема, стум іде в одному напрямі або в протилежному напрямі.

У 1855 р. особливості передачі сигналів розрахував Вільям Томсон (лорд Кельвін).

У 1874 р. Томас Едісон використав не тільки два різні напрями струму, а й додав до кожного напрямку два різні значення. Але це вело до того, що ці значення стало важче розрізняти.

Нова хвиля досліджень розпочалася після винаходу в 1875 р. Олександром Грехемом Беллом телефону.

Великий вклад у проблему передачі сигналів зробив відомий математик Жозеф Фур'є, який запропонував математичний апарат для дослідження накладання сигналів один на одного (враховувалася амплітуда коливань, їх частота). Крім нього, проблемами передачі сигналів каналами електричного зв'язку займалися також відомі математики Анрі Пуанкаре, а також американський математик Гаррі Найквіст (у 1924 р. опублікував

одну з базових статей, де показав, як залежить швидкість передачі від кількості значень у сигналі). Найквіст також встановив, як правильно визначити максимально можливу швидкість передачі сигналів по каналу за 1 с.; він вказав, як правильно одночасно передавати по одному каналу і телеграфні повідомлення, і телефонні розмови; вказав, як залежить швидкість передачі від ширини діапазону використовуваних частот; вказав на наявну надлишкову складову в сигналі.

У 1928 р. американський дослідник Хартлі опублікував роботу „Передача інформації”. Він першим показав, що кількість інформації в повідомленні H дорівнює

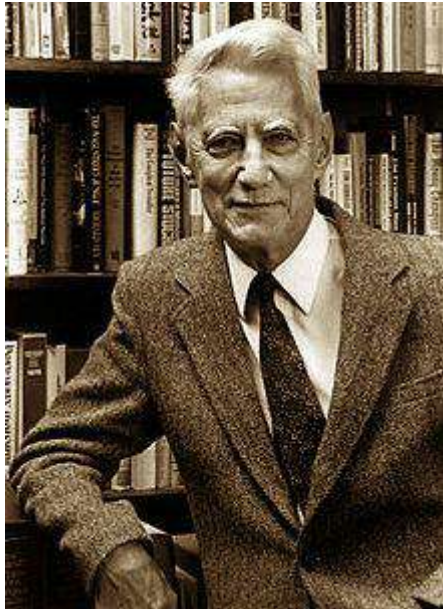
$$H = n \log_2 s,$$

де n — кількість вибраних символів, а s — кількість різних символів у наборі, з яких роблять вибір. Ця формула справедлива тоді, якщо вибір символів рівноімовірний.

Під час II світової війни роботи в ділянці передачі інформації було перервано. Але з’явилася нова група задач: як по електричному сигналу від радіолокатора визначити, в якій точці через певний час буде літак, що зараз має якісь певні координати? Цю задачу вирішили російський математик А. Колмогоров і Н. Вінер (автор книги „Кібернетика”, 1948 р.).

Кібернетичний період.

Етап класичної імовірнісної теорії інформації К. Шеннона.



У час війни проблемою передачі інформації займався ще один відомий математик — Клод Шеннон. Він займався дослідженням того, якого типу сигнали потрібно посилати, щоби краще передати повідомлення певного типу по заданому каналу з шумами. Таким чином, було поставлено проблему ефективного кодування й надійного отримання повідомлення. Так виникла класична (імовірнісна) теорія інформації. У повному викладі основні положення цієї теорії було опубліковано в 1948 р. у двох статтях.

Основні постулати теорії Шеннона такі. Повідомлення (точніше, їх коди) надходять з джерела інформації через канал зв’язку до приймача інформації. Ці повідомлення змінюють систему знань (тезаурус) приймача, зменшують рівень його розмаїття, невизначеності, який вимірюється ентропією. Ентропія системи повідомлень визначається їх вірогідностями як середнє значення логарифмів величин, які є зворотними до цих вірогідностей. Виміряти середню кількість інформації можна по зменшенню ентропії сприймача у результаті зміни його уявлень. До речі, звідси й приходить одиниця виміру інформації. Вона визначається кількістю інформації про те, яка з двох однаково вірогідних подій реалізувалася і називається “біт” (початок і кінець англійського словосполучення binary digit (бінарний розряд). Теорія інформації знайшла розвиток у кібернетиці. Саме за допомогою теорії інформації вдалося науково довести загальновідомий принцип кібернетики про те, що розмаїття системи управління має бути не нижче розмаїття об’єкта, який керується цією системою.

Етап виникнення алгоритмічної та семантичної концепцій теорії інформації (А. Колмогорова, Р. Карнапа й І. Бар-Хіллела).

Як виявилося, теорія інформації К. Шеннона фактично стосувалася лише передачі сигналів у технічних каналах зв’язку, а тому до другого значення слова інформація („знання”) вона мала доволі опосередковане відношення. Тому науковці вели дослідження для подолання вказаного недоліку. Результатом цих досліджень стало виникнення ще двох концепцій теорії інформації.

Перша з цих двох концепцій була опублікована в 1953 р. дослідниками Р. Карнапом та І. Бар-Хілелом. Ця концепція була названа семантичною, оскільки передбачала визначення кількості інформації у твердженнях — конструкціях математичної логіки.

Друга концепція була опублікована в 1965 р. відомим російським математиком А. Колмогоровим. Вона отримала назву алгоритмічної, оскільки передбачала визначення кількості інформації на основі програми (і, відповідно, алгоритму), яка перетворює один об'єкт в інший.

Етап застосування теорії інформації в різних галузях науки й мистецтва.

У період 50–70-х років почалося широке застосування класичної теорії інформації в найрізноманітніших галузях науки й техніки.

Якщо застосування класичної теорії інформації в техніці давало позитивні результати, то застосування її в науці (наприклад, лінгвістиці, психології, мистецтві тощо), як правило, давало негативні результати, оскільки не враховувалося основне — значення знаків (наприклад, слів).

Результатом стало те, що сам автор імовірнісної теорії інформації К. Шеннон назвав роботи із застосування створеної ним концепції теорії інформації до мови, психіки людини, творів мистецтва — необґрунтованим, а дослідників, які намагалися це зробити — „бандвагоном”.

Етап застосування теорії інформації в кібернетиці й промисловості (зв'язку).

З 80-х років 20-го ст. починає широко розвиватися комп'ютерна (цифрова) мережа каналів зв'язку. На якісно новий рівень виходять канали телефонного зв'язку (вони також стають цифровими). Все це дає широке поле для застосування класичної теорії інформації К. Шеннона в техніці.

Новітні концепції теорії інформації.

Незважаючи на широке застосування класичної теорії інформації, проблема інформації як знань залишається невирішеною. Тому науковці продовжують свої дослідження. У цьому напрямі йде ціла низка досліджень, виконаних на основі алгоритмічної теорії інформації.

Методологічні засади теорії інформації

На сучасному етапі теорія інформації містить такі розділи як: аксіоматична база; принципи вимірювання кількості інформації; кодування інформації; передача інформації.

Інформація пов'язана з процесами керування в кібернетичних системах. Найперше вкажемо, що інформація є лише там, де є процеси керування, а, отже, керуючі системи. Там, де керуючих систем нема (наприклад, у неживій природі), інформації не існує. Тому відбиток коліс автомобіля на ґрунтовій дорозі — це лише відображення, але не інформація (інформацією цей відбиток може бути лише для керуючих систем — живих істот, комп'ютерів тощо).

Кібернетична система містить: керуючу підсистему й керовану підсистему.

Керуюча підсистема передає керованій підсистемі певну інформацію, що реалізується у вигляді сигналу чи їх ланцюжків (повідомлення). Керована підсистема здійснює зворотний зв'язок, надсилаючи керованій підсистемі свою реакцію — інформацію (повідомлення) про свій стан (змінений чи такий, що й був до передачі інформації керуючою підсистемою). Відповідно, керуюча підсистема повинна враховувати інформацію, надіслану в зворотному зв'язку, й при потребі повинна вносити зміни в ті сигнали, що надсилаються керованій підсистемі.

Кібернетична система містить: пристрої для збору інформації; пристрої для кодування/декодування інформації; пристрої для передачі інформації; пам'ять для зберігання інформації.

Виділяють так основні види керуючих систем: механічні; електричні; електронні (комп'ютерні); біологічні (в тому числі людина); соціальні.

Класична схема передачі повідомлення.

Джерело інформації — безпосередньо генерує інформацію. Джерелом інформації може, наприклад, бути: людина, точніше — її мозок; комп'ютер космічного корабля, що посиляє сигнали з поверхні Місяця; комп'ютер, що автоматично генерує листи-відповіді на серверах електронної пошти тощо.

Передавачем інформації можуть бути органи мовлення людини (голосові зв'язки, ротова й носова порожнини, язик, зуби, губи тощо). Передавач інформації виконує функцію кодування інформації (перетворює інформацію в коливання повітря) й передає її в канал зв'язку.

Передача інформації відбувається у формі окремих сигналів. Сигнал — це зміна стану речовини чи поля, що передається на певну віддаль. Сигнал може бути електричний, хімічний, механічний, аудіальний, візуальний, гравітаційний тощо. У порівняно простих кібернетичних системах ланцюжки сигналів безпосередньо утворюють повідомлення, а в складніших — об'єднуватися в образи, з яких складаються повідомлення. Образ — це множина вхідних сигналів, що відображають один фрагмент світу й записані в сенсорну пам'ять скануючого пристрою кібернетичної системи.

Канал передачі інформації — це речовина або поле, які під впливом зовнішніх факторів можуть змінювати свої фізичні властивості в часі чи просторі. Канал зв'язку має вхід і вихід. У каналі зв'язку на сигнал впливають шуми, які частково спотворюють цей сигнал. Тому отримувач інформації може отримати не той сигнал, який передало джерело інформації.

Приймач інформації виконує такі функції: отримує повідомлення, для чого потрібні певні запам'ятовуючі пристрої для нагромадження сигналів, та проводить її розкодування (наприклад, перетворює коливанням повітря в певні біофізичні сигнали, присвоює їм певні звуки мови, а звукам — слова тощо). Приймачем інформації в людини є, наприклад, органи слуху, зору, нюху, смаку, тактильні аналізатори.

Отримувач, одержавши розкодоване повідомлення (слова), зіставляє сигнали з наявними у нього образами, групує ці образи й у такий спосіб отримує з них певну інформацію. У людини отримувачем інформації є мозок.

Аксіоми, закони, визначення й одиниці вимірювання інформації.

Аксіоми. Аксіоматична база сучасної теорії інформації поки що несформована. Річ у тім, що кожна її концепція може висунути свою множину таких аксіом.

Проте, незважаючи на різні підходи до формування такої аксіоматичної бази, можна було б, на нашу думку, сформулювати такі аксіоми, що не залежать від різних концепцій.

Аксіома 1: інформація має ідеальний характер. Проілюструвати цю аксіому можна в такий спосіб. Колись відомий письменник Б. Шоу наводив такий приклад: коли в когось є яблуко, й він передає його іншому, то після цього яблука в нього вже немає; коли в когось є якась думка [тобто інформація], й він повідомляє її іншому, то після цього ця інформація є вже у двох. Від себе додамо, цю думку можна повідомити не одному, а безконечній кількості отримувачів інформації. Якби інформація була матеріальним об'єктом, як яблуко, її можна було б передати лише одній людині; той факт, що інформацію можна передати безконечну кількість разів, підтверджує, що інформація має ідеальний характер.

Аксіома 2: інформації зберігається і передається тільки на матеріальному носії. У наш час інформація передається або на матеріальних носіях (раніше — на камені, корі, вузликах тощо; зараз — на папері, дисках тощо) або коливаннями поля

(електромагнітного, гравітаційного тощо). Наприклад, одна людина передає інформацію іншій у разі використання усної природної мови за допомогою коливань повітря. Іншого способу людство не виявило.

Аксіома 3: інформація існує тільки в кібернетичних системах. Якщо немає процесу керування, а, отже, кібернетичної системи, то інформації не існує. Наприклад, сам по собі відбиток шини автомобіля на розмитій польовій дорозі є лише відображенням, а не інформацією. Інформацією це відображення може стати лише тоді, коли його сприйматиме якась кібернетична система, наприклад людина. Це зовсім не заперечує того, що в неживій природі не передається інформація, як наприклад, у різних видах механічних систем, тих же ж двигунів.

Аксіома 4: чим менша імовірність якоїсь явища, тим більше інформації воно несе, і навпаки. Розглянемо два повідомлення: 1) громадянин N прокинувся о восьмій годині ранку й побачив поруч зі собою будильник; 2) громадянин N прокинувся о восьмій годині ранку й побачив поруч зі собою слона. Інтуїтивно зрозуміло, що друге повідомлення несе значно більше інформації, ніж перше, оскільки імовірність його появи вкрай мала. Ця аксіома лежить в основі такого добре відомого правила працівників ЗМІ, які всі найбільш сенсаційні події виносять або на початок передач, або на першу сторінку видань.

Хоча описані нижче концепції теорії інформації базуються на зовсім різних принципах вимірювання кількості інформації в повідомленнях, проте всі вони враховують закономірність, сформульовану у четвертій аксіомі теорії інформації, вказаній вище.

Закони. Закон 1: на отримання інформації кібернетична система повинна затратити певну кількість енергії. Для отримання інформації слід витратити енергію, кількість якої для кожної керуючої системи є обмеженою. Так, за наявними даними, для отримання одного біта інформації теоретично потрібно затратити 0,693 кТ дж енергії (на практиці ці затрати завжди значно більші). Якби керуючі системи мали або надзвичайно довгі за місцем у пам'яті (як екстремум — безконечні) або довготривалі в часі (як екстремум — безконечні) програми розпізнавання, то вони або не змогли б функціонувати, або завжди опинялись би в стані поразки, що визначає саму можливість їх функціонування. У біологічних системах цьому протидіє інстинкт самозбереження.

Сформульований принцип не заперечує того, що в різних системах програми розпізнавання одного й того ж образу можуть мати відмінні довжину та час виконання.

Закон 2: будь-яка інформація впливає на її отримувача. Вплив може реалізуватися різними шляхами: а) шляхом запам'ятовування інформації і її використання у наступних діях кібернетичної системи в тому випадку, коли ця інформація стає цінною щодо життєдіяльності системи; б) шляхом забування цієї інформації (стирання з пам'яті).

Якщо інформація не впливає в даний момент на отримувача, то вона обов'язково вплине тоді, коли виникне ситуація її недостатності (про недостатність див. нижче).

Визначення інформації.

Традиційно під інформацією (від латинського informatio — роз'яснення, виклад, обізнаність) розуміють “одне з найзагальніших понять науки, яке означає певні відомості, сукупність якихось даних, знань і т. ін.” Проте очевидно, що таке визначення не можна сприймати як наукове, оскільки воно містить явну логічну помилку (визначення невідомого через невідоме), визначення інформації через відомості, дані, знання, що також вимагають визначень (пов'язані з цим помилки див. у будь-яких тлумачних словниках).

Даючи визначення інформації, найперше потрібно враховувати, що воно повинно охоплювати всі можливі типи кібернетичних систем. Тому запропонуємо визначення цього терміна, а далі перевіримо його на низці прикладів із різними кібернетичними системами — від найпримітивніших (механічних) до найскладніших (людини).

Отже, враховуючи пов'язаність інформації з поняттям знятої невизначеності (ентропії), дамо їй таку дефініцію: інформація — це знята невизначеність, яку кібернетична система у своїй пам'яті декодує та зберігає. Тут невизначеність — це стан,

коли кібернетична система повинна отримати інформацію (сигнал), але час його надходження або його зміст в цей момент часу є невідомими.

Перевіримо це на прикладі з механічною системою (наприклад, паровий двигун). Справді, в керованій підсистемі приймач інформації перебуває в стані невизначеності й очікує надходження сигналу, що несе лише один біт інформації. Після надходження певного сигналу інформація про нього передається в керовану підсистему, невизначеність приймача зникає, і він знову переходить у стан невизначеності до моменту надходження нового сигналу. При цьому інформація зберігається в пам'яті підсистеми лише на час передачі інформації (після передачі інформації вона стирається). Отже, такі системи мають лише короткочасову пам'ять, в якій сигнал запам'ятовується лише на час передачі інформації.

Складніші типи систем (наприклад, клітини, електронні мікросхеми — чіпи) можуть отримувати не тільки один конкретний сигнал, а й цілі їх ланцюжки (значно більшу, ніж біт кількість інформації — десятки чи сотні біт інформації). При цьому, оскільки такі системи вже володіють довгочасовою пам'яттю, то така невизначеність вже відображається, тобто з короткочасової може передаватися в довгочасову пам'ять. Тому стосовно таких систем можна вже говорити, що для них знята невизначеність (сигнал, що несе лише один біт інформації) фактично є групою сигналів, тобто відображеною різноманітністю. Отже, можна сказати, що для такого типу систем інформація — це відображена різноманітність, яку кібернетична система в своїй пам'яті декодує та зберігає.

Ще складніші типи систем (наприклад, сучасні комп'ютери, біологічні системи — тварини, люди) можуть сприймати й опрацьовувати не тільки групи сигналів, а й цілі їх комплекси. Для таких систем сигналами (відображеною різноманітністю) стають образи, що містять уже тисячі, десятки чи сотні тисяч біт інформації. Такі сигнали (образи) опрацьовуються в спеціальному підвиді короткочасової пам'яті — сенсорній вже за зовсім іншим принципом (наприклад, як у нейрокомп'ютерах). При цьому процедура декодування сигналу перетворюється в значно складнішу процедуру — розпізнавання образу. Отже, для складних типів систем інформація — це відображені образи, які кібернетична система в своїй пам'яті розпізнала та зберігає.

Звертаємо тут увагу на дві особливості. Перша та, що нерозпізнані образи інформацією не є (вони залишаються лише тлом (фоном) в органах сприйняття системи). Друга особливість та, що не всі образи мусять бути відображеними. Річ у тім, що складні системи, як наприклад людина, можуть самогенерувати образи, які можуть і не бути відображенням реального світу (наприклад, людини в стані галюцинацій може генерувати такі образи). Очевидно, що такі образи також несуть певну інформацію.

Повертаючись до поданого вище псевдовизначення інформації як відомостей, даних, знань тощо, тепер можна сказати, що в отриманій інтерпретації (інформація як образ) вона вже збігається з поданим псевдовизначенням. Справді, відомості, дані й знання можна передати за допомогою ланцюжків образів, якими є, наприклад, знаки, хоча б ті ж лінгвістичні — слова.

У наш час теорія інформації в основному займається тим значенням, яке базується на понятті „знята невизначеність”. На друге значення цього терміну („відомості, знання”) спрямовано багато сучасних досліджень, проте вагомих результатів у цьому напрямі поки що немає. Запропонований вище підхід може бути одним з можливих підходів до розв'язання цієї проблеми.

Одиниці вимірювання кількості інформації.

У літературі вказують, що одиницею вимірювання інформації є біт. При цьому йому дають таке визначення: біт — це кількість інформації, яку отримує кібернетична система на запитання, що передбачає лише два можливі варіанти відповіді [так (1) або ні (0)]. Типовим прикладом може служити запитання: “Ви вмієте їздити автомобілем?”. Варіантів відповіді може бути лише два: так (1) або ні (0).

Питання до самоконтролю:

1. Історія розвитку теорії інформації.
2. Вклад К. Шеннона в розвиток теорії інформації.
3. Розвиток теорії стиску інформації.

Лекція 7. Історія розвитку кібернетики

Кібернэтика ([англ.](#) *cybernetics*, [нім.](#) *Kybernetik*) — [наука](#) про загальні принципи управління в різних системах: [технічних](#), [біологічних](#), [соціальних](#) та ін.

Інше визначення (Глушков) — наука про загальні закони одержання, зберігання, передавання й перетворення інформації у складних системах управління.

Слово «кібернетика» ([грец.](#) *мистецтво керманича*) вперше вжив як термін для управління в загальному розумінні давньогрецький філософ Платон. Кібернетика як наука виникла лише в 40-х роках XX століття. У 1948 році з'явилася перша праця, присвячена питанням кібернетики — «Кібернетика, або управління і зв'язок у тварині і машині». Автор її — відомий американський учений Норберт Вінер. Видатний французький вчений Ампер запропонував називати кібернетикою науку про управління людським суспільством.

Основний об'єкт дослідження кібернетики — кібернетичні системи, які розглядаються абстрактно, незалежно від їх матеріальної природи. Приклади кібернетичних систем — [автоматичні регулятори в техніці](#), ЕОМ, людський [мозок](#), біологічні популяції, людство. Кожна така система є множиною взаємопов'язаних об'єктів (елементів системи), які здатні сприймати, запам'ятовувати та переробляти інформацію, а також обмінюватися нею. Початком історії кібернетики вважають [1947](#) р. — рік виходу в світ книги Н. [Вінера](#) «Кібернетика». Сучасна кібернетика складається з ряду розділів, які є самостійними науковими напрямками. Застосування кібернетичного методу досліджень до різного роду систем привело до виникнення таких галузей, як технічна, економічна, біологічна, медична кібернетика тощо. Теоретичне ядро кібернетики утворюють [теорія інформації](#), [теорія алгоритмів](#), [теорія автоматів](#), [дослідження операцій](#), [теорія оптимального управління](#), [теорія розпізнавання образів](#). Кібернетика розробляє загальні принципи створення систем управління і систем для автоматизації розумової праці. Основні технічні засоби для вирішення завдань кібернетики — [ЕОМ](#).

Штучний інтеле́кт ([англ.](#) *Artificial intelligence*, *AI*) — розділ [комп'ютерної лінгвістики](#) та [інформатики](#), що займається формалізацією проблем та завдань, які нагадують завдання, виконувані людиною. При цьому, у більшості випадків [алгоритм](#) розв'язання завдання невідомий наперед. Точного визначення цієї науки немає, оскільки у [філософії](#) не розв'язане питання про природу і статус людського [інтелекту](#). Немає і точного критерію досягнення комп'ютером «розумності», хоча перед штучним інтелектом було запропоновано низку гіпотез, наприклад, [тест Тюринга](#) або [гіпотеза Ньюела-Саймона](#). Нині існує багато підходів як до [розуміння задач штучного інтелекту](#), так і до [створення інтелектуальних систем](#).

Одна з класифікацій виділяє два підходи до розробки штучного інтелекту:

- нисхідний, семіотичний — створення [символьних систем](#), що моделюють високорівневі [психічні процеси](#): [мислення](#), [судження](#), [мову](#), [емоції](#), [творчість](#) і т. д.;
- висхідний, біологічний — вивчення [нейронних мереж](#) і [еволюційні обчислення](#), що моделюють інтелектуальну поведінку на основі менших «неінтелектуальних» елементів.

Ця [наука](#) пов'язана з [психологією](#), [нейрофізіологією](#), [трансгуманізмом](#) та іншими. Як і всі [комп'ютерні науки](#), вона використовує [математичний апарат](#). Особливе значення для неї мають [філософія](#) і [робототехніка](#).

Штучний інтелект — дуже молода область досліджень, започаткована [1956 року](#). Її історичний шлях нагадує [синусоїду](#), кожен «зліт» якої ініціювався деякою новою ідеєю. На сьогодні її розвиток перебуває на «спаді», поступаючись застосуванню вже досягнутих результатів в інших областях науки, [промисловості](#), [бізнесі](#) та навіть повсякденному житті.

Відповіді на питання чим займається штучний інтелект (ШІ), не існує. Майже кожен автор, який пише книгу про штучний інтелект, відштовхується від якогось визначення, розглядаючи в його світлі досягнення цієї науки. Зазвичай ці визначення зводяться до наступних:

- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, які потребують людського розуміння. Грубо кажучи мова іде про те, щоб навчити ШІ розв'язувати тести інтелекту. Це передбачає розвиток способів розв'язання [задач за аналогією](#), методів [делукції](#) та [індукції](#), накопичення базових знань і вміння їх використовувати.
- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, [пам'яті](#) тощо). Завдяки такому визначенню інтелектуальні алгоритми часто використовуються для розв'язання [NP-повних задач](#), наприклад, [задачі комівояжера](#).
- штучний інтелект займається моделюванням людської вищої нервової діяльності.
- штучний інтелект — це системи, які можуть [оперувати з знаннями](#), а найголовніше — [навчатися](#). В першу чергу мова ведеться про те, щоби визнати клас [експертних систем](#) (назва походить від того, що вони спроможні замінити «на посту» людей-експертів) інтелектуальними системами.
- Останній підхід, що почав розвиватися з [1990-х років](#), називається агентно-орієнтованим підходом. Цей підхід акцентує увагу на тих методах і алгоритмах, які допоможуть [інтелектуальному агенту](#) виживати в [довкіллі](#) під час виконання свого завдання. Тому тут значно краще вивчаються [алгоритми пошуку](#) і [прийняття рішення](#).

Непопулярні підходи

Найзагальніший підхід полягає в тому, що штучний інтелект матиме змогу поводити себе як людський в нормальних ситуаціях. Ця ідея являє собою узагальнений підхід [тесту Тюрінга](#), який стверджує, що машина стане розумною тоді, коли буде спроможна підтримувати [діалог](#) зі звичайною людиною, а та не зможе зрозуміти, що розмовляє з машиною ([діалог](#) ведеться переписуванням).

[Письменники-фантасти](#) часто пропонують ще один підхід: штучний інтелект виникає тоді, коли машина буде відчувати і творити. Так, наприклад, хазяїн Ендрю Мартіна з «Двохсотлітньої людини» [Айзека Азімова](#) починає ставитись до нього як до людини тоді, коли той створив іграшку за власним проектом. А Дейта з [«Зоряного шляху»](#), будучи спроможним до спілкування та навчання, мріє отримати емоції та [інтуїцію](#).

Підходи до вивчення

Існують різні підходи до створення систем штучного інтелекту. У наш час можна виділити 4 досить різних підходи:

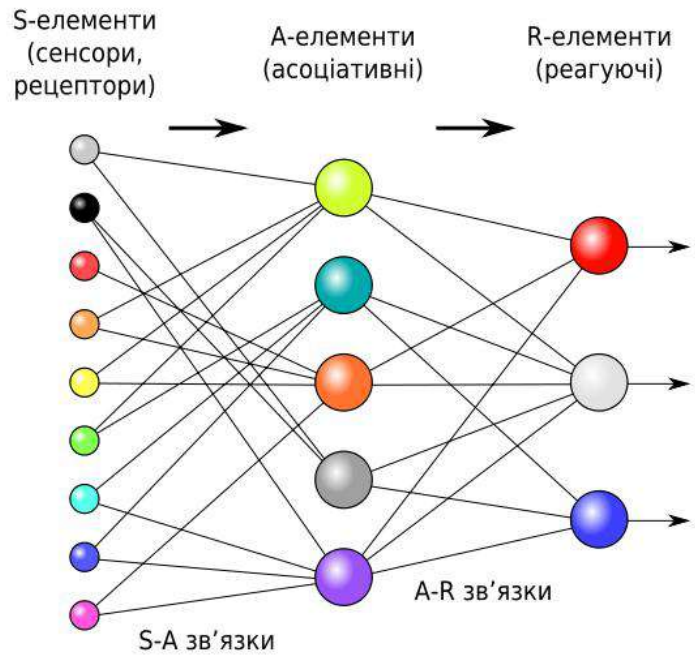
1. **Логічний підхід.** Основою для вивчення логічного підходу слугує [алгебра логіки](#). Кожен [програміст](#) знайомий з нею з тих пір, коли він вивчав оператор IF. Свого подальшого розвитку алгебра логіки отримала у вигляді [числення предикатів](#) — в якому



Алан М'етисон

вона розширена за рахунок введення предметних символів, відношень між ними. Крім цього, кожна така машина має блок генерації цілі, і система виводу намагається довести дану ціль як теорему. Якщо ціль досягнута, то послідовність використаних правил дозволить отримати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої цілі (таку систему ще називають [експертною системою](#)). Потужність такої системи визначається можливостями генератора цілей і машинного доведення теорем. Для того щоб досягти кращої виразності логічний підхід використовує новий напрям, його назва — [нечітка логіка](#). Головною відмінністю цього напрямку є те, що істинність вислову може приймати окрім значень так/ні (1/0) ще й проміжне значення — не знаю (0.5), пацієнт швидше за все живий, ніж мертвий (0.75), пацієнт швидше за все мертвий, ніж живий (0.25). Такий підхід подібніший до мислення людини, оскільки вона рідко відповідає так або ні.

2. Під **структурним підходом** ми розуміємо спроби побудови ШІ шляхом моделювання структури людського мозку. Однією з перших таких спроб був [перцептрон](#) Френка Розенблатта. Головною моделюючою структурною одиницею в перцептронах (як і в більшості інших варіантах моделювання мозку) є [нейрон](#). Пізніше виникли й інші моделі, відоміші під назвою [нейронні мережі](#) (НМ) і їхні реалізації — [нейрокомп'ютери](#). Ці моделі відрізняються за будовою окремих нейронів, за



Логічна схема перцептрону з трьома

варіантів НМ можна назвати НМ зі [зворотнім розповсюдженням помилки](#), [сітки Кохонена](#), [сітки Хопфілда](#), стохастичні нейронні сітки. У ширшому розумінні цей підхід відомий як [Конективізм](#). Відмінності між логічним та структурним підходом не стільки принципові, як це здається на перший погляд. Алгоритми спрощення і [вербалізації нейронних мереж](#) перетворюють моделі структурного підходу в явні логічні моделі.^[1] З іншої сторони, ще в 1943 році [Маккалок](#) і [Піттс](#) показали, що нейронна сітка може реалізувати будь-яку функцію [алгебри логіки](#).^[2]

3. **Еволюційний підхід.** Під час побудови системи ШІ за даним методом основну увагу зосереджують на побудові початкової моделі, і правила, за якими вона може змінюватися (еволюціонувати). Причому [модель](#) може бути створена за найрізноманітнішими методами, це може бути і НМ, і набір логічних правил, і будь-яка інша модель. Після цього ми вмикаємо комп'ютер і він, на основі перевірки моделей відбирає найкращі з них, і за цими моделями за найрізноманітнішими правилами генеруються нові моделі. Серед еволюційних алгоритмів класичним вважається [генетичний алгоритм](#).

4. **Імітаційний підхід.** Цей підхід є класичним для кібернетики з одним із її базових понять [чорний ящик](#). Об'єкт, поведінка якого імітується, якраз і являє собою «чорний ящик». Для нас не важливо, які моделі в нього всередині і як він функціонує, головне, щоби наша модель в аналогічних ситуаціях поводити себе без змін. Таким чином тут моделюється інша властивість людини — здатність копіювати те, що роблять інші, без

поділу на елементарні операції і формального опису дій. Часто ця властивість економить багато часу об'єктові, особливо на початку його життя.

У рамках гібридних інтелектуальних систем намагаються об'єднати ці напрямки. Експертні правила висновків можуть генеруватися нейронними мережами, а породжуючі правила отримують з допомогою статистичного вивчення. Багатообіцяючий новий підхід, який ще називають підсилення інтелекту, розглядають досягнення ШІ в процесі еволюційної розробки як поточний ефект підсилення людського інтелекту технологіями.

Напрямки досліджень

Аналізуючи історію ШІ, можна виділити такий обширний напрям як [моделювання міркувань](#). Багато років розвиток цієї науки просувався саме цим шляхом, і зараз це одна з найрозвиненіших областей в сучасному ШІ. Моделювання міркувань має на увазі створення [символьних систем](#), на вході яких поставлена деяка задача, а на виході очікується її розв'язок. Як правило, запропонована задача уже [формалізована](#), тобто переведена в математичну форму, але або не має алгоритму розв'язання, або цей алгоритм за складний, трудомісткий і т. д. В цей напрям входять: [доведення теорем](#), [прийняття рішень](#) і [\[теорія ігор\]](#), [планування і диспетчеризація](#), [прогнозування](#).

Таким чином, на перший план виходить [інженерія знань](#), яка об'єднує задачі отримання [знань](#) з простої [інформації](#), їх систематизацію і використання. Досягнення в цій області зачіпають майже всі інші напрями дослідження ШІ. Тут також необхідно відмітити дві важливі підобласті. Перша з них — [машинне навчання](#) — стосується процесу *самостійного* отримання знань інтелектуальною системою в процесі її роботи. Друга пов'язана з створенням [експертних систем](#) — програм, які використовують спеціалізовані бази знань для отримання достовірних висновків щодо довільної проблеми.

Великі і цікаві досягнення є в області [моделювання біологічних систем](#). Сюди можна віднести кілька незалежних напрямків. [Нейронні мережі](#) використовуються для розв'язання нечітких і складних проблем, таких як розпізнавання геометричних фігур чи кластеризація об'єктів. [Генетичний підхід](#) заснований на ідеї, що деякий [алгоритм](#) може стати ефективнішим, якщо відбере кращі характеристики у інших алгоритмів («батьків»). Відносно новий підхід, де ставиться задача створення автономної програми — [агента](#), котрий співпрацює з довкіллям, називається [агентний підхід](#). А якщо належним чином примусити велику кількість «не дуже інтелектуальних» агентів співпрацювати разом, то можна отримати *«мурашиний» інтелект*.

Задачі розпізнавання об'єктів вже частково розв'язуються в рамках інших напрямків. Сюди відносяться [розпізнавання символів](#), рукописного тексту, мови, аналіз текстів. Особливо слід згадати [комп'ютерне бачення](#), яке пов'язане з машинним навчанням та робототехнікою.



Робот-скрипаль від Toyota Motor

У загальному, [робототехніка](#) і штучний інтелект часто асоціюються одне з одним. Інтеграцію цих двох наук, створення [інтелектуальних роботів](#), можна вважати ще одним напрямом ІІІ.

Окремо тримається [машинна творчість](#) (англ. *Computational creativity*), у зв'язку з тим, що природа людської творчості ще менше вивчена, ніж природа інтелекту. Тим не менше, ця область існує, і тут стоять проблеми написання комп'ютером [музики](#), [літературних творів](#) (часто — віршів та казок), [художнє мистецтво](#).

Нарешті, існує безліч програм штучного інтелекту, кожна з яких утворює майже самостійний напрямок. В якості прикладів можна навести програмування інтелекту в [комп'ютерних іграх](#), [нелінійному керуванні](#), [інтелектуальні системи безпеки](#).

Не важко бачити, що більшість областей дослідження перетинаються. Це властиво для будь-якої науки. Але в штучному інтелекті взаємозв'язок між, задавалось би, різними напрямками виражений дуже сильно, і це пов'язано з філософським спором про сильний і слабкий ІІІ.

Моделі мозку

Теоретичні положення

Кінцевою метою досліджень з питань «штучного інтелекту» є розкриття таємниць [мислення](#) та створення [моделі мозку](#). Принципова можливість моделювання [інтелектуальних процесів](#) впливає з основного [гносеологічного](#) результату кібернетики, який полягає у тому, що будь-яку функцію мозку, будь-яку розумову діяльність, описану мовою з суворо однозначною [семантикою](#) за допомогою скінченного числа [слів](#), в принципі можна передати електронній цифровій обчислювальній машині ([ЕЦОМ](#)). Сучасні ж наукові уявлення про природу мозку дають підстави вважати, що принаймні в суто інформаційному аспекті найістотніші закономірності мозку визначаються скінченною (хоч, може, й надзвичайно великою) системою правил.

Практична реалізація

Штучний інтелект — технічна (в усіх сучасних випадках спроб практичної реалізації — комп'ютерна) система, що має певні ознаки [інтелекту](#), тобто здатна:

- [розпізнавати](#) та розуміти;
- знаходити спосіб досягнення результату та приймати рішення;
- вчитися.

У практичному плані наявність лише неповних знань про мозок, про його функціонування не заважає будувати його наближені [інформаційні моделі](#), моделювати на ЕЦОМ найскладніші процеси мислення, у тому числі й творчі.

Проблематика моделювання

Хоч проблема «штучного інтелекту» тісно пов'язана з потребами практики, однак тут немає єдиної загальної практичної задачі, яка б однозначно визначала розвиток теорії, проте є багато задач, які є частковими, вузькими. Тому проблема «штучного інтелекту» — це фактично цілий комплекс проблем, які характеризуються різним ступенем загальності, абстрактності, складності й розробленості і кожній з яких властиві свої принципи й практичні труднощі. Це такі проблеми, як [розпізнавання образів](#), [навчання](#) й [самонавчання](#), [евристичне програмування](#), створення [загальної теорії самоорганізовуваних систем](#), побудова [фізичної моделі нейрона](#) та ін., багато з яких мають велике самостійне значення. Для всіх цих напрямів одержано важливі результати, як практичного так і теоретичного характеру, продовжуються інтенсивні дослідження.

Оскільки крім малочисельних оптимістів майже ніхто не намагається саме «виготовити» інтелект, аналогічний людському, то мова ведеться про створення системи, яка буде здатна реалізувати певні [моделі інтелекту](#).

Історія і сучасний стан

Історія

На початку [XVII століття](#) [Рене Декарт](#) зробив припущення, що тварина — деякий складний механізм, тим самим сформулювавши механічну теорію. В 1623 р. [Вільгельм Шікард](#) (нім. *Wilhelm Schickard*) побудував першу механічну цифрову вичислювальну машину, за якою послідували машини [Блеза Паскаля](#) (1643) і [Лейбніца](#) (1671). Лейбніц також був першим, хто описав сучасну двійкову систему числення, хоча до нього цією системою періодично захоплювались різні великі вчені^{[3][4]}. В [XIX столітті](#) [Чарльз Беббідж](#) і [Ада Лавлейс](#) працювали над програмованою механічною обчислювальною машиною.

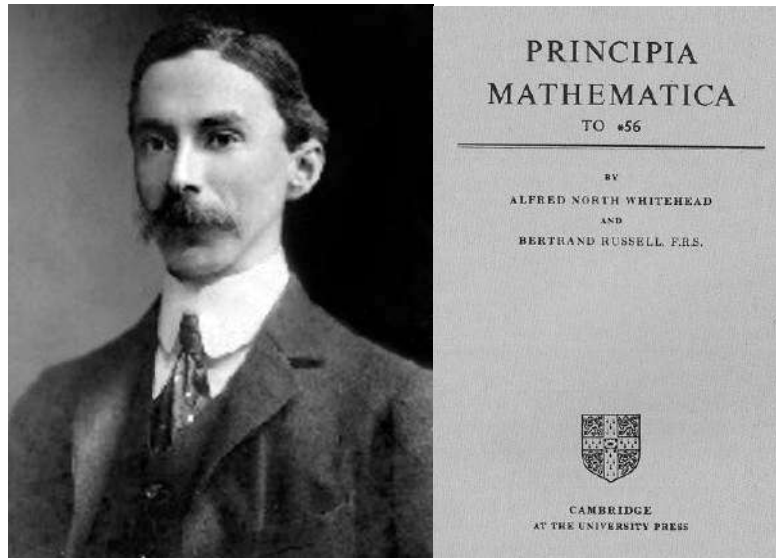
Рене Декарт



Вільгельм

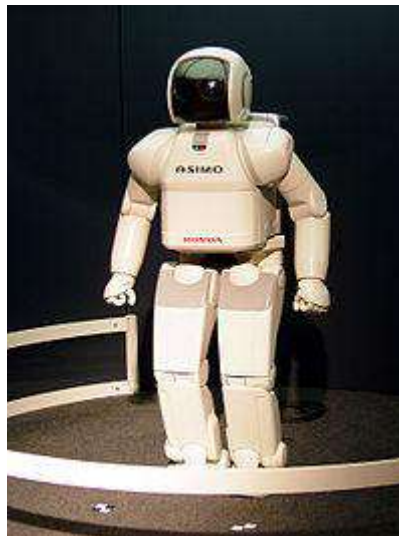


В 1910—1913 рр. [Бертран Рассел](#) і А. Н. Уайтхед опублікували працю «Принципи математики», яка здійснила революцію в [формальній логіці](#).



В 1941 р. [Конрад Цузе](#) побудував перший працюючий програмно-контрольований комп'ютер. [Воррен Маккалок](#) і Вальтер Піттс в 1943 р. опублікували *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, поклавши основи [нейронних мереж](#). [1]

Сучасний стан справ



[ASIMO](#) — Інтелектуальний [гуманоїдний робот](#) від [Honda](#), використовує сенсори та спеціальні алгоритми для уникнення перешкод та ходіння сходами.



[Kismet](#), робот з базовими соціальними навичками.

У наш час у створенні штучного інтелекту (в буквальному розумінні цього слова, [експертні системи](#) і [шахові програми](#) сюди не відносяться) спостерігається інтенсивний перелом усіх предметних областей, які мають хоч якесь відношення до ШІ в базі знань. Практично всі підходи були випробувані, але до появи штучного розуму жодна дослідницька група так і не дійшла.

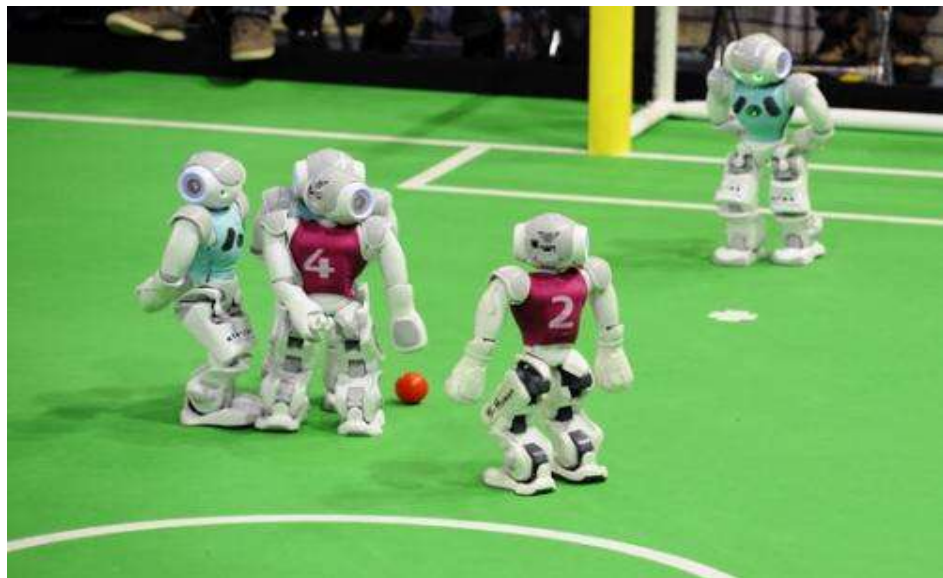
Дослідження ШІ влились в загальний потік технологій сингулярності (видового стрибка, експотенціального розвитку



людини), таких як [нанотехнологія](#), молекулярна [біоелектроніка](#), [теоретична біологія](#), квантова теорія(ї), ноотропіки, екстремофіли і т. д. див. щоденний потік новин [Курцвейля](#), [MIT](#)

Деякі з найбільш вражаючих систем ШІ:

- [Deep Blue](#) — переміг чемпіона світу з шахів. Матч [Каспаров](#) проти суперЕОМ не приніс задоволення ні комп'ютерщикам, ні гравцям і система не була визнана Каспаровим, хоча оригінальні компактні шахові програми — невід'ємний елемент шахової творчості. Згодом лінія суперкомп'ютерів IBM проявилась у проєктах brute force BluGene (молекулярне моделювання) і моделювання системи пірамідальних клітин в швейцарському центрі — проєкт [Blue Brain\[2\]](#). Дана історія — приклад заплутаних і засекречених відносин ШІ, бізнесу і національних стратегічних задач.
- [Mycin](#) — одна з ранніх [експертних систем](#), яка могла діагностувати невеликий набір захворювань, причому, часто так само точно, як і лікарі.
- Штучний інтелект, який аналізує питання і підбирає людину для відповіді на нього [Тахуті](#).
- 20q — проєкт, в основі якого лежать ідеї ШІ, за мотивами класичної гри «Двадцять питань». Став дуже популярним після появи в інтернеті на сайті [20q.net](#).
- [Розпізнання голосового тексту](#). Системи такі як [ViaVoice](#) здібні обслуговувати користувачів.
- [Роботи](#) в щорічному турнірі RoboCup змагаються в спрощеній формі футболу



- [«Cleverbot»](#) — веб-застосунок що здатен проводити бесіди з людьми англійською мовою.

Застосування і перспективи розвитку

Застосування ШІ

Банки застосовують системи штучного інтелекту (СШІ) в страховій діяльності ([актуарна математика](#)) при грі на біржі і управлінні власністю. У серпні 2001 року роботи виграли в людей у імпрізованому змаганні з трейдингу (BBC News, 2001). Методи розпізнавання образів, (включаючи, як складніші й спеціалізованіші, так і нейронні сітки) широко використовують при оптичному і акустичному розпізнаванні (в тому числі тексту і голосу), медичинській діагностиці, спам-фільтрах, в системах [ППО](#) (визначення цілей), а також для забезпечення ряду інших задач національної безпеки.

Розробники [комп'ютерних ігор](#) вимушені застосовувати ШІ тої чи іншої міри пропрацьованості. Стандартними задачами ШІ в іграх є відшукування шляху в двовимірному або тривимірному просторі, імітація поведінки бойової одиниці, обрахунок вірної економічної стратегії і так далі.

Перспективи ШІ

Проглядаються два напрямки розвитку ШІ:

- перший полягає у вирішенні проблем, пов'язаних з наближенням спеціалізованих систем ШІ до можливостей людини і їх інтеграції, яка реалізована природою людини.
- другий полягає у створенні Штучного Розуму, який представляє інтеграцію уже створених систем ШІ в єдину систему, здібну вирішувати проблеми людства.

Зв'язок з іншими науками

Штучний інтелект тісно пов'язаний із [трансгуманізмом](#). А разом із [нейрофізіологією](#) і [когнітивною психологією](#) він утворює загальнішу науку, яку називають [когнітологія](#). Окрему роль в штучному інтелекті відіграє [філософія](#).

Філософські питання

Докладніше: [Філософія штучного інтелекту](#)

Наука «про створення штучного розуму» не могла не привернути уваги філософів. З появою перших інтелектуальних систем були зачеплені фундаментальні питання про людину і знання, а інколи і влаштування світу. З одної сторони, вони нерозривно пов'язані з цією наукою, а з іншої — вносять в неї деякий хаос. Серед дослідників ШІ досі не існує якої-небудь домінуючої точки зору на критерії інтелектуальності, систематизацію вирішуваних цілей і задач, нема навіть строгого визначення науки.

Чи може машина мислити?

Найгарячіші суперечки у філософії штучного інтелекту викликає питання можливості мислення творення людських рук. Питання «Чи може машина мислити?», яке підштовхнуло дослідників до створення науки про моделювання людського розуму, був поставлений [Аланом Тьюрінгом](#) у 1950 р. Дві основних точки зору на це питання носять назви гіпотез [сильного і слабого штучного інтелекту](#).

Термін «Сильний штучний інтелект» ввів [Джон Сьорль](#), його ж словами підхід і характеризується:

Більше того, така програма буде не тільки моделлю розуму; вона в буквальному розумінні слова сама і буде розумом, в тому ж розумінні, в якому людський розум — це розум..^[5]

З іншого боку, прихильники слабого ШІ надають перевагу розгляду програми лише як інструмент, який дозволяє вирішувати ті чи інші задачі, які не потребують повного спектру людських пізнавальних здібностей.

У своєму мисленному експерименті [«Китайська кімната»](#), Джон Сьорль показує, що походження [теста Тьюрінга](#) не є критерієм наявності істинного процесу мислення.

Мислення є процесом опрацювання інформації, яка перебуває в пам'яті: аналіз, синтез і самопрограмування.

Аналогічну позицію займає і [Роджер Пенроуз](#), який в своїй книзі «Новий розум короля» аргументує неможливість отримання процесу мислення на основі формальних систем^[6].

Що вважати інтелектом?

Існують різні точки зору на це запитання. Аналітичний підхід допускає аналіз вищої нервової діяльності людини до нижчої, неподільного рівня (функція вищої нервової



діяльності, елементарна реакція на зовнішні подразники (стимули), збудження синапсів сукупності зв'язаних функцією нейронів) і подальше відтворення цих функцій.

Деякі спеціалісти за інтелект приймають здатність раціонального, мотивованого вибору, в умовах недостатку інформації. Тобто інтелектуальною просто рахується та програма діяльності (не обов'язково реалізована на сучасних ЕОМ), яка зможе вибрати із визначеної множини альтернатив, наприклад, куди іти у випадку «наліво підеш ...», «направо підеш ...», «прямо підеш ...».

Наука про знання

Також, з проблемами штучного інтелекту тісно пов'язана [епістемологія](#) — наука про знання в рамках філософії. Філософи, які займаються даною проблематикою, вирішують питання, подібні до тих, які вирішуються інженерами ШІ про те, як краще представити і використати знання і інформацію.

Етичні проблеми створення штучного розуму

Відношення до ШІ в суспільстві

ШІ і релігія

Серед послідовників [авраамічних релігій](#) існує декілька точок зору на можливість створення ШІ на основі структурного підходу. За однією із них мозок, роботу якого стараються імітувати системи, на їх думку, не бере участі в процесі мислення, не є джерелом свідомості і якої-небудь іншої розумової діяльності. Створення ШІ на основі структурного підходу неможливе.

Згідно з іншою точкою зору, мозок бере участь в процесі мислення, але у вигляді «передавача» інформації від душі. Мозок відповідальний за такі «прості» функції, як безумовні рефлексії, реакція на біль тощо. Створення ШІ на основі структурного підходу можливе, якщо система, яка конструюється, може виконувати «передавальні» функції.

Обидві позиції в наш час зазвичай не признаються наукою, оскільки поняття душа не розглядається сучасною наукою в якості наукової категорії.

На думку багатьох [буддистів](#) ШІ можливий. Так, духовний лідер [далай-лама XIV](#) не виключає можливості існування свідомості на комп'ютерній основі^[7].

[Раеліти](#) активно підтримують розробки в області штучного інтелекту.

ШІ і наукова фантастика

У [науково-фантастичній](#) літературі ШІ частіше всього показуються як сила, яка намагається скинути владу людини ([Омніус](#), [HAL 9000](#), [Скайнет](#), [Colossus](#), [Матриця](#) і [реплікант](#)) або обслуговуючий [гуманоїд](#) (C-3PO, Data, KITT и KARR, [Двохсотрічна людина](#)). Неминучість домінування над світом ШІ, який вийшов з-під контролю, заперечується такими фантастами як [Айзек Азімов](#) і [Кевін Ворвік](#).

Цікаве бачення майбутнього представлено в романі «Вибір по Тюрингу» письменника-фантаста [Гаррі Гаррісона](#) і вченого [Марвіна Мінскі](#)^[8]. Автори розмірковують на тему втрати людяності в людини, в мозок якої була вживлена ЕОМ, і набуття людяності машиною з ШІ, в пам'ять якої була скопійована інформація із головного мозку людини.

Деякі наукові фантасти, наприклад [Вернор Віндж](#), також міркували над наслідками появи ШІ, яке спричинить різкі драматичні зміни в суспільстві. Такий період називають [технологічною сингулярністю](#).

Одним із найвидатніших досліджень проблематики ШІ фактично є вся творчість видатного фантаста і філософа XX століття [Станіслава Лема](#).

Питання до самоконтролю:

1. Історія розвитку кібернетики та штучного інтелекту.
2. Розвиток експертних систем, машинного перекладу, робототехніки.

Лекція 8. Історія розвитку комп'ютерних мереж

Виникнення комп'ютерних мереж

Інтенсивний розвиток мережних технологій пов'язаний з появою в 1960-х роках великих обчислювальних машин, або мейнфреймів (mainframe) серії IBM 360. Складний комплекс електронних та електромеханічних пристроїв, зокрема периферійних (зовнішніх) пристроїв – накопичувачів на магнітних стрічках, барабанах та дисках, потребував спеціальних умов експлуатації та великого штату обслуговуючого персоналу. Для більш ефективного використання цієї техніки створювались обчислювальні центри, до складу яких, звичайно, входили комп'ютери різної потужності та комплекс периферійних пристроїв. Концентрація обчислювальних потужностей вимагала їх колективного використання. Так з'явилися перші системи телеобробки (обробки на відстані) завдань, що ґрунтувались на використанні різних типів термінальних (також і інтелектуальних) пристроїв, які могли знаходитись і за межами обчислювальних центрів. Поява персональних комп'ютерів та необхідність обміну інформацією між їх користувачами суттєво прискорили розвиток мережних технологій. Невдовзі з'явилась потреба об'єднання комп'ютерних систем не лише у межах однієї установи чи фірми, але й у масштабах регіону, країни та всього світу. Потребу в спільному інформаційному просторі сьогодні відчувають не лише науковці та бізнесмени, а й велика кількість користувачів домашніх комп'ютерів. Обмін повідомленнями електронної пошти, розклад руху транспортних засобів, прогноз погоди, доступ до наукової, довідкової, художньої інформації та багато інших послуг має змогу отримувати користувач персонального комп'ютера, що під'єднався до ресурсів глобальних комп'ютерних мереж.

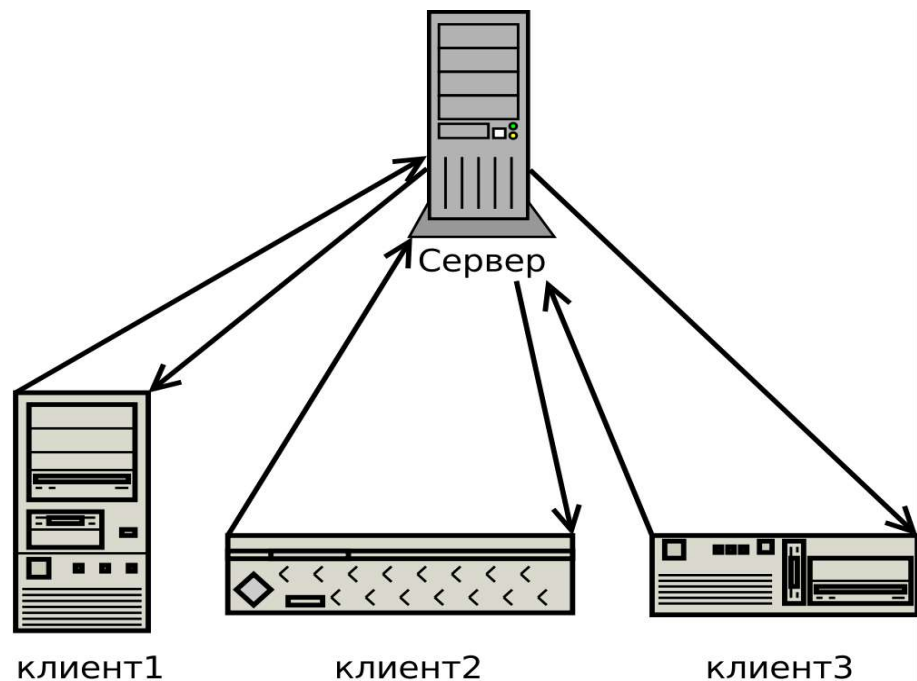
Визначення 1: Комп'ютерною мережею називається сукупність вузлів (персональних комп'ютерів, робочих станцій, мейнфреймів, окремих пристроїв), які взаємодіють між собою за допомогою апаратних засобів та спеціального програмного забезпечення.

Визначення 2 (Міжнародної організації стандартів – ISO): Комп'ютерною мережею називається послідовне біторієнтоване передавання інформації між пов'язаними один з одним незалежними пристроями.

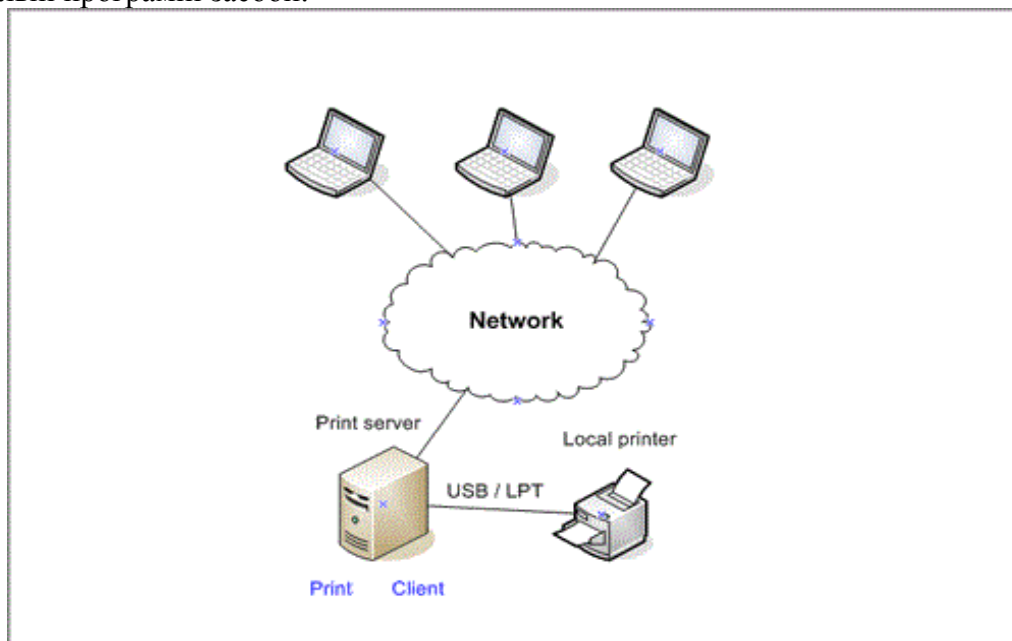
Мережні сервіси

Набір послуг, що надаються клієнтам мережею, залежить від призначення та реалізації мережі.

Файл-сервер дає змогу клієнтам користуватись файлами, що розміщені на носіях інформації серверу. В повному обсязі сервісу частина логічного дискового простору робочої станції є відображенням частини дискового простору файл-сервера, що дає змогу працювати з цією областю диска файл-серверу так, як з локальним диском робочої станції. Завданням серверу є забезпечення заданого рівня множинного доступу робочих станцій до файлів, розв'язання колізій у випадку одночасного звернення кількох станцій до одного набору даних, розмежування прав доступу тощо. Спрощений варіант – файловий обмін, у процесі якого вузли мережі можуть тільки пересилати один одному файли (наприклад, використовуючи протокол FTP (File Transfer Protocol)).



Принт-сервер забезпечує обслуговування клієнтів мережі, в загальному випадку, декількома друкуючими пристроями (принтерами). При цьому сервер забезпечує прийом та постановку завдань на друк у чергу, виведення їх на принтери з урахуванням замовлених послуг друку та встановлених пріоритетів. Звичайно, до принт-серверу підключаються принтери, що здатні забезпечити широкий спектр послуг друку (швидкісні алфавітно-цифрові; лазерні для якісного чорно-білого, струменеві для кольорового друку тощо). Є спеціальні пристрої (деякі моделі принтерів обладнуються власним мережним адаптером), які дозволяють підключати принтер до мережі як окремий вузол, при цьому адміністратор здійснює віддалене управління таким принтером, використовуючи спеціальні програмні засоби.

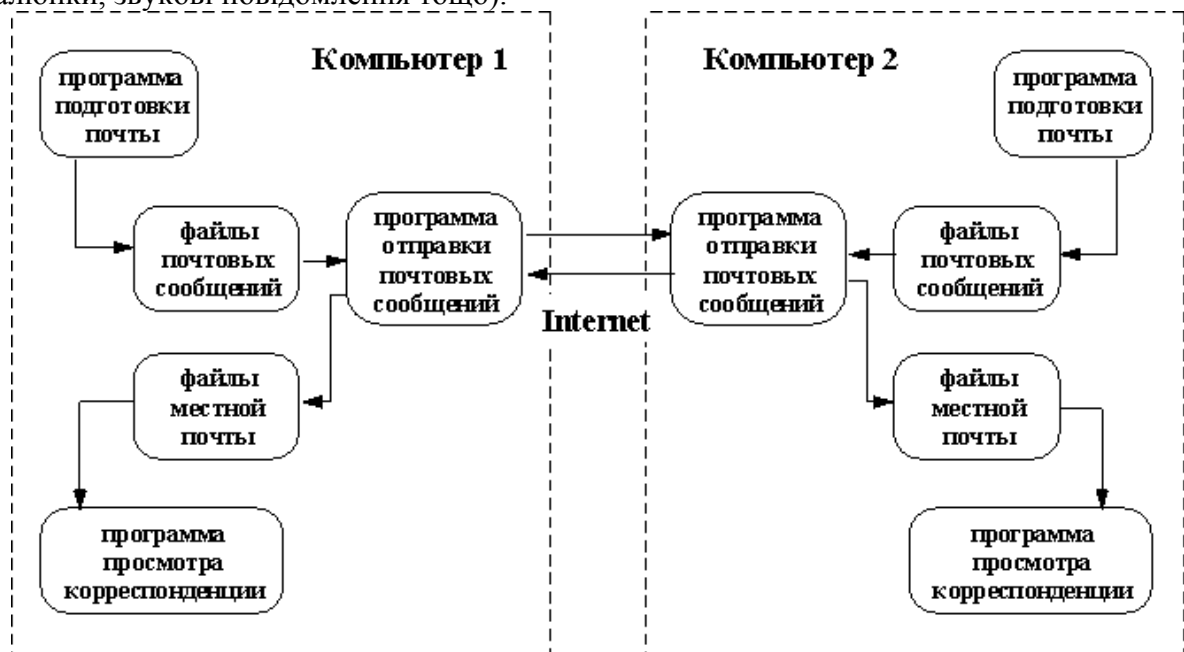


Факс-сервер забезпечує колективне використання клієнтами мережі факс-модема та телефонної лінії, як пристрою виведення (типу принтера). Факс-сервером також може бути спеціалізований пристрій, що має інтерфейс доступу до мережі. Колективне використання вхідних повідомлень можливе при наявності засобів файлового обміну клієнтів з сервером, оскільки стандартне факсимільне повідомлення не містить адреси отримувача (тільки номер телефону).

Віддалений термінал (алфавітно-цифровий або графічний) забезпечує доступ робочої станції до обчислювальних ресурсів віддаленого комп'ютера (наприклад, мейнфрейму або Unix-машини) в режимі терміналу.

Сервер застосувань є одним з варіантів технології "клієнт-сервер", в якому основна обробка та пошук інформації для групи користувачів одного застосування здійснюється на сервері. Функції клієнтської частини застосування, встановленої на машині користувача, можуть бути зведені до введення та відображення результатів. Такий підхід, у порівнянні зі звичним колективним доступом до даних, дає змогу суттєво зменшити мережний трафік (завантаження), що особливо важливо в мережах з "повільними" каналами передавання даних.

Електронна пошта (E-mail) забезпечує обмін повідомленнями (файлами даних) між клієнтами, незалежно від ступеня їх віддаленості один від одного. Електронна пошта не вимагає присутності адресата за комп'ютером у момент надсилання йому повідомлення. Аналогічно до звичайної пошти, електронний лист, що має адреси відправника та отримувача, через систему поштових серверів доставляється в особисту "скриньку" (спеціально виділену дискову область) поштового серверу, на якому зареєстрована E-mail-адреса отримувача. До електронного листа можна приєднувати файли даних (тексти, малюнки, звукові повідомлення тощо).



Діалог (Chat) дає змогу двом клієнтам (або групі клієнтів) мережі обмінюватись повідомленнями в реальному часі. При наявності відповідних мультимедійних технічних засобів можна здійснювати аудіо- або відеодіалог. Мультимедійне спілкування групи клієнтів у реальному часі забезпечує можливість проведення аудіо- або відеоконференцій між віддаленими клієнтами. (Корпорація Microsoft використовує комп'ютерні відеоконференції для проведення виробничих нарад за участю працівників представництв корпорації в різних країнах світу).

Розподілена обробка інформації може ґрунтуватись на взаємодії процесів у різних вузлах мережі на рівні обміну блоками даних (наприклад, механізм DDE – Dynamic Data Exchange).

Перелічені базові мережні послуги можуть спільно (чи в певних комбінаціях) використовуватись у складних системах розподіленої обробки інформації. Наприклад, Web-сервер та Web-клієнт (браузер) забезпечують за текстовими та графічними вказівниками віддалений доступ до текстової, графічної, аудіо- та відеоінформації, що розсіяна по "сайтах" світової мережі Internet.

Класифікація мереж

Мережі класифікують за різними критеріями, серед яких найбільш вживані такі:

- 1. за пропускною здатністю**
 - низька, до сотень Кбіт/с – мережі, що містять "повільні" канали на зразок телефонних ліній, зокрема глобальна мережа Internet;
 - середня, 0.5–20 Мбіт/с – локальні мережі, звичайно, в межах будівлі;
 - висока, більше ніж 20 Мбіт/с – базові (або "хребтові", backbone) мережі, що з'єднують сервери або локальні мережі "швидкими" каналами, наприклад оптоволоконними лініями;
- 2. за смугою каналу**
 - вузькосмугові (Baseband) – безпосередня (немодульована) передача тільки одного повідомлення в довільний момент часу;
 - широкосмугові (Broadband) – одночасна передача кількох повідомлень частотно-розділеними каналами;
- 3. за розмірами**
 - LAN (Local–Area Network) – локальна мережа в межах офісу, будівлі;
 - CAN (Campus–Area Network) – кампусна мережа, що об'єднує віддалені вузли та локальні мережі, звичайно, без використання телефонних ліній та модемів;
 - MAN (Metropolitan–Area Network) – територіальна (міська) мережа з радіусом, що дорівнює десяткам кілометрів, та високою швидкістю передавання даних (100 Мбіт/с);
 - WAN (Wide–Area Network) – широкомасштабна мережа (регіон, країна), що використовує віддалені мости та маршрутизатори з наявністю ліній низької пропускної здатності;
 - GAN (Global–Area Network) – глобальна (міжнародна) мережа;
- 4. за співвідношенням вузлів**
 - однорангові (Peer–To–Peer) – невеликі локальні мережі, де кожен вузол може виступати як у ролі клієнта, так і сервера (наприклад, на базі операційних систем Windows for Workgroups, Windows'95);
 - розподілені (Distributed) – мережа без лідера, в якій сервером називається машина, програма або пристрій, що забезпечують мережний сервіс, але не управління мережею (наприклад Unix Usenet);
 - мережі з централізованим управлінням (Server Based), в яких сервер надає решта вузлам право використовувати спільні ресурси (наприклад Novell NetWare, Microsoft LAN Manager, IBM LAN Server, Banyan VINES, Windows NT);
- 5. за доступом**
 - мережі з розподіленим середовищем передавання (Shared–Media Networks), в яких у будь–який момент часу можуть взаємодіяти тільки два вузли (Ethernet, ARCnet...);
 - мережі з комутацією (Switching Networks), в яких шляхом мультиплексування одночасно можуть взаємодіяти декілька пар вузлів;
- 6. за спільністю операційних систем**
 - гомогенні мережі, що ґрунтуються на однакових або споріднених ОС усіх вузлів (наприклад, Windows'95–Windows'98–Windows'NT–Windows'2000);
 - гетерогенні мережі, в яких вузли використовують різні ОС (наприклад, NetWare–Windows–Unix).

Цікава [інформація](#): російський [письменник](#), філософ і громадський діяч XIX століття Володимир Одоєвський (1803–1869) у своєму незакінченому романі «4338-й рік», схоже, першим передбачив появу сучасних пристроїв та Інтернету. Серед інших міркувань у тексті роману існують наступні рядки «між знайомими будинками влаштовані [магнетичні](#) телеграфи, за допомогою яких живуть на далекій відстані, спілкуються один з одним».

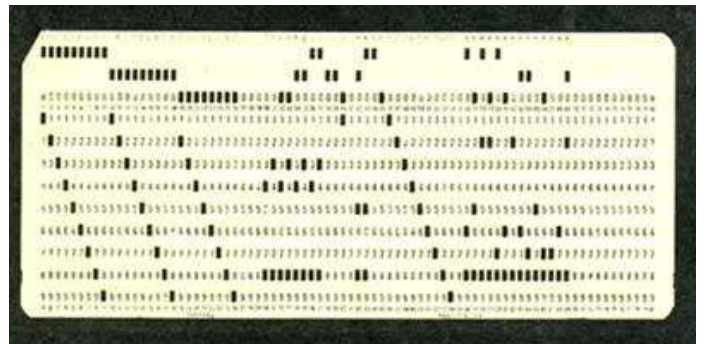
Питання до самоконтролю:

1. Історія розвитку комп'ютерних мережових технологій: поява локальних та глобальних мереж, становлення та розвиток принципів обміну інформацією в мережах.
2. Історія виникнення і розвитку гіпертексту.

Лекції 9-10. Історія розвитку програмного забезпечення та мов програмування ЕОМ

Спочатку були комп'ютери які взагалі обходились без ОС. На них запускатись одна програма яка завантажувалась з перфокарти.

Потім з'явилося допоміжне ПЗ, таке як асемблери, чи стрічки з допоміжними бібліотеками (наприклад для вводу і виводу), які й стали зародком ОС.



Із ростом швидкодії час роботи програм став на порядок меншим за час передачі обладнання в руки іншому користувачу. Черга на виконання перетворилась з буквальної черги програмістів перед дверима операційного залу в ряди котушок з магнітними стрічками, та стовпчики перфокарт. З'явилась необхідність в бібліотеках для керування послідовністю завантаження перфокарт, вибору магнітного пристрою для читання та запису, логування часу та помилок.

Ці бібліотеки стали невидимим ПЗ, яке запускатись перед першою задачею користувача, і керувало її завантаженням та виконанням, виділяло ресурси, записувало результати роботи, слідкувало за правильним завершенням та звільненням ресурсів та негайно після цього переходило до наступної задачі. Такі фонові програми, ще до впровадження терміну ОС називались «моніторами».

При переході в еру персональних комп'ютерів відбувся зсув в розумінні поняття операційної системи. Першим автомобілям бракувало спідометрів, радіо та склоочисників, які згодом стали стандартними компонентами, так само першим ОС бракувало багато обов'язкових функцій (наприклад текстові редактори, файлові менеджери і т.д), які на ПК стали обов'язковими компонентами ОС. Сучасний користувач навіть не уявляє ОС без графічного інтерфейсу. Проте деякі програми, такі як СУБД, чи електронні таблиці, досі вважаються додатками, і постачаються окремо. А справжнім нащадком перших ОС є те, що сьогодні називається ядром. В технічних колах все ще використовують старе поняття ОС, як лише ядра, через розробку вбудованих систем для різних видів пристроїв з можливостями обробки даних — від наручних годинників до промислових роботів. Вбудовані ОС сьогодні не надто відрізняються від своїх предків з 1950-тих.

Ера мейнфреймів

Вважається, що першою ОС була GM-NAA I/O, створена в General Motors для IBM 704. Багато інших ранніх ОС для комп'ютерів IBM були створені її клієнтами.

Перші ОС були дуже різноманітними та чисельними, бо кожен виробник створював одну чи кілька ОС для кожної моделі своїх комп'ютерів.

Стан справ змінився в 1960-тих, коли IBM, на той час вже лідер поставки апаратного забезпечення, припинив роботу над існуючими системами, і зосередив всі зусилля над розробкою серії машин System/360, які використовували однаковий набір інструкцій, та архітектуру вводу-виводу. Для серії під керуванням Фреда Брукса була створена єдина операційна система — OS/360. Проблеми з якими зіткнулись розробники стали легендарними, і пізніше були описані в книзі Фреда Брукса «Міфічний людино-місяць». Через проблеми з відмінністями поміж апаратного забезпечення серії, та затримки в розробці, замість однієї OS/360 було створене ціле сімейство ОС.



Цікавою ОС в історії стала Master Control Program для B5000 від Burroughs Corporation, яка підтримувала виключно мови програмування високого рівня. Жодне ПЗ, навіть рівня системи не писалось прямо на мові асемблера, весь код в MCP був написаний повністю на мові високого рівня ESPOL — діалекті ALGOL-а. Правда ESPOL мав спеціальні оператори для кожної машинної інструкції B5000.

Проект MAC з MIT, працюючи з General Electric та ще якоюсь BLT, розробив Multics, в якій вперше з'явилося поняття кілець — рівнів доступу.

Операційна система, ОС — система програм, що забезпечують роботу технічних засобів комп'ютера та інших програм, за допомогою яких користувач виконує свої завдання. В нашому випадку на комп'ютери встановлена операційна система Windows. Як виникла ця система і як взагалі розвивалися операційні системи? У 1981 р. виникла операційна система MS DOS. Комп'ютери стали доступними більшості користувачів і спеціалістів, але для починаючого користувача ця ОС була дещо складною, доводилося запам'ятовувати велику кількість команд, володіти різними технічними подробицями, спілкування з комп'ютером вимагало набору з клавіатури багато символічних команд.

```
IDE/ATAPI CD-ROM Device Driver Version 2.14 10:48:22 02/17/98
CD-ROM drive #0 found on 1F0h port slave device, v1.04

Killer v1.0 Copyright 1995 Vincent Penquerc'h. All Rights Reserved.
Killer installed in memory.
DOSKEY installed.
DOSLFN 0.320: high loaded consuming 11840 bytes.
MSCDEX Version 2.25
Copyright (C) Microsoft Corp. 1986-1995. All rights reserved.
Drive D: = Driver IDE-CD unit 0
SHARE v7.10 (Revision 4.11.1492)
Copyright (c) 1989-2003 Datalight, Inc.

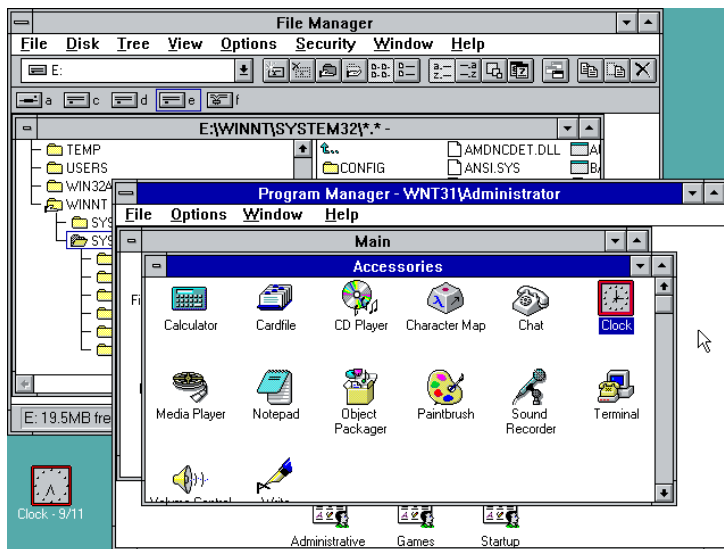
installed.

CuteMouse v1.9.1 [DOS]
Installed at PS/2 port

Locking volumes...

Now you are in MS-DOS 7.10 prompt. Type 'HELP' for help.

C:\>_
```



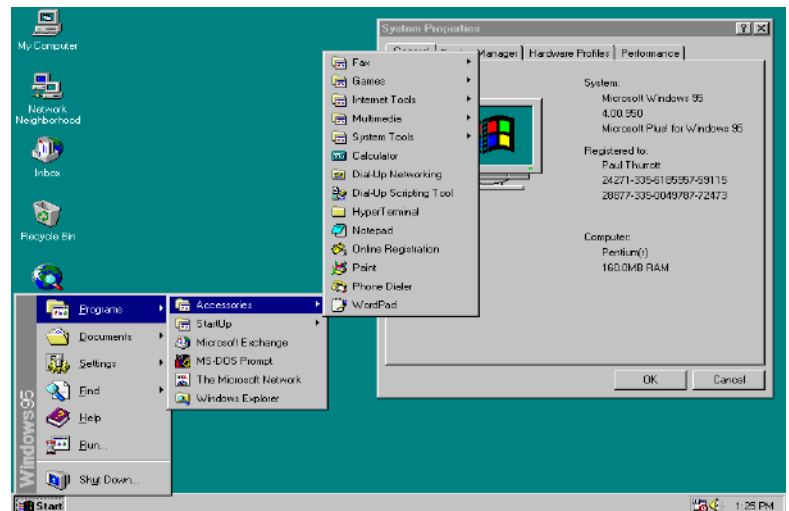
не має майбутнього. І тому в подальшому в проводилось. Враховуючи помилки в попередніх версіях і побажання користувачів, у 1995р. корпорація Microsoft випускає нову версію Windows — операційну систему (а не оболонку) Windows'95. Windows'95 має графічний інтерфейс. Екран монітора має вигляд робочого столу і папок на ньому, панель задач дає огляд задач, виконуваних системою в даний момент.

У Windows'98 збережено інтерфейс Windows'95, вдосконалені засоби виконання, спрощена робота у всесвітній мережі Internet. Дальший розвиток операційних систем втілюється в операційні системи XXI століття: Windows'2000, Windows'XP і Windows'Vista.

Сучасні операційні системи здатні працювати і з програмним забезпеченням розрахованим на більш ранні версії ОС (але не навпаки). Виконання багатьох дій автоматизоване за допомогою спеціальних програм-майстрів. Існує безліч наочних і зручних засобів для роботи в ОС з документами, файлами, шаблонами документів. Windows характеризується віконним інтерфейсом, тобто кожна програма працює в своїй окремій області на екрані, що називається вікном. Крім того Windows є багатозадачною системою, тобто у користувача є можливість запускати на виконання декілька програм одночасно. Ще одною корисною рисою є стандартизація інтерфейсу. Всі програми, що написані під Windows мають схожий інтерфейс і це полегшує роботу з ними.

Операційна система забезпечує взаємодію пристроїв і програм при виконанні роботи, створює засоби керування комп'ютером. ОС дозволяє людині не вникати в тонкощі роботи прикладних програм, апаратної частини і зовнішніх пристроїв комп'ютера. Наприклад, підготували на комп'ютері текст листа і треба його записати на зовнішній носій. Для цього дають відповідними позначеннями команду ОС «записати текст із пам'яті на носій під ім'ям ЛИСТ-1». Далі для виконання одержаної команди ОС все робить автоматично: перевіряє наявність в системі потрібного дисководу, готовність його до запису, розмір вільного місця на носії і т.д. Саме для звільнення користувача від виконання подібних складних дій було створено ОС.

Корпорація Microsoft паралельно до випуску нових вдосконалених версій MS DOS випускала так звані «операційні оболонки» Windows (вікна). Ці розробки не були популярними поки у 1992р. не з'явилася Windows 3.1, яка працювала під керуванням старої MS DOS. Існувало багато недоліків цієї оболонки, що стосувалися апаратних проблем, налаштування драйверів і т.д. Але це був початок нової ери операційних систем. Корпорація Microsoft зрозуміла, що ОС MS DOS цьому напрямку вдосконалень не



Кожна ОС забезпечує кілька видів взаємодії (інтерфейсу):

- Інтерфейс користувача — взаємодія між користувачем і комп'ютером;
- Апаратно-програмний інтерфейс — взаємодія між програмним і апаратним забезпеченням;
- Програмний інтерфейс — взаємодія між різними видами програмного забезпечення.

У склад операційної системи входять такі модулі:

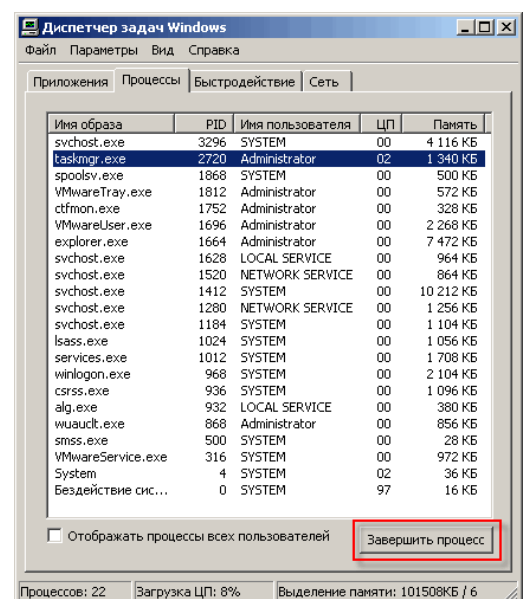
- Базове ядро — керує файловою системою, забезпечує передачу інформації між пристроями комп'ютера.
- Командний процесор — виконує команди користувача.
- Драйвери — забезпечують роботу з зовнішніми пристроями комп'ютера.
- Утиліти — виконують допоміжні роботи (копіювання файлів і папок, створення архівів, перевірка дисків і т.д.).

За типом інтерфейсу ОС можна поділити на: неграфічні і графічні.

Неграфічні ОС реалізують інтерфейс командного рядка, який набирається з клавіатури. До таких належать всі версії операційної системи MS DOS. Графічні ОС реалізують більш зручний інтерфейс при якому керування комп'ютером здійснюється дією миші на графічні елементи на екрані. До таких належать операційні системи сімейства Windows, Linux, Unix.

Ми з вами на уроках маємо чудову змогу користуватися ОС Windows XP. В ОС Windows окрім поняття «файл» вводиться поняття «документ». Документ — це файл, створений за допомогою однієї з програм-додатків Windows (текстовий документ, табличний документ, графічне зображення, звуковий файл, тощо) і «прикріплений» саме до цієї програми. Каталоги з файлами стали називатися папками. Папки можуть містити файли і інші папки. Папки розміщуються на дисках. Windows має сучасний засіб спілкування з користувачем, здійснений у вигляді робочого столу на екрані і папок на ньому. Windows дає користувачу кілька рівноцінних засобів для виконання певної дії. Користувачу не обов'язково детально знати всі методи роботи. Йому досить вибрати один з запропонованих методів або комбінацій дій із різних методів. Після увімкнення комп'ютера автоматично відбувається тестування пристроїв та завантажується ОС в оперативну пам'ять (скажімо з вінчестера). Далі на екрані з'явиться робочий стіл Windows. Для коректного вимкнення комп'ютера в ОС Windows виконуються такі дії. Натискаємо кнопку «Пуск». Цим ми викличемо головне меню.

Виберемо в списку пункт «Завершення роботи», у новому вікні, що з'явиться на робочому столі вибираємо пункт «Вимкнути комп'ютер». Після цього ОС Windows XP автоматично завершить свою роботу і вимкне комп'ютер. Якщо під час роботи з деякою програмою в ОС Windows у вас сталося зависання програми, то для того щоб вийти з неї і перезапустити знову необхідно скористатися Диспетчером задач (програмний засіб ОС). Натиснемо комбінацію клавіш Ctrl+Alt+Del, у вікні Диспетчера задач вибираємо закладку «Додатки» серед програм вибираємо ту програму що не відповідає і натискаємо кнопку «Зняти задачу». Після цієї процедури можна знову запустити програму і продовжити роботу з нею. Як ми вже говорили у Windows використовується графічний інтерфейс. Всі об'єкти обчислювальної системи представлені на екрані у вигляді картинок — піктограм. Під «об'єктом» розуміють все чим оперує Windows: програма, папка, файл, мережа, диск, тощо. Об'єкт на екрані має вигляд стандартної для його типу піктограми з



назвою до неї. Завдяки цьому робота з об'єктами Windows є простою і наочною, зрозумілою навіть початківцям. Основним інструментом в роботі в ОС Windows є миша. Методика доступу до всіх об'єктів за допомогою миші досить проста і зрозуміла

Алгоритм (латинізов. *Algorithmi*, від імені [перського математика IX ст. аль-Хорезмі](#)) — послідовність, [система](#), набір систематизованих правил виконання обчислювального процесу, що обов'язково приводить до розв'язання певного класу задач після скінченного числа операцій. При написанні [комп'ютерних програм](#) алгоритм описує логічну послідовність операцій. Для візуального [зображення](#) алгоритмів часто використовують [блок-схеми](#).

Кожен алгоритм є списком добре визначених інструкцій для розв'язання задачі. Починаючи з початкового стану, інструкції алгоритму описують процес обчислення, які відбуваються через послідовність станів, які, зрештою, завершуються кінцевим станом. Перехід з одного стану до наступного не обов'язково детермінований — деякі алгоритми містять елементи випадковості.

Поняття алгоритму належить до первісних, основних, базисних понять [математики](#), таких, як [множина](#) чи [натуральне число](#). Обчислювальні процеси алгоритмічного характеру (арифметичні дії над [цілими числами](#), знаходження [найбільшого спільного дільника](#) двох чисел тощо) відомі людству з глибокої давнини. Проте, в явному вигляді поняття алгоритму сформувалося лише на початку [XX століття](#).

Часткова формалізація поняття алгоритму почалась зі спроб розв'язання [задачі розв'язності](#) ([нім.](#) *Entscheidungsproblem*), яку сформулював [Давид Гільберт](#) в 1928 році. Наступні формалізації були необхідні для визначення ефективної обчислювальності або «ефективного методу»; до цих формалізацій належать [рекурсивні функції Геделя-Ербрана-Кліні](#) 1930, 1934 та 1935 років, [λ-числення Алонзо Черча](#) 1936 р., [«Формулювання 1» Еміля Поста](#) 1936 року, та [машина Тюринга](#), розроблена [Аланом Тюрингом](#) протягом 1936, 1937 та 1939 років. В методології алгоритм є базисним поняттям і складає основу опису методів. З методології виходить якісно нове поняття алгоритму як оптимальності з наближенням до прогнозованого абсолюту. Зробивши все в послідовності алгоритму за граничних умов задачі маємо ідеальне рішення нагальних проблем науково-практичного характеру. В сучасному світі алгоритм будь-якої діяльності в формалізованому виразі складає основу освіти на прикладах, за подоби. На основі подібності алгоритмів різних сфер діяльності була сформована концепція (теорія) експертних систем.

Слово *алгоритм* походить від імені [перського](#) вченого, [астронома](#) та [математика Аль-Хорезмі](#). Приблизно [825 до н. е.](#) він написав [трактат](#), в якому описав придуману в [Індії](#) позиційну [десяткову систему числення](#).

В першій половині [XII століття](#) книжка потрапила до [Європи](#) в перекладі [латинською мовою](#) під назвою *Algoritmi de numero Indorum*. Вважається, що перше слово в перекладі відповідає невдалій латинізації імені Аль-Хорезмі, а назва перекладу звучить як «Алгорітмі про індійську лічбу».

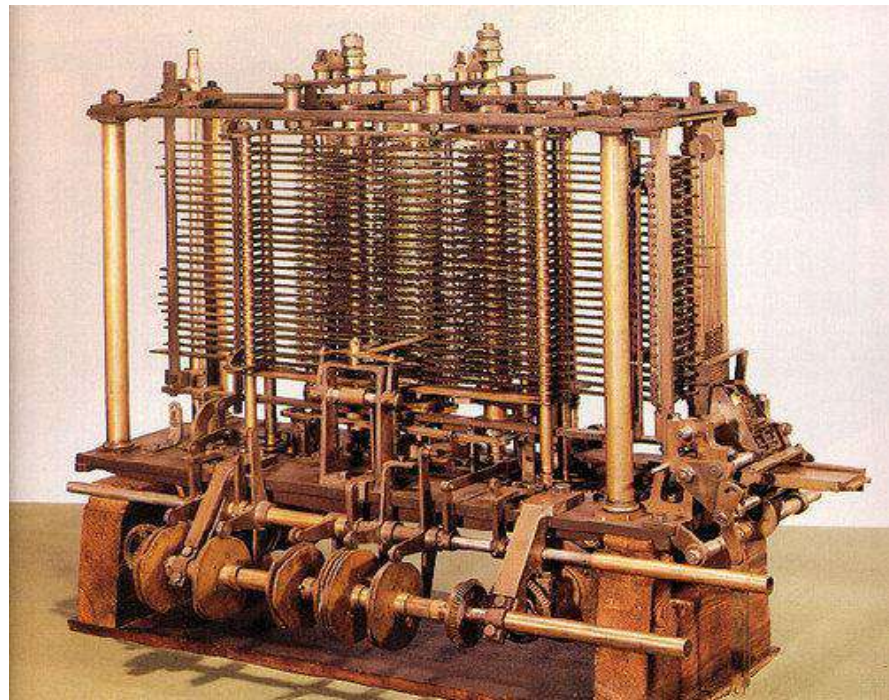
Через невірне тлумачення слова *Algoritmi* як [іменника](#) в [множині](#) ним стали називати *метод обчислення*.



Баронеса [Ада Лавлейс](#), яку вважають першим програмістом.

Перший алгоритм, призначений для виконання на автоматичному обчислювальному пристрої ([комп'ютері](#)), описала [Ада Лавлейс](#) в [1843](#) році. Алгоритм мав обчислювати [числа Бернуллі](#) й працювати на [аналітичній машині Беббіджа](#). Цей алгоритм

Машина Беббіджа



вважається першою [комп'ютерною програмою](#), а його розробниця, Ада Лавлейс — першим програмістом.

З [1930-тих](#) років починається бурхливий розвиток галузі дослідження алгоритмів та становлення [інформатики](#) в її сучасному вигляді. В [1935](#) році [Стівен Кліні](#) розробив перше формулювання теорії [рекурсії](#), та показав еквівалентність розробленої системи [частково рекурсивним функціям](#). В [1936](#) році незалежно були опубліковані роботи [Алана Тюринга](#) та [Еміля Поста](#), в яких наведено схожі системи для визначення поняття алгоритму. А вже в [1937](#) році було доведено еквівалентність різних визначень ^[5].

[Машина Тюринга](#) пропонувала конструкцію, придатну для автоматичної інтерпретації. Побудована під впливом Алана Тюринга у [Великобританії](#) обчислювальна система [АСЕ](#) (завершена в 1950 році), та системи, побудовані за [архітектурою фон Неймана](#) в [США](#) та в інших країнах (в [СРСР](#) — [МЕСМ](#), розроблена в 1950 році в [Інституті електротехніки АН УРСР](#) групою вчених під керівництвом [Сергія Лебедєва](#)), були першими універсальними обчислювальними пристроями, які повністю задовольняли вимоги обчислювальності.

Протягом [1935—1960](#) років було розроблено численні ідеї та технології, які лягли в основу сучасної [інформатики](#).

Формальні засоби для представлення алгоритмів мали не лише теоретичну значимість. Розробка [алгоритмічних мов](#) для програмування обчислювальних пристроїв розпочалась в 1951 році з публікації німецького інженера [Ганса Рутісхаузера](#) (нім. *Heinz Rutishauser*). Спочатку важливою здавалась проблема нотації, її досліджував [Олексій Ляпунов](#), але поступово вона відійшла на другий план.

Перша [мова програмування](#), [Планкалькуль](#) (нім. *Plankalkül*) була розроблена [Конрадом Цузе](#) в 1946 році, але через відсутність [компіляторів](#) виконання написаних цією мовою програм було неможливим. Опис мови був надрукований у 1972 році, а в 2000 році був створений компілятор для підмножини мови.^[8]

В середині [1950-тих](#) було розроблено мову програмування [Фортран](#) [Джоном Бакусом](#) з [IBM](#). В кінці 1950-тих було розроблено [Алгол](#) та [Кобол](#); для навчальних цілей [Бейсік](#) (1963) та [Паскаль](#) (початок [1970-тих](#)). Для системного програмування в [Bell Laboratories](#) було розроблено [C](#)^[9].

[λ-Числення](#) дало поштовх до створення в кінці [1950-тих](#) функційної мови програмування [Лісп](#). На основі ідей Ліспу було створено [Scheme](#). Мова [ML](#) була розроблена [Робіном Мілнером](#) в кінці [1970-тих](#). В кінці [1980-тих](#) була створена мова [Haskell](#).

Під впливом досліджень в галузі [штучного інтелекту](#) розроблено парадигму [логічного програмування](#). На відміну від [імперативної](#) та [функційної парадигм](#), логічне програмування не вимагає від розробника описувати спосіб розв'язання поставленої задачі. [Planner](#) — перша мова логічного програмування, була розроблена в 1969 році. На початку 1970-тих був розроблений [Пролог](#), який згодом став найпоширенішою мовою логічного програмування зі стандартом [ISO](#), затвердженим у 1995 році.

Визначення

Неформальне визначення

Кожен алгоритм передбачає існування *початкових* (вхідних) даних та в результаті роботи призводить до отримання певного *результату*. Робота кожного алгоритму відбувається шляхом виконання послідовності деяких елементарних дій. Ці дії називають *кроками*, а процес їхнього виконання називають *алгоритмічним процесом*. В такий спосіб відзначають властивість *дискретності алгоритму*.

Важливою властивістю алгоритмів є *масовість*, або можливість застосування до різних вхідних даних. Тобто, кожен алгоритм покликаний розв'язувати клас однотипних задач.

Необхідною умовою, яка задовольняє алгоритм, є *детермінованість*, або *визначеність*. Це означає, що виконання команд алгоритму відбувається у єдиний спосіб та призводить до однакового результату для однакових вхідних даних.

Вхідні дані алгоритму можуть бути обмежені набором *припустимих вхідних даних*. Застосування алгоритму до неприпустимих вхідних даних може призводити до того, що алгоритм ніколи не зупиниться, або потрапить в тупиковий стан ([зависання](#)) з якого не зможе продовжити виконання.

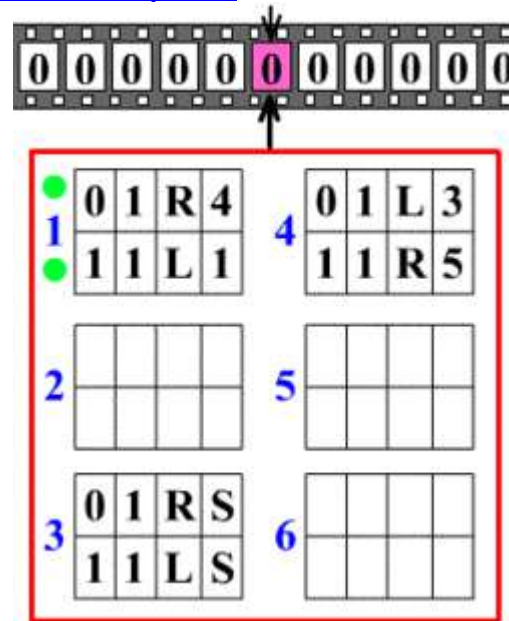
Формальне визначення

Різноманітні теоретичні проблеми [математики](#) та прискорення розвитку [фізики](#) та техніки поставили на порядок денний точніше визначення поняття алгоритму.

Перші спроби уточнення поняття алгоритму та його дослідження здійснювали в першій половині [XX століття](#) [Алан Тюринг](#), [Еміль Пост](#), [Жак Ербран](#), [Курт Гедель](#), [Андрій Марков](#), [Алонзо Черч](#). Було розроблено декілька означень поняття алгоритму, але згодом було з'ясовано, що всі вони визначають одне й те саме поняття (див. [теза Черча](#)).

Машина Тюринга

Докладніше: [Машина Тюринга](#)



Схематична ілюстрація роботи машини Тюринга.

Основна ідея, що лежить в основі машини Тюринга, дуже проста. Машина Тюринга — це абстрактна машина ([автомат](#)), що працює зі стрічкою окремих комірок, в яких записано символи. Машина також має голівку для запису та читання символів із комірок, яка може рухатись вздовж стрічки. На кожному кроці машина зчитує символ з комірки, на яку вказує голівка, та, на основі зчитаного символу й внутрішнього стану робить наступний крок. При цьому, машина може змінити свій стан, записати інший символ в комірку, або пересунути голівку на одну комірку ліворуч або праворуч.

На основі дослідження цих машин було висунуто *тезу Тюринга* (основна гіпотеза алгоритмів):

Для знаходження значень функції, заданої в деякому алфавіті, тоді і лише тоді існує деякий алгоритм, коли функція обчислювана за Тюрингом, тобто, коли її можна обчислити на додатній машині Тюринга.

Ця теза є [аксіомою](#), [постулатом](#), і не може бути доведена математичними методами, оскільки алгоритм не є точним математичним поняттям.

Рекурсивні функції

Докладніше: [Рекурсивні функції](#)

З кожним алгоритмом можна зіставити функцію, яку він обчислює. Однак постає питання, чи можна довільній функції зіставити [машину Тюринга](#), а якщо ні, то для яких функцій існує алгоритм? Дослідження цих питань призвело до створення в [1930-их](#) роках теорії рекурсивних функцій.

Клас обчислюваних функцій було описано в спосіб, що нагадує побудову деякої [аксіоматичної теорії](#) на базі системи [аксіом](#). Спочатку було вибрано найпростіші функції, обчислюваність яких очевидна. Потім було сформульовано правила (оператори) побудови нових функцій на основі вже існуючих. Необхідний клас функцій складається з усіх функцій, які можна отримати з найпростіших застосуванням операторів.

Подібно тезі Тюринга в теорії обчислюваних функцій висунуто гіпотезу, що має назву теза Черча:

Числова функція тоді і лише тоді алгоритмічно обчислювана, коли вона частково рекурсивна.

Доведення того, що клас обчислюваних функцій збігається з обчислюваними за Тюрингом відбувається в два кроки: спочатку доводять обчислюваність найпростіших функцій на машині Тюринга, а потім — обчислюваність функцій, отриманих внаслідок застосування операторів.

Таким чином, неформально алгоритм можна визначити як чітку систему інструкцій, що визначають дискретний детермінований процес, який веде від початкових даних (на вході) до шуканого результату (на виході), якщо він існує, за скінченну кількість кроків; якщо шуканого результату не існує, алгоритм або ніколи не завершує роботу, або заходить у глухий кут.

Нормальні алгорифми Маркова

Докладніше: Нормальні алгорифми

Нормальні алгорифми Маркова — це система послідовних застосувань підстановок, які реалізують певні процедури отримання нових слів з базових, побудованих із символів деякого алфавіту. Як і машини Тюринга, нормальні алгоритми не виконують самих обчислень: вони лише виконують перетворення слів шляхом заміни літер за заданими правилами.

Нормально обчислюваною називають функцію, яку можна реалізувати нормальним алгоритмом. Тобто, алгоритмом, який кожне слово з множини припустимих даних функції перетворює на її вихідні значення.



Творець теорії нормальних алгоритмів А. А. Марков висунув гіпотезу, яка отримала назву *принцип нормалізації Маркова*:

Для знаходження значень функції, заданої в деякому алфавіті, тоді і лише тоді існує деякий алгоритм, коли функція нормально обчислювана.

Подібно до тез Тюринга та Черча, принцип нормалізації Маркова не може бути доведений математичними засобами.

Стохастичні алгоритми

Докладніше: Стохастичні алгоритми

Однак, наведене вище формальне визначення алгоритму в деяких випадках може бути надто строгим. Інколи виникає потреба у використанні випадкових величин. Алгоритм, робота якого визначається не лише вхідними даними, але й значеннями отриманими з генератора випадкових чисел, називають *стохастичним* (або рандомізованим, від англ. *randomized algorithm*). Формально, такі алгоритми не можна називати *алгоритмами* оскільки існує ймовірність (близька до нуля), що вони не зупиняться. Проте, стохастичні алгоритми часто бувають ефективнішими за детерміновані, а в окремих випадках — єдиним способом розв'язати задачу.

На практиці замість генератора випадкових чисел використовують генератор псевдовипадкових чисел.

Однак слід відрізнити стохастичні *алгоритми* та *методи*, які дають із високою ймовірністю правильний результат. На відміну від методу, алгоритм дає коректні результати навіть після тривалої роботи.

Деякі дослідники припускають можливість того, що стохастичний алгоритм дасть із певною наперед відомою ймовірністю неправильний результат. Тоді стохастичні алгоритми можна поділити на два типи:

- алгоритми *типу Лас-Вегас* завжди дають коректний результат, але час їхньої роботи невизначений.
- алгоритми *типу Монте-Карло*, на відміну від попередніх, можуть давати неправильні результати з відомою ймовірністю (їх часто називають методами Монте-Карло).

Інші формалізації

Для деяких задач названі вище формалізми можуть ускладнювати пошук розв'язків та здійснення досліджень. Для подолання перешкод було розроблено як модифікації «класичних» схем, так і створено нові моделі алгоритму. Зокрема, можна назвати:

- багатострічкову та недетерміновану машину Тюринга;
 - регістрову та РАМ машину — прототип сучасних комп'ютерів та віртуальних машин;
 - Скінченні та клітинні автомати
- та інші.

Нумерація алгоритмів

Нумерація алгоритмів відіграє важливу роль в їхньому дослідженні та аналізі. Оскільки будь-який алгоритм можна задати у вигляді скінченного слова (представити у вигляді скінченної послідовності символів деякого алфавіту), а множина всіх скінченних слів у скінченному алфавіті зліченна, то множина всіх алгоритмів також зліченна. Це означає існування взаємно однозначного відображення між множиною натуральних чисел та множиною алгоритмів, тобто можливість присвоїти кожному алгоритму номер.

Нумерація алгоритмів є, водночас, і нумерацією всіх алгоритмічно обчислюваних функцій, при чому, будь-яка функція може мати нескінченну кількість номерів.

Існування нумерації дозволяє працювати з алгоритмами так само, як з числами. Особливо корисна нумерація в дослідженні алгоритмів, що працюють з іншими алгоритмами.

Алгоритмічно нерозв'язні задачі

Докладніше: Алгоритмічна обчислюваність

Формалізація поняття алгоритму дозволила дослідити існування задач, для яких не існує алгоритмів пошуку розв'язків. Згодом було доведено неможливість алгоритмічного обчислення розв'язків ряду задач, що робить неможливим їхнє розв'язання на будь-якому обчислювальному пристрої.

Функцію f називають *обчислюваною* (англ. *computable*), якщо існує машина Тюринга, яка обчислює значення f для всіх елементів множини визначення функції. Якщо такої машини не існує, функцію f називають *необчислюваною*. Функція вважатиметься необчислюваною навіть, якщо існують машини Тюринга, здатні обчислити значення для підмножини з усієї множини вхідних даних.

Випадок, коли результатом обчислення функції f є булеве значення *істина* або *неправда* (або множина $\{0, 1\}$) називають *задачею*, яка може бути *розв'язною*, або *нерозв'язною* в залежності від обчислюваності функції f .

Важливо точно вказувати припустиму множину вхідних даних, оскільки задача може бути розв'язною для однієї множини та нерозв'язною для іншої.

Однією з перших задач, для якої було доведено нерозв'язність є проблема зупинки. Формулюється вона наступним чином:

Маючи опис програми для машини Тюринга, визначити, чи завершить роботу програма за скінченний час, чи працюватиме нескінченно, отримавши будь-які вхідні дані.

Доведення нерозв'язності проблеми зупинки важливе тим, що до неї можна *звести* інші задачі. Наприклад, проблему зупинки на порожній стрічці (визначити для заданої

машини Тюринга чи зупиниться вона, будучи запущена на порожній стрічці) можна звести до простої задачі зупинки, довівши, тим самим, її нерозв'язність.

Аналіз алгоритмів

Доведення коректності

Докладніше: [Формальні методи](#)

Разом з поширенням [інформаційних технологій](#) збільшився ризик програмних збоїв. Одним зі способів уникнення помилок в алгоритмах та їхніх реалізаціях є доведення коректності систем математичними засобами.

Використання математичного апарату для аналізу алгоритмів та їхньої реалізацій називають [формальними методами](#). Формальні методи передбачають застосування [формальних специфікацій](#) та, зазвичай, набору інструментів для [синтаксичного аналізу](#) та доведення властивостей [специфікацій](#). Абстрагування від деталей реалізації дозволяє встановити властивості системи незалежно від її реалізації. Крім того, точність та однозначність математичних тверджень дозволяє уникнути багатозначності та неточності природних мов.

За гіпотезою [Річарда Мейса](#) «уникнення помилок краще за усунення помилок». За [гіпотезою Хоара](#) «доведення програм розв'язує проблему коректності, документації та сумісності». Доведення коректності програм дозволяє виявляти їхні властивості по відношенню до всього діапазону вхідних даних. Для доведення коректності програм, поняття коректності було розширене на два типи:

- *Часткова коректність* — програма дає коректний результат для тих випадків, коли вона завершується.
- *Повна коректність* — програма завершує роботу та видає коректний результат для всіх елементів з діапазону вхідних даних.

Під час доведення коректності порівнюють текст програми зі специфікацією бажаного співвідношення вхідних-вихідних даних. Для доведень типу Хоара ця специфікація має вигляд [тверджень](#), які називають [перед-](#) та [післяумовами](#). В сукупності з самою програмою, їх ще називають трійками Хоара. Ці твердження записують:

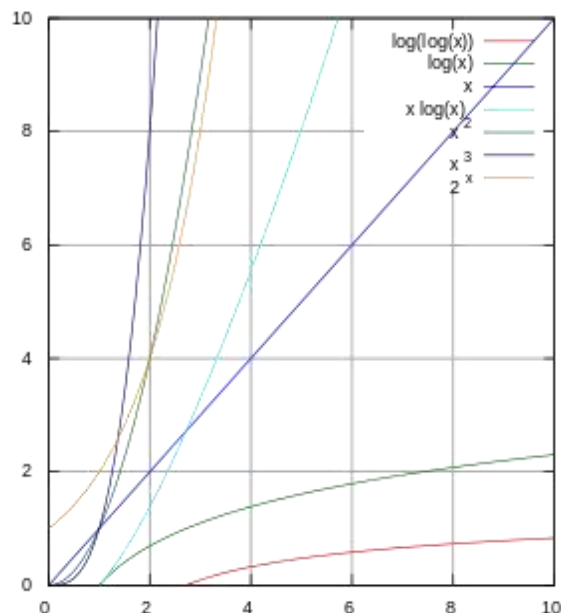
$$P\{Q\}R$$

де P — це передумова, що має виконуватись перед запуском програми Q , а R — післяумова, правильна після завершення роботи програми.

Формальні методи було успішно застосовано до широкого кола задач, зокрема: розробка [електронних схем](#), [штучного інтелекту](#), систем, чутливих до надійності, безпечності, автоматичних систем на [залізницях](#), [верифікації мікропроцесорів](#), специфікації стандартів та специфікації і верифікації програм.

Час роботи

Графіки функцій наведених в таблиці.



Поширеним критерієм оцінки алгоритмів є час роботи та порядок зростання тривалості роботи в залежності від обсягу вхідних даних.

Кожній конкретній задачі зіставляють деяке число, яке називають її *розміром*. Наприклад, розміром задачі обчислення [добутку матриць](#) може бути найбільший розмір матриць-множників, для задач на [графах](#) розміром може бути кількість ребер графа.

Час, який витрачає алгоритм як функція від розміру задачі n , називають *часовою складністю* цього алгоритму $T(n)$. Асимптотику поведінки цієї функції при збільшенні розміру задачі називають *асимптотичною часовою складністю*, а для її позначення використовують [нотацію Ландау](#) (велике O).

Саме асимптотична складність визначає розмір задач, які алгоритм здатен обробити. Наприклад, якщо алгоритм обробляє вхідні дані розміром n за час cn^2 , де c — деяка стала, то кажуть, що часова складність такого алгоритму $O(n^2)$.

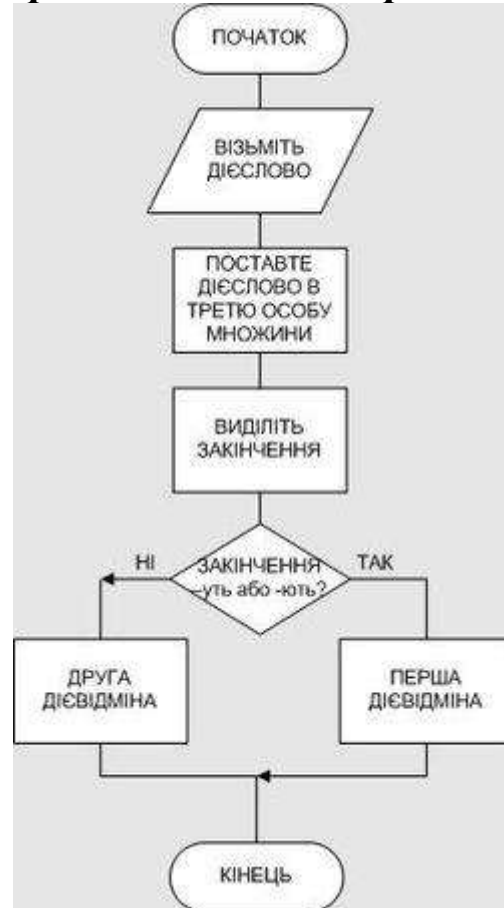
Часто, під час розробки алгоритму намагаються зменшити асимптотичну часову складність для найгірших випадків. На практиці ж, трапляються випадки, коли достатнім є алгоритм, який «зазвичай» працює швидко.

Грубо кажучи, аналіз середньої асимптотичної часової складності можна поділити на два типи: *аналітичний* та *статистичний*. Аналітичний метод дає точніші результати, але складний у використанні на практиці. Натомість статистичний метод дозволяє швидше здійснювати аналіз складних задач.

В наступній таблиці наведено поширені асимптотичні складності з коментарями.

Складність	Коментар	Приклади
$O(1)$	Сталий час роботи не залежно від розміру задачі	Очікуваний час пошуку в хеші
$O(\log \log n)$	Дуже повільне зростання необхідного часу	Очікуваний час роботи інтерполуючого пошуку n елементів
$O(\log n)$	Логарифмічне зростання — подвоєння розміру задачі збільшує час роботи на сталу величину	Обчислення x^n ; двійковий пошук в масиві з n елементів
$O(n)$	Лінійне зростання — подвоєння розміру задачі подвоїть і необхідний час	Додавання/віднімання чисел з n цифр; лінійний пошук в масиві з n елементів
$O(n \log n)$	Лінеаритмічне зростання — подвоєння розміру задачі збільшить необхідний час трохи більше ніж вдвічі	Сортування злиттям або купою n елементів; нижня границя сортування порівнянням n елементів
$O(n^2)$	Квадратичне зростання — подвоєння розміру задачі вчетверо збільшує необхідний час	Елементарні алгоритми сортування
$O(n^3)$	Кубічне зростання — подвоєння розміру задачі збільшує необхідний час у вісім разів	Звичайне множення матриць
$O(c^n)$	Експоненціальне зростання — збільшення розміру задачі на 1 призводить до c -кратного збільшення необхідного часу; подвоєння розміру задачі підносить необхідний час у квадрат	Деякі задачі комівояжера , алгоритми пошуку повним перебором

Представлення алгоритмів



Блок-схема алгоритму визначення дієвідміни в дієслові.

У процесі розробки алгоритму можуть використовуватись різні способи його опису, які відрізняються за простотою, наочністю, компактністю, мірою формалізації, орієнтації на машинну реалізацію тощо.

Форми запису алгоритму:

- словесна або вербальна (мовна, формульно-словесна);
- псевдокод (формальні алгоритмічні мови);
- схемна:
 - структурограми (схеми Нассі-Шнайдермана);
 - графічна (блок-схема, виконується за вимогами стандарту).

Властивості алгоритмів

Алгоритми мають ряд важливих властивостей:

Скінченність

Алгоритм має завжди завершуватись після виконання скінченної кількості кроків. Процедуру, яка має решту характеристик алгоритму, без, можливо, скінченності, називають *методом обчислень*.

Дискретність

Процес, що визначається алгоритмом, можна розчленувати (розділити) на окремі елементарні етапи (кроки), кожен з яких називається кроком алгоритмічного процесу чи алгоритму.

Визначеність

Кожен крок алгоритму має бути точно визначений. Дії, які необхідно здійснити, повинні бути чітко та недвозначно визначені для кожного можливого випадку.

Вхідні дані

Алгоритм має деяку кількість (можливо, нульову) вхідних даних, тобто, величин, заданих до початку його роботи або значення яких визначають під час роботи алгоритму.

Вихідні дані

Алгоритм має одне або декілька вихідних даних, тобто, величин, що мають досить визначений зв'язок із вхідними даними.

Ефективність

Алгоритм вважають ефективним, якщо всі його оператори досить прості для того, аби їх можна було точно виконати за скінченний проміжок часу з допомогою олівця та аркушу паперу.

Масовість

Властивість алгоритму, яка полягає в тому, що алгоритм повинен забезпечувати розв'язання будь-якої задачі з класу однотипних задач за будь-якими вхідними даними, що належать до області застосування алгоритму.

Приклад:

В якості прикладу можна навести [алгоритм Евкліда](#).

Алгоритм Евкліда — ефективний метод обчислення [найбільшого спільного дільника](#) (НСД). Названий на честь [грецького математика Евкліда](#), один з найдавніших **алгоритмів**, що досі використовують. Описаний в [Началах Евкліда](#) (приблизно [300 до н. е.](#)), а саме, в книгах VII та X. У сьомій книзі алгоритм описано для [цілих чисел](#), а в десятій — для довжин відрізків.

Історія

Власне перші мови програмування з'явилися задовго до появи перших комп'ютерів. Ще в 19-му столітті існували "програмовані" ткацькі верстати та піаніно-програвачі, спосіб програмування нагадує так звані [предметно-орієнтовані мови програмування](#). На початку 20-го століття починають використовуватись [перфокарти](#), та механічна обробка даних. В 1930 -1940 рр. виникає [лямбда-числення](#) та [машина Тюринга](#), які застосовували математичну абстракцію для опису алгоритмів. Лямбда-числення згодом здійснило вплив на проектування мов програмування.

В 1940 роках створюються перші електричні, двійкові комп'ютери. Вважається, що першу мову [програмування](#) високого рівня — [Планкалькюль](#) (нім. *Plankalkül*) розробив німець [Конрад Цузе](#) в період [1943 -1945](#) році, але в той час вона не була реалізована і не одержала уваги. Реалізацією мови зайнялися і здійснили лише в 1998-2000 роках.

У кінці 40-их — початку 50-их застосовувалися [інтерпретовані](#) системи кодування, коли певні команди мови програмування кодувалися числами, які уже інтерпретувалися [машинним кодом](#). Ці системи називалися «автоматичним програмуванням», були простішими для програмування, ніж машинні коди, але могли мати значно меншу (до 50 разів) швидкодію, через що часто надавали перевагу машинним [кодам](#). До таких систем належали — [Short Code](#) для [BINAC](#) (1949) і [UNIVAC I](#) (1952), [Speedcoding](#) для [IBM 701](#), розроблена [Джоном Бекусом](#) у 1954.

Першою широкоживаною [компільованою](#) мовою став розроблений групою [Джона Бекуса](#) [Фортран](#), анонсований у 1954 році і випущений у 1957 для [IBM 704](#). Основним призначенням Фортрану були швидкі наукові обчислення, оголошувалося що швидкодія згенерованого [компілятором](#) коду майже не відрізнятиметься від машинного коду написаного вручну. Уже у квітні [1958](#) близько половини програм для [IBM 704](#) були написані на Фортрані. Випущений у 1958 році Фортран II дозволяв незалежну



компіляцію підпрограм, що дозволило створювати більші програми, оскільки низька надійність [IBM 704](#) не дозволяла скомпілювати без збоїв велику програму (понад 300—400 рядків) одразу. Розроблений у [1960—1962](#) роках Фортран IV був однією з найпоширеніших мов того часу і лишився стандартною версією Фортрану до появи у [1978](#) році [Фортран 77](#).

У 1958 році у [MIT](#) розробили [LISP](#) — першу [функційну мову](#), яка понад чверть століття домінувала у програмуванні задач [штучного інтелекту](#).

У кінці 1950-их почали розроблятися різні мови програмування. У 1958 році декілька значних груп комп'ютерних користувачів у [США](#), включаючи SHARE — групу науковців-користувачів IBM і [USE \(UNIVAC Scientific Exchange\)](#), група науковців-користувачів [UNIVAC](#)) запропонували [ACM](#) заснувати робочу групу зі створення [універсальної мови програмування](#). Також ще у 1955 році німецьке Товариство прикладної математики і механіки ([GAMM](#)) заснувало комітет зі створення універсальної мови програмування. У кінці травня 1958 року було проведено зустріч у Цюриху між ACM і GAMM, на матеріалах якої у грудні опубліковано "[ALGOL 58 Report](#)". На його основі було створено 3 значні реалізації — MAD ([1961](#)), NELIAC ([1963](#)), [JOVIAL \(1963\)](#). З них лише JOVIAL отримав поширення, ставши на чверть століття офіційною мовою програмування у [Військово-морських силах США](#). SHARE і IBM почали створення власної реалізації ALGOL, але припинили, врахувавши витрати на створення і просування Фортрану.

Впродовж [1959](#) року ALGOL 58 широко обговорювався, була запропонована нотація для опису синтаксису мов програмування — [форма Бекуса-Наура](#). У 1960 проведено чергову зустріч і опубліковано ALGOL 60 Report. ALGOL вплинув на багато мов програмування і став стандартною мовою для публікації алгоритмів, але через ряд причин не одержав широкого поширення — він був складним, і не було реалізацій, які підтримували його повністю, відсутність стандартного введення-виведення привела до появи різних несумісних реалізацій, деякі неоднозначності опису мови так і не були розв'язані. Також широкого вжитку уже набув Фортран, і IBM не підтримала ALGOL.

У 1959 році була проведена зустріч у [Пентагоні](#) для створення мови CBL (Common Business Language), засновано комітет з його створення, і у 1960 опубліковано початкову специфікацію [COBOL 60](#), який невдовзі став першою мовою прийнятою у [Міністерстві оборони США](#). У [1968](#) році COBOL було стандартизовано [ANSI](#).

У [1964](#) році було створено спрощену мову [BASIC](#) (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) для навчання програмуванню студентів, які переважно спеціалізувалися у [вільних мистецтвах](#), а не технічних науках.

Тоді як науковці переважно використовували Фортран, а бізнес — COBOL, у 1963 році в IBM вирішили створити універсальні платформу [IBM/360](#) і мову програмування. У стислі терміни до 1965 року було розроблено мову [PL/I](#), яка поєднувала можливості Фортран, ALGOL і COBOL, і виявилась складною, хоча і була у широкому вжитку у 1970-их у наукових і бізнес задачах, також її підмножини ([PL/C](#), [PL/CS](#)) використовувалися для навчання програмуванню.

На початку 1960-их було створено перші мови із динамічною типізацією — [APL](#) і [SNOBOL](#).

[SIMULA 67](#) була першою об'єктно-орієнтованою мовою програмування.

У 1965 році [Ніклаус Вірт](#) і [Тоні Хоар](#) запропонували комітету з розвитку мови ALGOL свою версію, яку згодом назвали ALGOL-W і застосовували для навчання в деяких університетах. Пропозиція була відхилена через незначну кількість змін, на користь значно складнішого ALGOL 68. У ALGOL 68 з'явилися визначення структур даних і динамічні масиви. ALGOL 68 став першою мовою із формальною специфікацією, яка однак була складною для розуміння.

У 1971 році Вірт опублікував опис мови [Pascal](#), яка у 70-их стала загальноновживаною для навчання студентів.

У 1972 році Деніс Річі розробив у [Bell Labs](#) мову [C](#). Тоді ж у Марселі створено інтерпретатор мови [Пролог](#) - першої і найвідомішої мови [логічного програмування](#). [Алан Кей](#) у [Xerox PARC](#) розробив першу широко вживану об'єктно-орієнтовану мову — [Smalltalk](#).

у 1973 [Робін Мілнер](#) в [Единбурзькому університеті](#) створив [ML](#).

У [1975](#) році в [Массачусетському технологічному інституті](#) описано спрощений діалект мови Лісп — [Scheme](#).

У 1976 випущено мову для статистичного програмування [S](#), на базі якої в 1993 році створено [R](#).

У 1977 році випущено [Bourne shell](#).

У 1975 [Міністерство оборони США](#) утворило міжнародну групу для створення нової мови програмування для власних потреб, конкурс у 1979 виграла мова [Ада](#).

У 1981 випущено [dBASE II](#).

У 1984 році з метою об'єднання різних діалектів Ліспу створено [Common Lisp](#). Випущено [MATLAB](#)

У 1985 році [Б'ярн Страуструп](#) опублікував реалізацію мови [C++](#). Тоді ж випущено [AWK](#).

У 1986 році опублікована мова [Objective-C](#) і створено [Erlang](#). Тоді ж [Borland](#) і [Apple](#) незалежно створили об'єктно-орієнтоване розширення мови Pascal - [Object Pascal](#).

У 1987 році створено [Perl](#).

У 1990 році опубліковано [Standard ML](#) і [Haskell](#).

У 1991 році створено [Visual Basic](#) і опубліковано [Python](#).

У 1992 випущено [Oracle 7](#) з підтримкою [PL/SQL](#)

У 1993 році створено [Lua](#).

У 1995 році [Sun Microsystems](#) випустила [Java](#), [Netscape](#) — [JavaScript](#), тоді ж створено [PHP](#) і [Ruby](#).

У 1996 році створено [OCaml](#).

У 2001 році створено [C#](#).

У 2002 році створено [F#](#). У 2003 році створено [Scala](#).

Класифікація мов програмування

Мови класифікують за такими критеріями:

Рівень абстракції.

[Мови програмування](#) високого рівня оперують сутностями ближчими людині, такими як [об'єкти](#), [змінні](#), [функції](#). Мови програмування нижчого рівня оперують сутностями ближчими машині: [байти](#), [адреси](#), інструкції. Текст програми на мові високого рівня зазвичай набагато коротший ніж текст такої самої програми на мові низького рівня, проте програма має більший розмір.

Область застосування.

Універсальні та спеціалізовані. Спеціалізовані мови теж бувають [Тьюрінг-повні](#), та все ж їх область застосування обмежена, як наприклад у мови [shell](#).

Підтримувані парадигми програмування.

[Об'єктно-орієнтовані](#), [логічні](#), [функційні](#), структурні.

[Імперативні мови](#) базуються на ідеї [змінної](#), значення якої змінюється [присвоєнням](#). Вони називаються імперативними (лат. *imperative* - наказовий), оскільки складаються із послідовностей команд, які звичайно містять присвоєння змінних [<назва змінної> = <вираз>](#), де вираз може посилатися на значення змінних присвоєних попередніми командами.

Способи реалізації мов.

Мови програмування можуть бути реалізовані як [компільовані](#) та [інтерпретовані](#).

Програма на компільованій мові за допомогою [компілятора](#) (особливої програми) перетворюється ([компілюється](#)) в машинний код (набір інструкцій) для даного типу

процесора і далі збирається в [виконавчий модуль](#), який може бути запущений на виконання як окрема програма. Іншими словами, компілятор переводить вихідний текст програми з мови програмування високого рівня в двійкові коди інструкцій процесора.

Якщо програма написана на скриптовій мові, то [інтерпретатор](#) безпосередньо виконує ([інтерпретує](#)) вихідний текст без попереднього перекладу. При цьому програма залишається мовою оригіналу і не може бути запущена без інтерпретатора. Процесор комп'ютера, в зв'язку з цим, можна назвати інтерпретатором для машинного коду.

Поділ на компільовані і інтерпретовані мови є умовним. Так, для будь-якої традиційно компілюючої мови, як, наприклад, [Паскаль](#), можна написати інтерпретатор. Крім того, більшість сучасних «чистих» інтерпретаторів не виконують конструкції мови безпосередньо, а компілюють їх в деяке високорівневе проміжне представлення (наприклад, з розіменуванням змінних і розкриттям макросів).

Для будь-якої інтерпритуючої мови можна створити компілятор - наприклад, мова Лісп, початково інтерпретована, може компілюватися без обмежень. Створюваний під час виконання програми код може так само динамічно компілюватися під час виконання.

Як правило, скомпільовані програми виконуються швидше і не вимагають для виконання додаткових програм, так як вже переведені на машинну мову. Разом з тим, при кожній зміні тексту програми потрібно її перекомпіляція, що уповільнює процес розробки. Крім того, скомпільована програма може виконуватися тільки на тому ж типі комп'ютерів і, як правило, під тією ж операційною системою, на яку був розрахований компілятор. Щоб створити виконуваний файл для машини іншого типу, потрібна нова компіляція.

Інтерпретовані мови володіють деякими специфічними додатковими можливостями (див. вище), крім того, програми на них можна запускати відразу ж після зміни, що полегшує розробку. Програма на скриптовій мові може бути найчастіше запущена на різних типах машин та операційних систем без додаткових зусиль.

Однак інтерпретовані програми виконуються помітно повільніше, ніж компільовані, крім того, вони не можуть виконуватися без програми-інтерпретатора.

Деякі мови, наприклад, [Java](#) та [C #](#), перебувають між компільованими і інтерпретованими. А саме, програма компілюється не в машинний код, а в машинно-незалежний код низького рівня, [байт-код](#). Далі байт-код виконується [віртуальною машиною](#). Для виконання байт-коду зазвичай використовується інтерпретація, хоча окремі його частини для прискорення роботи програми можуть бути трансльовані в машинний код безпосередньо під час виконання програми за технологією компіляції «на льоту» (Just-in-time compilation, [JIT](#)). Для Java байт-код виповнюється віртуальною машиною Java (Java Virtual Machine, [JVM](#)), для C # - [Common Language Runtime](#).

Подібний підхід у деякому сенсі дозволяє використовувати плюси як інтерпретаторів, так і компіляторів. Слід згадати, що є мови, які мають і інтерпретатор, і компілятор ([Форт \(Forth\)](#)).

П'ять поколінь мов програмування

Інколи розрізняють п'ять поколінь мов програмування, щоправда даний поділ є спірним:

Перше покоління

Початок 1950-х років — мови перших комп'ютерів. Перша мова [асемблера](#), створена за принципом «одна інструкція — один рядок».

Основна відмінна риса: орієнтування на конкретний тип [комп'ютера](#) (мікропроцесорної системи).

Друге покоління

Кінець 1950-х — початок 1960-х р.р. Розроблено символічний асемблер, в якому з'явилося поняття змінної. Це перша повноцінна мова програмування.

Основна відмінна риса: орієнтування на абстрактний комп'ютер з такою ж системою команд.

Третє покоління

1960-ті — мови програмування високого рівня. Їхні характеристики:

- відносна простота;
- незалежність від конкретного комп'ютера;
- можливість використання потужних синтаксичних конструкцій.

Простота мов дає змогу писати невеликі програми і людям, які не є професійними [програмістами](#).

Основна відмінна риса мови третього покоління: орієнтування на алгоритм (алгоритмічні мови). Приклади: Fortran, COBOL, ALGOL. Всього у світі існує близько 200 популярних мов програмування третього рівня.

Четверте покоління

Початок 1970-х — до сьогодення. Створюються мови, призначені для реалізації великих проектів. Проблемно-орієнтовані мови, що оперують конкретними поняттями вузької галузі. Як правило, в такі мови вбудовують потужні оператори, що дозволяють одним рядком описувати функції, для опису яких мовами молодших поколінь потрібно було б сотні чи навіть тисячі рядків початкового коду, щоправда навіть мови, які відносять до перших поколінь (низького програмування) зараз мають доволі обширні бібліотеки функцій.

Часто відносять: [SQL](#), [SGML](#) ([HTML](#), [XML](#)), [Prolog](#), та багато інших вузькоспеціалізованих декларативних мов. Щоправда ряд мов, які відносять до четвертого покоління, не є мовами програмування як такими. Наприклад [SQL](#) є мовою запитів до баз даних, [HTML](#) є мовою розмітки гіпертексту, і не є повноцінними мовами програмування, скоріше вони виступають своєрідними спеціалізованими доповненнями до мов програмування. Теж саме стосується [XML](#).

Основна відмінна риса мови четвертого покоління: наближення до людської мови (декларативні мови).

Деякі мови мають риси одночасно і третього і четвертого поколінь.

П'яте покоління

П'ятого покоління мов програмування поки що **не існує**.

Виробники пропрієтарних програмних продуктів часто намагаються приписати своїм продуктам якісь маркетингові особливості, і деколи вказують що їхній продукт — це «мова п'ятого покоління». Насправді, всі ці продукти — це просто середовища для прискореного створення продуктів (Rapid Application Development — RAD), і використовують мови третього та четвертого поколінь.

Мова п'ятого покоління витіснить чи суттєво потіснить мови третього (напр. Java) і четвертого покоління (напр. SQL) за рахунок значно збільшеної продуктивності праці програміста — в 10-1000 разів. За прогнозами, 5GL буде оперувати мета-мета-даними.

Наразі існує єдина мова, яка працює з мета-мета-даними, — це мова команд менеджерів пакетів чи менеджерів залежностей, таких як apt, yum, smart, maven, cran та інші. Вони оперують над метаданими про метадані про дані у пакетах. Використання apt-get, yum та smart дійсно надзвичайно підвищило продуктивність системних адміністраторів — приблизно в 1000-у разів. Використання менеджерів залежностей, таких як maven, cran, rakudo, pim, easy_install, дійсно значно підвищило продуктивність програмістів, приблизно в 10 разів. Проте, ці мови є мовами командного рядка і не є мовами програмування.

Мови програмування низького рівня

Перші комп'ютери доводилось програмувати [двійковими машинними кодами](#). Проте програмувати таким чином — доволі трудомістка і важка задача. Для спрощення цієї задачі почали з'являтися [мови програмування низького рівня](#), які дозволяли

задавати машинні команди в зрозумілішому для людини вигляді. Для перетворення їх у двійковий код були створені спеціальні програми — транслятори.

Машинний код		Асемблер	
0005	B4 09	7	mov AH, 09h
0007	BA 0000	8	mov DX, offset msg
00A	CD 21	9	int 21 h

Приклад [машинного коду](#) і представлення його на [асемблері](#)

Транслятори поділяються на:

- [компілятори](#) — перетворюють текст програми в машинний код, який можна зберегти і після цього використовувати уже без [компілятора](#) (прикладом є виконувальні файли з розширенням *.exe).
- [інтерпретатори](#) — перетворюють частину програми в машинний код, виконують і після цього переходять до наступної частини. При цьому щоразу при виконанні програми використовується [інтерпретатор](#).

Прикладом мови низького рівня є [асемблер](#). Мови низького рівня орієнтовані на конкретний тип [процесора](#) і враховують його особливості, тому для перенесення програми на асемблері на іншу апаратну платформу її потрібно майже цілком переписати. Певні відмінності є і в синтаксисі програм під різні компілятори. Щоправда, [центральні процесори](#) для комп'ютерів фірм [AMD](#) та [Intel](#) практично сумісні і відрізняються лише деякими специфічними командами. А ось спеціалізовані процесори для інших пристроїв, наприклад, відеокарт, телефонів містять суттєві відмінності.

Переваги

За допомогою мов низького рівня створюються ефективні і компактні програми, оскільки розробник отримує доступ до всіх можливостей [процесора](#).

Недоліки

- [Програміст](#), що працює з мовами низького рівня, має бути високої кваліфікації, добре розуміти будову [мікропроцесорної системи](#), для якої створюється програма. Так, якщо програма створюється для [комп'ютера](#), потрібно знати будову комп'ютера і, особливо, влаштування і особливості роботи його процесора.
- результуюча програма не може бути перенесена на [комп'ютер](#) або [пристрій](#) з іншим типом [процесора](#).
- значний час розробки великих і складних програм.

Мови низького рівня, як правило, використовують для написання невеликих системних програм, [драйверів](#) пристроїв, модулів стиків з нестандартним обладнанням, програмування спеціалізованих мікропроцесорів, коли найважливішими вимогами є компактність, швидкодія і можливість прямого доступу до апаратних ресурсів.

- [Асемблер](#) — мова низького рівня, що широко застосовується і досі.

Мови програмування високого рівня

Можна сказати є зрозумілішими людині, ніж комп'ютеру. Особливості конкретних комп'ютерних архітектур в них не враховуються, тому створені програми легко переносяться з комп'ютера на комп'ютер. Здебільшого достатньо просто [перекомпілювати](#) програму під певну комп'ютерну архітектурну та операційну систему. Розробляти програми на таких мовах значно простіше і помилок допускається менше. Значно скорочується час розробки програми, що особливо важливо при роботі над великими програмними проектами.

Наразі у середовищі розробників вважається, що мови програмування, які мають прямий доступ до пам'яті та регістрів або мають асемблерні вставки, потрібно вважати

мовами програмування з низьким рівнем абстракції. Тому більшість мов, які вважалися мовами високого рівня до 2000-го року зараз вже такими не вважаються.

- [Адресна мова програмування](#)
- [Фортран](#)
- [Кобол](#)
- [Алгол](#)
- [Pascal](#)
- [Java](#)
- [C](#)
- [C++](#)
- [Objective C](#)
- [Smalltalk](#)
- [C#](#)
- [Delphi](#)

Недоліком мов високого рівня є більший розмір програм порівняно з програмами на мові низького рівня. Тому в основному мови високого рівня використовуються для розробок програмного забезпечення комп'ютерів, і пристроїв, які мають великий обсяг пам'яті. А різні підвиди асемблеру застосовуються для програмування інших пристроїв, де критичним є розмір програми.

Питання до самоконтролю:

1. Історія розвитку операційних систем.
2. Історія розвитку мов програмування, теорії програмування та алгоритмів.
3. Історія розвитку комп'ютерних ігор.

ЛІТЕРАТУРА

1. Апокин И.А., Майстров Л.Е. Развитие вычислительных машин. М., Наука, 1974
2. Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее и будущее. В кн.: Труды международного симпозиума по истории создания первых ЭВМ и вкладу европейцев в развитие компьютерных технологий. Киев. 5-9 октября 1998 г.
3. Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. Киев, 1995.
4. Малиновский Б.Н. Очерки по истории компьютерной науки и техники на Украине. Киев, Феникс, 1998.
5. Малиновский Б.Н. Первая отечественная ЭВМ и ее создатели (к 40-летию ввода МЭСМ в регулярную эксплуатацию). УСИМ, 1992, № S, с. 3-15.
6. Очерки истории информатики в России. Сб. Сост. Д.А. Поспелов, А.Я. Фет. Новосибирск, Науч.-изд. центр объедин. ин-та биологии, геофизики и минералогии СО РАН, 1998.
7. . Lee J. A. N. Computer pioneers. IEEE Computer Society Press, 1994.
8. Бурцев В.С. Научное наследие академика С.А. Лебедева. Кибернетика и вычислительная техника, 1982, вып. 1.
9. Хоменко Л.Г. Этап идеологической реабилитации кибернетики и создания первых ВЦ (1955-1959 гг.). УСИМ, 1992, № 1/2, с. 16-26.
10. Хоменко Л.Г. История информатики в СССР. Киев, 1998.
11. Landis E. M. About mathematics at Moscow state university in the late 1940 and early 1950s. In: History of mathematics. Ed. S. Zdravkovska and P. Eldiuren. New York - London 1993. V. 6: Golden years of Moscow mathematics, p. 55-73.
12. Мизин И.А., Филинов Е.Н. Основоположник информатики. Вестник РАН, 1998, №4.
13. Пройдаков Э.М. Turbo-Prolog версии 2.0
14. Пройдаков Э.М. Word-Basic
15. Н. П. Брусенцов. Блуждание в трех соснах (Приключения диалектики в информатике).
16. А. П. Ершов, М. Р. Шура-Бура. Становление программирования в СССР. Новосибирск, 1967 г.
17. Малиновського Б.М. Забута "Розумова машина" професора О.М.Щукарева. // "Вісник НАНУ", N2, 2000.
18. Г.П.Поваров, А.С.Петров. "Російські логічні машини". Кібернетика і логіка. АН СРСР. 1978 р.
19. Лункий А.Е. Памяти профессора А.Н.Щукарева // Вестник Харьковского политехнического института. Химия и химическая технология органических веществ. 1966. Вып.1, с.121-123.
20. Б.Н. Малиновский. Академик С.А.Лебедев, Киев, 1992, 126 стр., 30 фотографий, ISBN 5-12-003975-8

21. Б.Н. Малиновский. Академик В.М.Глушков, Киев, 1993, 140 стр., 50 фотографий, ISBN 5-12-003983-9
22. Информатика. Энциклопедический словарь для начинающих. / Под редакцией Д.А.Поспелова. М.: Педагогика-Пресс, 1994.
23. Г.Копылов. Из рукописи пробного учебника. // ИНФО, 1988, N5, с. 19.
24. Норберт Винер. Кибернетика или управление или связь в животном и машине. / Под редакцией Г.Н.Поварова. Гл.8. Информация, язык и общество. М.: Учпедгиз, 1958.
25. В.И. Тихонов Основные события в развитии вычислительной техники и информационных технологий. 1946 - 2000 гг.
26. Лесли Гоффа, Мэри Арандел, Лауры Хант, Стефани Маккен, Тома Даффи и Наталии Дубовой в еженедельнике "ComFluterWorld / Россия" (1999,©32-48; 2000 ©1-33).
27. Б. Л. Палеев Fidonet - Сеть друзей
28. Юрий Травников. Ада Лавлейс: Полет на крыльях маЛекціятики
29. Р.С.Гутера и Ю.Л.Полунова "От абака до компьютера" //Из-во "Знание", Москва, 1981г.
30. Г. Семенов Из истории развития криптографии
31. Брусенцов Н. П. Микрокомпьютеры. М., Наука, 1985. 206 с.
32. Жоголев Е. А. Интерпретатор ПОЛИЗ-63. Журн. вычисл. матем. и матем. физики, 1965, с. 509-535.
33. Сидоров С.А. Программирование сверху вниз и организация словаря ДССП // Вопросы кибернетики. М., НИИСИ, 1999, с. 32-44.
34. Брусенцов Н. П., Маслов С. П., Рамиль Альварес Х. Микрокомпьютерная сисЛекція обучения "Наставник". М., Наука, 1990. 223 с.
35. Глинський Я.М., Анохін В.Є., Рязьська В.А. Бейсик. Від Qbasic до Visual Basic .NET: Навч. посібн., 5-те доп. вид. – Львів: "СПД Глинський", 2006. – 192 с.
36. Глинський Я.М., Рязьська В.А. Інтернет. Мережі, HTML і телекомунікації. 4-те доп. вид. – Львів: "СПД Глинський", 2007. – 208 с.
37. Ев. Филинов До полного века осталось еще 10 лет К 90-летию корпорации IBM // PC Week/RE №40, 2001 г., стр. 31.
38. Л. Черняк. Изобретатель мыши, но не только
39. Вл. Липаев. Из истории развития отечественной вычислительной техники для военных систем управления в реальном времени фундаментальны исследований.
40. Виртуальный музей вычислительной техники <http://www.computer-museum.ru>
41. Частиков А. П. Архитекторы компьютерного мира. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

WEB ресурси

<http://informat444.narod.ru/museum>

<http://ukrainiancomputing.org>