

ПЕРШИЙ КОМП'ЮТЕР В КОНТИНЕНТАЛЬНІЙ ЄВРОПІ  
БУВ СТВОРЕНИЙ У КИЄВІ

THE FIRST COMPUTER IN THE CONTINENTAL EUROPE  
WAS CREATED IN KIEV

*Б. Н. Малиновський*  
*B. Malinovsky*

**«Зберігати довічно»**

У грудні 1976 р. відбулося засідання вченої ради Інституту кібернетики АН УРСР, присвячене 25річчю введення в регулярну експлуатацію першої у континентальній Європі Малої електронної лічильної машини («МЭСМ»), створеної в Інституті електротехніки АН УРСР під керівництвом Сергія Олексійовича Лебедева (1902–1974).

У своєму виступі на засіданні директор Інституту академік В. М. Глушков так оцінив його новаторське творче досягнення:

«Незалежно від зарубіжних учених С. О. Лебедев розробив принципи побудови комп'ютера з програмою, яка зберігається в оперативній пам'яті. Під його керівництвом створено перший в континентальній Європі комп'ютер, у стислі строки розв'язано важливі науковотехнічні завдання, чим було закладено радянську школу програмування. Опис «МЭСМ» — перший у країні підручник з обчислювальної техніки. «МЭСМ» стала прототипом великої електронної лічильної машини «БЭСМ». Лабораторія С. О. Лебедева — це організаційний зародок Обчислювального центру — пізніше Інституту кібернетики АН УРСР».

Твердження В. М. Глушкова про те, що С. О. Лебедев, незалежно від учених Заходу, розробив принципи по-

**“Story eternally”**

In December 1976 the academic council conference of the Institute of Cybernetics Academy of Science of the Ukrainian SSR was devoted to the 25 years of exploitation of the first in the continental Europe Small Electronic Computing machine (MESM), which was created in the Institute of Electrical Engineering AS Ukr.SSR under the Sergei Lebedev leadership (1902–1974).

The head of the Institute academician Victor Glushkov evaluated Lebedev's innovative and creative achievements in the following words: “Independently of foreign scientists, S. Lebedev elaborated the construction principles for the computer with program that can be stored in operating memory. Under his supervision the first computer in the continental Europe was created, important scientific and technical tasks were resolved in the short terms and the Soviet school of programming was founded. The MESM description became the first country textbook on computer engineering. The MESM served as prototype for the Big Electronic Computing Machine BESM. The laboratory of S. Lebedev is the Computing Center organizational germ, that later transformed into the Institute of Cybernetics”.

будови комп'ютера з програмою, яка зберігається в пам'яті — принципово важливий момент. Саме зберігання програми в оперативній пам'яті стало завершальним кроком у розвитку перших комп'ютерів. На Заході цей етап пов'язують з ім'ям Джона фон Неймана. Оскільки висловлювання В. М. Глушкова підтверджено низкою архівних документів і спогадами людей, які працювали з С. О. Лебедевим, можна стверджувати, що поряд із Джоном фон Нейманом С. О. Лебедев є розробником принципу збереження програми в оперативній пам'яті комп'ютера.

На засіданні закритої вченої ради інститутів електротехніки і теплоенергетики АН УРСР від 8 січня 1951 р. (протокол №1) С. О. Лебедев, відповідаючи на поставлені йому запитання після доповіді про «МЭСМ», сказав:

«У мене є дані по 18 машинах, розроблених американцями, ці дані мають характер реклами, без будь-яких відомостей, як машини побудовані», і далі: «Використовувати зарубіжний досвід важко, оскільки опубліковані відомості дуже скупі».

У короткій записці, надісланій в АН СРСР на початку 1957 р., С. О. Лебедев констатує: «У 1948–1949 рр. мною були розроблені основні принципи побудови подібних машин. Враховуючи їхнє виняткове значення для народного господарства, а також відсутність в СРСР будь-якого досвіду їх побудови та експлуатації, я прийняв рішення якнайшвидше створити малу електронну лічильну машину, на якій можна було б досліджувати основні принципи побудови, перевірити методику розв'язання окремих задач і нагромадити експлуатаційний досвід».

Не випадково «МЭСМ» спочатку розшифровувалася як «Модель электронной счетной машины», і лише пізніше слово «Модель» було замінено на слово «Малая».

У згаданому вище протоколі С. О. Лебедев відзначив: «За даними зарубіжної літератури, проектування і створення машини триває 510 років,

The statement that S. Lebedev elaborated the construction principles for the computer with a program stored in memory independently of western scientists, expressed by V. Glushkov, is fundamentally important. Namely, storage of the program in the operating memory was the final step in the first computers development. In western countries this stage is linked to the name of John von Neumann. And as the words of V. Glushkov are supported by the series of archival documents and his colleagues' statements, we can assert that Lebedev was a developer of the stored-program computer principle as well as John von Neumann.

On January 8, 1951, at the Institute of Electrical Engineering and the Institute of Heat and Power Engineering, AS Ukr.SSR, academic council private session (minutes 1) Lebedev reported on MESM and gave the following answer to the question from the audience: “I have got the data on 18 machines, elaborated by Americans. This data is a kind of advertising material and does not include any facts about the construction of the machines”, and then: “It is really hard to use the foreign achievements, because the published information is very limited.”

In a short note, sent to the Academy of Science of the USSR in the beginning of 1957, S. Lebedev states: “In 1948–1949 I elaborated the main construction principles of such machines. Taking into account their significance for national economy and being aware of the fact that there is no experience of such machine building and exploitation in the USSR, I decided to create a small computing machine, which would be used to investigate the main construction principles, to check the problem solving techniques and to accumulate the experience of exploitation”.

Not by chance MESM was deciphered at first as “Model Electronic Computing Machine”, and later the

ми маємо намір побудувати машину за 2 роки».

Неймовірно, але вченому вдалося реалізувати цей проект за такий короткий строк. Роботи було розпочато в 1948 р., а вже наприкінці 1950го запрацював макет «МЭСМ». У 1951 р. «МЭСМ» здали для регулярної експлуатації. На ній, єдиній на той час машини такого класу, протягом 1952 р. розв'язувалися найважливіші задачі: фрагменти розрахунків термоядерних процесів, космічних польотів і ракетної техніки, дальніх ліній електропередачі тощо.

Досвід створення та експлуатації «МЭСМ» дав змогу С. О. Лебедеву за короткий час (наступні два роки!) створити «Большую электронную счетную машину» — «БЭСМ».

У статті «Біля колиски першої ЕОМ» (ЕОМ — електронна обчислювальна машина, назва статті російською мовою «Около колыбели первой ЭВМ», ЭВМ — электронная вычислительная машина) С. О. Лебедев назвав «МЭСМ» «первістком радянської обчислювальної техніки». «БЭСМ» Сергій Олексійович характеризував так: «Коли машина була створена, вона нічим не поступалася новітнім американським зразкам і являла собою справжнє торжество ідей її творців».

Основні принципи побудови «МЭСМ» містяться у книзі (раніше секретній) «Мала електронна лічильна машина» (автори С. О. Лебедев, Л. Н. Дашевський, К. О. Шкабара, 1952 р.). Ось ці принципи:

1. В машині використовується двійкова система числення.
2. До складу машини входять п'ять пристроїв — арифметичний, пам'яті, керування, вводу та виводу.
3. Програма обчислень кодується і зберігається в пам'яті так само, як і числа.
4. Обчислення здійснюються автоматично на основі програми, яка зберігається в пам'яті машини.
5. Крім арифметичних, машина виконує логічні операції — порівняння, умовного та безумовного переходів.

word “model” was replaced by the word “small”.

In the abovementioned minutes S. Lebedev pointed out: “According to the foreign literature data, the projecting and construction of the machine last for 510 years. We intend to build a machine in 2year term.”

Incredibly, but scientist managed to realize this project in such a short-term. The work was started in 1948, and MESM began functioning in the end of 1950. In 1951 MESM was handed over for regular commission. It was the only machine of such class at the time and during 1952 it was used to solve the most important problems: calculation fragments for the thermonuclear processes, space flights and jet engineering, power lines, etc.

The experience of MESM construction and exploitation made it possible for Lebedev to create in the next two years a Big Electronic Computing Machine—BESM.

In the article “At the Cradle of the first Computer” Lebedev called MESM a “firstling of the Soviet computer engineering”. He described BESM in the following words: “When the machine was created, it was comparable to the latest American models. It was a triumph of ideas of its creators.”

The main principles of MESM construction can be found in the previously classified book “Small Electronic Computing Machine” authored by

S. Lebedev, L. Dashevsky and E. Shkabara (1952). Here are those principles:

1. Machine uses binary notation.
2. Machine consists of five devices: arithmetic, memory, operational, input and output.
3. Computing program encoded and kept in the memory, as well as data.
4. Calculations implemented automatically on the basis of the memory-stored program.
5. Besides arithmetic operations, machine implements the logical ones:

6. Пам'ять будується за ієрархічним принципом.

7. Для обчислень використовуються числові методи розв'язання задач.

У 1955 р. на конференції у Дармштадті доповідь С. О. Лебедева про «БЭСМ» викликала сенсацію: мало кому відома за межами СРСР машина була визнана найбільш швидкодіючою у Європі.

Судячи зі спогадів сучасників, задум створити цифрову обчислювальну машину виник у вченого ще до війни, коли він жив у Москві.

Професор А. В. Нетушил, який закінчив Московський енергетичний інститут за кілька років до війни, згадує: «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. Від самого початку цієї роботи в 1939 р. і до захисту С. О. Лебедев з увагою і схваленням ставився до моїх досліджень.

Він погодився бути опонентом з дисертації, захист якої відбувся наприкінці 1945 р. На той час ще ніхто не підозрював, що С. О. Лебедев виношує ідею створення цифрових обчислювальних машин».

Дружина вченого А. Г. Лебедева розповідала, як восени 1941 р., коли Москва поринала у темряву через нальоти фашистської авіації, чоловік надовго зачинявся у ванній кімнаті, де можна було без побоювання вмикати світло, і годинами писав у товстому зошиті незрозумілі їй кружечки і рисочки (нулі та одиниці, які використовуються у двійковій системі числення).

Заступник С. О. Лебедева по лабораторії, де створювалася «БЭСМ», доктор технічних наук В. В. Бардиж свідчить, що мав з учнем розмову, під час якої Сергій Олексійович сказав, що якби не війна, то роботу зі створення цифрової електронної обчислювальної машини він розпочав би значно раніше.

Нагадаємо, що в 1939–1947 рр. в

comparisons, conditional and unconditional transitions.

6. Memory built on the hierarchy principle.

7. Calculations done by digital tasks solving techniques.

At the 1955 conference in Darmstadt Lebedev's report about BESM caused a sensation. The machine, unknown outside the USSR, was recognized as the most fastacting in Europe.

According to the references of Lebedev's contemporaries, the idea to create the digital computing machine came to his mind before the war, when scientist lived in Moscow.

Professor Anatoliy Netushyl, who had graduated from the Moscow Energy Institute several years before the war, recalls: My research resulted in the Ph.D. thesis "Analysis of the trigger elements of fastacting impulse counters". It is known that later electronic triggers became the basic elements of the digital computer devices. From the very beginning of the work in 1939 till its defense, S. Lebedev treated my research with attention and approval. He had agreed to serve as opponent during the thesis defense, which took place in the end of 1945. At that time nobody suspected that S. Lebedev was elaborating the idea of digital computing machine creation."

Scientist's wife Alice Lebedeva used to say that in autumn of 1941, when attacks of fascist air forces plunged Moscow into the darkness, her husband closed himself in the bathroom, where he could safely switch on the light, and was writing for hours in his thick notebook some strange circles and sticks (zeros and ones, which are used in the binary notation).

Doctor of technical science Vsevolod Bardyzh, who was Lebedev's deputy in the laboratory, where BESM was created, recalls that during the conversation with a student

S. Lebedev mentioned that, if not the war, he would have started working on the digital computer construction much earlier.

СРСР жодних публікацій про двійкову систему числення, методику арифметичних операцій з двійковими числами і структуру цифрової обчислювальної машини ще не було. У відомих на той час релейній обчислювальній машині «Марк1» (США, 1944 р.), електронній обчислювальній машині «ЭНИАК» (США, 1946 р.) використовувалися десяткові системи числення. У релейних машинах К.р. Цузе «Z1» (Німеччина, 1937 р.), «Z2» (Німеччина, 1938 р.), «Z3» (Німеччина, 1941 р.) використовувалася двійкова система числення, однак публікації про ці машини з'явилися лише за кілька років після Другої світової війни. Саме у довоєнні й перші повоєнні роки С. О. Лебедев незалежно від закордонних вчених розробив методику операцій щодо двійкової системи числення, структуру та архітектуру «МЭСМ». Створення її було дуже непростим завданням, з яким учений блискуче впорався.

У архіві Інституту електродинаміки (раніше електротехніки) АН УРСР зберігається папка з документами про створення «МЭСМ». Чиясь турботлива рука понад піввіку тому написала на ній слова «Зберігати довічно». Вони виявилися пророчими.

## **Сучасники С. О. Лебедева — піонери комп'ютерної техніки за кордоном**

Поява наприкінці 40х років комп'ютерів із програмою, яка зберігається в пам'яті, була завершальним і дуже важливим кроком у розвитку цифрової обчислювальної техніки. До цього досягнення причетні у світі лише кілька видатних учених: у США — Джон фон Нейман, угорець за походженням (1903–1957), Джон Мочлі (1907–1980) і Преспер Еккерт (1919–1995), у Великобританії — Алан Тьюринг (1912–1954), Том Кілбурн (нар. 1921) і Моріс Уїлкс (нар. 1913), в СРСР — Сергій Лебедев (1902–1974), Ісаак Брук (1902–1974).

Кожен з них зробив свій внесок у створення перших комп'ютерів і ста-

We should be reminded that in 1939–1947 there were no publications about binary notation, principles of arithmetic operations with binary code and computer structure yet. Decimal notation was used in the machines known at that time, which were the relay computing machine Mark1 (USA, 1944) and the electronic computing machine ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, USA, 1946). Namely during the prewar and early postwar years S. Lebedev elaborated the principles of operations with binary notation and the structure and architecture of MESM. Its creation was a really hard task, but the scientist managed to solve it brilliantly.

In the archive of the Institute of Electrodynamics (formerly electrical engineering), AS Ukr.SSR, there is a folder containing documents about MESM development. Somebody's caring hand wrote prophetic words on it: "Store eternally."

## **Lebedev's contemporaries—pioneers of the computer engineering abroad**

The rise of a programstored computers in the end of 1940s was the final and very important step in the development of digital computer engineering. Only few key scientists in the world were involved into this process. They were John von Neumann (Hungarian by birth, 1903–1957), John W. Mauchly (1907–1980) and J. Presper Eckert (1919–1995) from the USA, Alan Turing (1912–1954), Tom Kilburn (1921–2001) and Maurice V. Wilkes (1913) from the United Kingdom, Sergei Lebedev (1902–1974) and Isaak Brouk (1902–1974) from the USSR.

Each of them made a contribu-

новлення інформаційних технологій. Алан Тьюринг ще в 1936 р. у статті «Про зчисленні числа» довів можливість обчислення суто механічним шляхом будьякого алгоритму, який має розв'язок. Запропонована ним з цією метою гіпотетична універсальна машина, що отримала назву «машина Тьюринга», могла запам'ятовувати послідовність дій під час виконання алгоритму.

Джон Мочлі і Преспер Еккерт у 1946 р. створили комп'ютер «ЭНИАК», що керувався програмою, команди якої встановлювалися за допомогою механічних перемикачів. Це потребувало дуже багато часу й обмежувало автоматизацію обчислень. Зрозумівши це, вчені під час проектування наступного комп'ютера «ЭДВАК» передбачили зберігання програми в оперативній пам'яті. На етапі завершення робіт з «ЭНИАК» і проектування «ЭДВАК» з ними почав співпрацювати відомий учений Джон фон Нейман, який на той час брав участь у Манхетенському проекті зі створення атомної бомби і був зацікавлений у розробці ефективної обчислювальної техніки для виконання своїх розрахунків.

Блискуче освічений учений, видатний математик зумів узагальнити досвід, отриманий під час розробки машин, і виклав його у вигляді основних принципів побудови цифрових електронних обчислювальних машин у звіті, складеному в 1945 р. і розповсюдженому Г. Голдстайном. Ці принципи були застосовані для побудови машини «ДЖОНИАК» (названа на честь Джона фон Неймана). Матеріали звіту не друкувалися у відкритій пресі до кінця 50х років, але їх передали ряду фірм США та Великобританії. Популярність фон Неймана як видатного вченого відіграла свою роль — викладені ним принципи і структура комп'ютера отримали назву нейманівських, хоча їхніми співавторами були також Мочлі та Еккерт, а С. О. Лебедев незалежно від цих учених реалізував такі самі принципи у «МЭСМ». На той час «МЭСМ» зали-

tion into creation of the first computers and the emerging of the Information Technologies. Alan Turing in his 1936 article "On Computable Numbers" proved the possibility to calculate mechanically any algorithm that is solvable. A hypothetical universal machine, which he proposed for this purpose, was called "Turing machine" and was able to memorize the order of actions during the algorithm performance.

In 1946 John Mauchly and Presper Eckert constructed computer ENIAC, which was operated by a program with commands performed by the mechanical switches. It took too much time and limited calculations automation. The scientists realized it and implemented stored program, while projecting the next computer EDVAC. A famous scientist John von Neumann started collaborating with them at the final stage of ENIAC construction and EDVAC projecting. At that time Neumann participated in the Manhattan project on atomic bomb creation and was interested in elaborating effective computer device for his calculations.

Being a brilliantly educated scientist, an outstanding mathematician managed to summarize the experience, accumulated during the machine elaboration process. He described it as the main principles of computer architecture in the 1945 report introduced to the public by Herman H. Goldstine. These principles were used to build the computer IAC under the direction of von Neumann. Materials of the report hadn't been published in press until the end of 1950s, but they were transmitted to several companies in the US and Great Britain. The principles and structure of the computer were called after von Neumann, though Mauchly and Eckert were the real inventors and S. Lebedev realized the same principles in his MESM independently from these scientists. That happened due to von Neumann's popularity. At that time MECM still remained classified

шалася засекреченою і блискуче досягнення С. О. Лебедева не було відоме західним ученим. Слід зазначити, що машина «ДЖОНИАК», створена під керівництвом фон Неймана, почала працювати через рік після появи «МЭСМ».

Вчені університету в Манчестері Фредерік Вільямс і Том Кілбурн у 1948 р. створили примітивний комп'ютер під назвою «Baby» (дитина). Для запису даних і програми розв'язання задачі вони використали електронно-променеву трубку і першими довели можливість зберігати числа та програми у загальній пам'яті машини. Через рік Моріс Уїлкс, який працював в університеті в Кембриджі й прослухав у 1946 р. лекції Мочлі та Еккерта, зумів випередити своїх учителів: у 1949 р. він створив перший у світі комп'ютер «ЭДСАК» з програмою, яка зберігається в пам'яті, здатну, на відміну від «Baby», розв'язувати не лише тестові задачі.

Про те, що було зроблено С. О. Лебедевим у ті роки, сказано вище. І. С. Брук у 1950–1952 рр. створив першу в Російській Федерації цифрову електронну обчислювальну машину «М1».

Подальша творча доля «чудової сімки» склалася порізно. Алан Тьюринг у роки Другої світової війни брав участь у створенні комп'ютера «Колосс», призначеного для розшифрування радіограм німецького вермахту. «Не Тьюринг, звісно, виграв війну, але без нього ми могли б її програти», — підкреслив один із його соратників зі створення машини. Рання смерть не дала можливості цьому геніальному вченому повною мірою реалізувати свої наміри.

Долю Тьюринга розділив фон Нейман: він помер на 54му році життя, так і не побачивши другу, спроектовану під його керівництвом машину «ДЖОНИАК».

Джон Мочлі і Проспер Еккерт продовжили роботи зі створення комп'ютерів. У 1951 р. їм вдалося розробити першу в США серійну машину «УНИ-

and the western scientists were not aware of the brilliant achievement of Lebedev. It should be mentioned, that Neuman's machine IAC started working a year after MESM creation.

In 1948 University of Manchester scientists Frederic C. Williams and Tom Kilburn constructed a primitive computer called Baby. They used CRT (Cathode Ray Tube) for data and problem solving program recording. The scientists were the first to prove that it was possible to store data and programs in the machine's common memory. A year later Maurice Wilkes, who worked at the Cambridge University and attended lectures of Mauchly and Eckert in 1946, managed to leave his teachers behind. In 1949 he created the first computer EDSAC with a stored program memory capacity, which, in contrast to "Baby", was able to solve more than just test tasks.

The work of Lebedev during those years is described above. In 1950–1952 I. Brouk created the first computer M1 in Russia.

The later fate of "magnificent seven" was different. During the Second World War Alan Turing participated in construction of the "Colossus" computer, which was used to decipher the radiograms of the German Wehrmacht. One of his colleagues noted: "Of course it was not Turing who won the war. But we could have lost it without him". His early death disabled this genius scientist from complete realization of his intentions.

John von Neumann had a similar fate. He died at the age of 53 without seeing the second computer, projected under his direction. The computer was called "JOHNIAC" after the scientist.

John Mauchly and Presper Eckert went on working on the computer design. In 1951 they managed to create the first serial computer UNIVAC (UNIVERSAL Automatic Computer) in the USA. In 1952 they finished working on EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). Later

ВАК», а в 1952 р. — завершити роботи з «ЭДВАК». Згодом вони стали керівниками заснованих ними комп'ютерних фірм.

Том Кілбурн і Моріс Уїлкс досягли блискучих успіхів у своїй подальшій науковій діяльності. У 1953 р. працював макет першої у світі обчислювальної машини на точкових транзисторах, розробленої Кілбурном. Робота була завершена в 1955 р. У машині використовувалися 200 транзисторів і 1300 германієвих діодів. У 60ті роки під керівництвом Тома Кілбурна було створено досить досконалу обчислювальну машину «АТЛАС» на транзисторах. Використання у ній віртуальної пам'яті і мультипрограмної роботи мало великий резонанс серед розробників комп'ютерів.

Моріс Уїлкс став визначним ученим. Під його керівництвом було створено ще одну лампову машину «ЭДСАК2» з мікропрограмним керуванням, уперше запропонованим вченим у 1951 р. У подальшому він працював у галузі програмування, автоматизації проектування комп'ютерів, заклав основи мультипрограмної роботи електронних обчислювальних машин, консультував багато проектів і отримав світове визнання як видатний учений сучасності. Сьогодні Моріс Уїлкс — почесний професор університету в Кембриджі і консультант однієї з найбільших американських фірм (ІТТ). Президія НАН України присвоїла йому звання почесного доктора (1998).

## Становлення вітчизняного комп'ютеробудування

Навіть на тлі цих видатних досягнень західних учених результати наукової діяльності С.О. Лебедева в галузі комп'ютеробудування у наступні двадцять років (після створення «МЭСМ» і «БЭСМ») вражають своїми масштабами. Під його керівництвом і за безпосередньої участі було створено ще 18 (!) комп'ютерів, при-

they headed computer companies they founded.

Tom Kilburn and Maurice Wilkes brilliantly succeeded in their scientific efforts. In 1953 the first model computer on point transistors elaborated by Kilburn was tested. The work was finished in 1955. There were 200 transistors and 1300 germanium diodes used in the machine. In 1960s there was created the quite perfect computer ATLAS under the direction of Tom Kilburn. Virtual memory and multiple program usage in the machine had a great response among the computer designers.

Maurice Wilkes became an outstanding scientist. Another vacuum tube computer “EDSAC2” with microprogramming control was created under his direction and presented in 1951. Later on he worked in the field of programming and computer construction automation. He laid the basis for multiprogrammed functioning of the computers, consulted many projects and obtained the recognition as a prominent scientist of the present. Today ninetyyearold Maurice Wilkes is the honorary professor in Cambridge and a consultant of the one of the biggest American companies (ITT). Presidium of the Ukrainian Academy of Science granted him the rank of honorable doctor of the Academy in 1998.

## Emerging of the national computer building

Taking to the account these outstanding achievements of the western scientists, the scientific outcome and the magnitude of Lebedev's activity in the field of computer building during the next 20 years (after MESM and BESM creation) still impresses anyone. He participated in and directed the construction of 18 (!) more computers,



чому 15 з них випускалися великими серіями. І це за технологічної відсталості СРСР (тоді ще невеликої). Не випадково учень Сергія Олексійовича академік В. А. Мельников підкреслював: «Геніальність С. О. Лебедева полягала саме в тому, що він визначав мету з урахуванням перспективи розвитку структури майбутньої машини, вмів правильно обрати засоби для її реалізації відповідно до можливостей вітчизняної промисловості» (журнал «УСМ», 1976, №6). Під керівництвом С. О. Лебедева було розроблено суперкомп'ютери для обчислювальних центрів, комп'ютери для протиракетних систем і для ракет, які використовувались у системах протиповітряної оборони.

Інтерес С. О. Лебедева до цифрової обчислювальної техніки не був випадковим. Він стимулювався тим, що перші двадцять років своєї творчої діяльності (до 1946 р.), працюючи в галузі енергетики, вчений постійно стикався з необхідністю складних розрахунків і намагався автоматизувати їх на базі засобів аналогової обчислювальної техніки, в чому досяг чималих успіхів, але переконався в обмежених можливостях цього напрямку техніки.

Діяльність ученого після переїзду в Москву почалася з лампових машин, які виконували десятки тисяч операцій. На той час це були суперкомп'ютери. Створені в 1958 і 1959 роках «М40» і «М50» виявилися найбільш швидкодіючими в світі. З появою напівпровідникових і магнітних елементів Сергій Олексійович перейшов до розробки суперкомп'ютерів другого покоління. Створена в 1967 р. «БЭСМ6» з продуктивністю мільйон операцій на секунду випускалася 17 років. Нею були оснащені кращі обчислювальні центри СРСР. «БЭСМ6» посіла гідне місце у світовому комп'ютеробудуванні: не дарма Лондонський музей науки в 1972 р. придбав цю машину, щоб зберегти її для історії. Завершенням яскравої наукової діяльності С. О. Лебедева стало створення суперкомп'ютерів на інтегральних схемах проду-

and 15 of them were produced in big lots, despite of moderate technological backwardness of the USSR at that time. Lebedev's disciple, academician

V. Melnikov stressed out that: "Lebedev's genius laid in his ability to set up the aim, taking into account the prospects of future machine structure development, being able to choose the methods correctly to achieve the aim in conformity with national industrial potential." (cited according to the "USM" journal, 1976, 6). S. Lebedev directed construction of the supercomputers for computer facilities, computers for the antimissile systems and the antiairplane rocket weapons.

Lebedev's interest in the digital computer engineering was not accidental. During the first 20 years of his creative career (until 1946) Lebedev worked in the field of power engineering and he constantly faced the necessity to do complex calculations. He successfully tried to automate them using analog devices, but quickly realized that the abilities of these techniques were limited.

His scientific work started with the vacuum tube machines that carried out ten thousands operations. At the time they were supercomputers. Computers M40 and M50, created in 1958 and 1959, were the most fastacting computers in the world. With the advent of semiconductors and magnetic elements

S. Lebedev switched to the elaboration of the second generation supercomputers. The 1967 BESM6, with a million of operations per second efficiency, was manufactured for 17 years. The best computer facilities in the USSR were equipped with this machine. The BESM6 took a worthy place in the world computer building. In 1972 London Museum of Science bought the machine to save it for the history. Lebedev's bright scientific career was concluded with construction of the supercomputers based on integrated circuits (microchip) devices that managed millions operations per

ктивністю мільйони операцій на секунду. Два з них після модернізації досі використовуються в системах протиракетної і протилітакової оборони. Кожний комп'ютер був новим словом в обчислювальній техніці — більш продуктивний, більш надійний і зручний в експлуатації. Головним принципом побудови всіх машин стало розпаралелювання обчислювального процесу. У «МЭСМ» і «БЭСМ» із цією метою використовувалися арифметичні пристрої паралельної дії. У «М20», «М40», «М50» додалася можливість роботи зовнішніх пристроїв паралельно з процесором. У «БЭСМ6» з'явився конвеєрний (або «водопровідний», як назвав його Лебедєв) спосіб виконання обчислень. У наступних комп'ютерах використовувалася багатопроцесорність та інші вдосконалення. Всі машини, розроблені під керівництвом С. О. Лебедєва, випускалися промисловістю СРСР великими серіями.

«Вміти дати напрямок — ознака геніальності», — цю фразу Ф. Ніцше цілком можна віднести до С. О. Лебедєва.

Новаторська творча діяльність ученого сприяла створенню потужної комп'ютерної промисловості, а керований ним Інститут точної механіки та обчислювальної техніки АН СРСР став провідним у СРСР. У 50–70ті роки за рівнем своїх досягнень він не поступався відомій американській фірмі «ІВМ».

Характеризуючи наукові здобутки С. О. Лебедєва, президент НАН України академік Б. Є. Патон підкреслив: «Ми завжди будемо пишатися тим, що саме в Академії наук України, у нашому рідному Києві, розкрився таланта С. О. Лебедєва як видатного вченого в галузі обчислювальної техніки і математики, а також найбільших автоматизованих систем. Він започаткував створення в Києві відомої школи в галузі інформатики. Його естафету підхопив В. М. Глушков. І тепер у нас плідно працює Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова — одна з найбільших у світі установ цього профілю.

second. Two of them after update are still in use in antimissile and anti-airplane defense systems. Every computer was a new step in computer engineering. Every next one was more productive, more reliable and suitable in exploitation. The main principle of machines construction was parallelizing of the calculation process. In MESM and BESM they used arithmetic parallel devices for this purpose. In M20, M40 and M50 external devices worked in parallel with a processor. Conveyor calculation method (Lebedev called it waterpipe) was introduced into BESM6. In the following computer models they used multiple processors and other improvements. All the machines projected under Lebedev's direction were on big serial production in the USSR.

The pioneering work of Lebedev contributed into the formation of powerful computer industry. The Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering Academy of Science of the USSR, headed by Lebedev, became the leading one in the country. In 1950s–1970s its achievements were as significant as ones of the American company IBM.

Characterizing scientific attainments of

S. Lebedev, the President of National Academy of Science of Ukraine Boris Paton stressed out: “We would always be proud that in our very Academy of Science of Ukraine, in our beloved Kiev, the Lebedev's talent unfolded to become a prominent scientist in the field of computer engineering and mathematics, and the largest computerbased systems. He founded the famous school of thought in the field of computer science in Kiev. V. Glushkov carried on his work. And now we have productive

V. Glushkov Institute of Cybernetics, NASU, one among the largest in the world.

One of Lebedev's wonderful qualities was his care of and trust to the

Чудовою рисою С. О. Лебедева була його турбота про молодь, довіра до неї. Молодим він доручав розв'язання найскладніших задач. Цьому сприяв неабиякий педагогічний талант Сергія Олексійовича. Багато його учнів стали видатними вченими і розвивають свої наукові школи.

Усе життя С. О. Лебедева — це героїчний приклад служіння науці, своєму народові. Він завжди прагнув поєднувати найвищу науку з практикою, з інженерними завданнями.

Він жив і працював у період бурхливого розвитку електроніки, обчислювальної техніки, ракетобудування, освоєння космосу та атомної енергії. Будучи патріотом своєї країни, Сергій Олексійович брав участь у найбільших проектах І. В. Курчатова, С. П. Корольова, М. В. Келдиша, які забезпечили створення надійного щита Батьківщини. В усіх цих роботах особлива роль належала електронним обчислювальним машинам, створеним С. О. Лебедевим.

Його видатні праці назавжди ввійдуть до скарбниці світової науки і техніки, а його ім'я стоятиме поряд з іменами цих великих учених».

Вияткова скромність С. О. Лебедева, секретність значної частини його робіт призвели до того, що в західних країнах про геніального вченого мало що відомо: до кінця 90х років ХХ ст. змістовних публікацій там практично не було. У книзі американського історика Джона Лі «Комп'ютерні піонери» (1995), де вміщено понад 200 біографій учених, імені С. О. Лебедева не знайти.

Лише у 95ту річницю від дня народження С. О. Лебедева його заслуги визнали і за кордоном. Як піонер обчислювальної техніки він був відзначений медаллю Міжнародного комп'ютерного товариства з написом: «Сергій Олексійович Лебедев. 1902–1974. Розробник і конструктор першого комп'ютера в Радянському Союзі. Засновник радянського комп'ютеробудування».

youth. He put them in charge of solving the most difficult problems. He possessed an outstanding pedagogical talent. A lot of his disciples became prominent scientists. They developed their own scientific schools.

His whole life is a heroic example of the devotion to science and to his people. He always aspired to combine noble science with practice and engineering tasks.

He lived and worked in the period of stormy development of electronics, computer engineering, rocket production, space exploration and atomic energy. Being a patriot of his country, Lebedev participated in the biggest projects of I. Kurchatov, S. Korolyov and M. Keldysh, who created a reliable shield for the Motherland. In all these works the computers constructed by Lebedev played a special role.

His prominent works will enrich the treasury of the world science and technology, and his name will stand together with the names of the greatest scientists forever.”

Due to the Lebedev's extraordinary modesty and classified nature of the significant part of his works, it is very little known in the western countries about this genius scientists. Until the end of 1990s there were almost no substantial publications. In the 1995 book “Computer Pioneers” by John Lee, which contains over 200 biographies of the scientists, Lebedev's name is not mentioned.

Only on 95th birthday anniversary his achievements were recognized abroad. He was recognized as a pioneer of computer engineering with a medal from the International Computer Society. Its legend states: “Sergei Alekseyevich Lebedev 1902–1974. Developer and designer of the first computer in the USSR. Founder of the Soviet computer building”.

## Випередив час

«Я хочу сказати ще і ще раз, і буду все життя повторювати, що Віктор Михайлович Глушков — надзвичайно талановита людина, а в деяких сферах, чисто наукових, на мій погляд — геніальна людина, яка зробила величезний вклад у нашу науку, техніку, у наше громадське життя, і переоцінити важливість цього внеску для нашої країни просто неможливо.» (Із інтерв'ю Бориса Євгеновича Патона для телефільму про В. М. Глушкова. «Нова студія», документальний цикл «Темниці України». Київ, 2007 р.)

Сучасникам не завжди вдається повною мірою збагнути значення діяльності того чи іншого вченого. Справжня оцінка часто з'являється значно пізніше, коли наукові результати і висловлені ідеї вже перевірені часом. Видатний внесок Віктора Михайловича Глушкова (1923–1982) у математику, кібернетику та обчислювальну техніку був високо оцінений ще за життя вченого. Але чим далі, тим очевиднішим стає те, що в процесі своєї творчої діяльності він зумів випередити час, зорієнтувавши створений ним у 1962 р. Інститут кібернетики АН УРСР на перехід від обчислювальної техніки до інформаційних технологій. В. М. Глушков став фундатором цього надзвичайно важливого напрямку розвитку науки і техніки в Україні і колишньому Радянському Союзі. Підготувавши необхідні кадри фахівців, він створив могутню наукову школу з цього напрямку.

Поняття «інформаційні технології» з'явилося в науці в останні роки ХХ ст. Доти вживали терміни «інформатика» або «комп'ютерна наука», а ще раніше — «обчислювальна техніка», що визначали вужче коло проблем. Інформаційні технології, будучи високими технологіями, охоплюють широкий спектр наукових, конструкторських, технологічних і виробничих напрямів: проектування та виробництво комп'ютерів, периферійних

## He was ahead of time

“I want to say again and again, and will repeat all my life that Victor Mikhaylovich Glushkov is anormally talented man, and in some fields, purely scientific, by my opinion, is a genius, who made an incredible contribution to the science, technics, community life of our country. It is impossible to overestimate this.” (From Boris Paton's interview for a television movie about V. G. Glushkov. “New studio”, a documentary serial “Secrets of Ukraine”. Kiev, 2007)

The significance of scientist's work is not always recognized fully by contemporaries. Real evaluation appears much later, when the scientific results and the expressed ideas are verified by the time. The prominent contribution of Victor Glushkov (1923–1982) into mathematics, cybernetics and computer engineering was highly appreciated when he was still alive. But with the time passing by, it became evident that in the process of his creative activity he managed to stay ahead of time and oriented his Institute of Cybernetics of the Academy of Science of the Ukrainian SSR, which he founded and supervised, for the transition from computer engineering to computer science, and then—to information technologies (IT).

Glushkov became a founder of this incredibly important field of science and technologies in Ukraine and in the former USSR. He have trained the necessary cohort of experts and created a powerful scientific school in this field.

The term “information technologies” appeared in science in the last years of XX century. Earlier the terms “informatics” or “computer engineering” were used, that defined narrower problem circle. Being high technologies, information technologies cover wide range of scientific, design, technological and industrial directions: design and construction of computers, periphery devices, elemental base,

пристроїв, елементної бази, мережевого устаткування, системного програмного забезпечення, розробку і створення автоматизованих та автоматичних цифрових систем різного призначення і прикладного програмного забезпечення до них. Усі ці напрями почали розвиватися ще в 60–70х роках в Інституті кібернетики АН УРСР.

Видатні досягнення наукової школи В. М. Глушкова в галузі інформаційних технологій стали фундаментом для подальшого становлення в Інституті наукових шкіл його учнів і послідовників по ряду напрямів інформаційних технологій. У цій книзі відображено, в основному, історію розвитку основних напрямів у галузі комп'ютеробудування.

### **Ламповий комп'ютер «Київ» з «адресною мовою» програмування**

Після від'їзду С. О. Лебедева до Москви його учні в Києві — Л. Н. Дашевський, К. О. Шкабара, С. Б. Погребинський та інші — під керівництвом академіка Б. В. Гнеденка, директора Інституту математики АН УРСР, куди передали лабораторію С. О. Лебедева, розпочали розробку комп'ютера «Київ» на електронних лампах із пам'яттю на магнітних осердях. Машина хоч і поступалася за характеристиками новому комп'ютеру «М20», розробленому під керівництвом С. О. Лебедева в АН СРСР, але цілком відповідала вимогам того часу. В ній уперше використали «адресну мову», запропоновану К. О. Ющенко та В. С. Королюком, що суттєво спрощувало програмування.

Коли в 1956 р. колишню лабораторію С. О. Лебедева очолив В. М. Глушков, під його керівництвом розробку комп'ютера «Київ» було успішно завершено. Він тривалий час використовувався в Обчислювальному центрі АН УРСР, створеному на базі лабораторії в 1957 р. Другу таку машину придбав Об'єднаний інститут ядерних досліджень у Дубні, де вона також дов-

network equipment, system software, elaboration and creation of automated and automatic numeric systems of different destination and their application software. All these directions have been developed since 196070s in the Institute of Cybernetics of the Academy of Science of the Ukrainian SSR, created in 1962 by V. Glushkov.

Outstanding scientific achievements of Glushkov's school in the field of IT became the foundation for the further development of scientific schools in the Institute under the direction of his followers. They developed diverse directions of IT. History of main directions of digital, analog and cybernetic computer devices is reflected in this book.

### **Vacuum tubes Computer “Kiev” with “address programming language”**

After S. Lebedev left for Moscow, his colleagues in Kiev, among whom were L. Dashevsky, E. Shkabara, S. Pogrebinsky and others, under the supervision of academician B. Gnedenko, director of the Institute of Mathematics, AS Ukr.SSR, where Lebedev's laboratory was placed, started to elaborate computer “Kiev” with electronic tubes on magnetic cores. The machine “Kiev” yielded to the characteristics of new Lebedev's computer M20, but was surely uptodate. They used for the first time the “address programming language”, which simplified the programming.

In 1956 V. Glushkov took the former laboratory of Lebedev. Under his supervision the elaboration of computer “Kiev” was successfully finished. This computer was in long use in the Computer Center of the Academy of Science of Ukraine, created on the base of the laboratory. The second machine of such kind was bought by the United Institute of Nuclear Investigations in Dubna, where it was exploited for a while. In 1962 the Computer Center

го експлуатувалася. Директором Обчислювального центру АН УРСР було призначено В. М. Глушкова.

### **Напівпровідникова керуюча машина широкого призначення «Днепр»**

Наступною після комп'ютера «Київ» в Обчислювальному центрі АН УРСР було розроблено першу в Україні (і в СРСР) напівпровідникову керуючу машину широкого призначення «Днепр». Ідея її створення належить В. М. Глушкову, головний конструктор — Б. М. Малиновський. «Днепр» виготовили за рекордно короткий час: усього за три роки, і в липні 1961 р. дослідні зразки встановили на ряді виробництв. Цей результат тоді був світовим рекордом швидкості розробки і впровадження подібних машин. Пояснюючи фактори успіху, В. М. Глушков згадував: «Паралельно зі створенням «Днепра» ми провели за участю ряду підприємств України велику підготовчу роботу щодо застосування машини для керування складними технологічними процесами. Разом із співробітниками Металургійного заводу ім. Дзержинського (Дніпродзержинськ) досліджували питання керування процесом виплавки сталі у бесемерівських конверторах, із співробітниками содового заводу в Слов'янську — колоною карбонізації тощо. Як експеримент уперше в Європі за мою ініціативою було здійснено дистанційне керування бесемерівським процесом протягом кількох днів поспіль у режимі порадника майстра. Машина «Днепр» використовувалася для автоматизації плазових робіт на Миколаївському заводі ім. 61 комунара. Згодом з'ясувалося, що американці дещо раніше від нас розпочали роботи зі створення універсальної керуючої напівпровідникової машини «RW300», аналогічної «Днепру», але запустили її у виробництво в червні 1961 р., водночас з нами. Це був саме той момент, коли нам вдалося

was transformed into the Institute of Cybernetics, which is now called after its founder academician V. Glushkov.

### **Transistor based control computer of broad application “Dnepr”**

Following computer “Kiev” first in Ukraine (and in the USSR) transistor based control computer “Dnepr” was developed at the Computer Center of the AS Ukr.SSR. The idea of its creation belongs to Victor Glushkov. Boris Malinovsky (author of this book) was the chief designer of the machine. The machine was manufactured in record short time, only in three years, and in July 1961 it was installed at the selected factories. At that time this result was the world speed record of elaboration and implementation of the control machine. Explaining the factors of success, V. Glushkov recalled: “In parallel with “Dnepr” creation we had carried out a serious preparatory work on the machine utilization to control difficult technological processes together with several Ukrainian companies. Together with the employees of the Dzerzhinsky Metallurgical plant (Dneprodzerjynsk) we investigated control process over steel smelting in Bessemer converters, together with the workers of Soda plant in Slovyansk worked on carbonization column etc. I initiated the first experiment in Europe on remote control over Bessemer process, that lasted for several days in the regime of Master consultant.

The “Dnepr” machine was used to automate ship projecting works at Nikolaev “61 Communards” plant. Later we found out that the Americans had started earlier working on universal transistor control machine RW300, which was similar to “Dnepr”, but put it into production in June 1961, at the same time with us. It was that very moment when we managed to

скоротити до нуля розрив між рівнем нашої та американської техніки, нехай лише в одному, але дуже важливому напрямі. До того ж «Днепр» був першою вітчизняною напівпровідниковою машиною (якщо не брати до уваги спецмашини). Згодом з'ясувалося, що вона чудово витримує різні кліматичні умови, вібрацію тощо. Коли під час спільного космічного польоту «СоюзАполлон» треба було впорядкувати демонстраційний зал у Центрі керування польотами, то після тривалого вибору всетаки зупинилися на «Днепре». Дві такі машини керували великим екраном, на якому відтворювався політ і стикування космічних кораблів».

Ця перша запущена в серійне виробництво напівпровідникова керуюча машина побила й інший рекорд — промислового довголіття, оскільки випускали її впродовж десяти років (1961–1971), тоді як зазвичай через п'ять-шість років потрібна вже серйозна модернізація.

Машини «Днепр» використовувалися в багатьох піонерських цифрових системах керування виробничими процесами, складними фізичними експериментами, під час випробовувань складних об'єктів нової техніки та не лише постачалися вітчизняним споживачам, а й експортувалися до багатьох країн Ради Економічної Взаємодопомоги (РЕВ).

Слід зауважити, що семирічним планом розвитку СРСР (1958–1965) будівництво приладобудівних заводів в Україні не передбачалося. Перші машини «Днепр» випускав Київський завод «Радіоприлад». З ініціативи В. М. Глушкова, підтриманої урядом, одночасно з розробкою машини «Днепр» у Києві розпочали спорудження заводу обчислювальних і керуючих машин — нині «Електронмаш». Отже, розробка «Днепра» стимулювала будівництво великого заводу з виробництва комп'ютерів.

Колектив творців машини «Днепр» і керуючих систем на її базі (керівник роботи Б. М. Малиновський, учасники М. З. Котляревський (від заво-

reduce to zero the gap between the level of American technology development and ours in one very important field. Besides, our computer was the first national transistor machine (if not to take into account specialized machines).

Later it was verified that the machine beautifully tolerates different climatic conditions, vibration, etc. When during the joint space mission “Soyuz–Apollo” it was necessary to equip the showroom in the Space flights operational center, after long discussions computer “Dnepr” was chosen. Two machines operated the big screen, on which the flight and docking was reproduced.”

This first serial transistor control machine also broke the record of industrial longevity, as it was in production for ten years (1961–1971). In other cases serious modernization was usually needed after fivesix years.

“Dnepr” machines were used in many industrial processes pioneering digital control systems, complicated physical experiments, during the new sophisticated technology testings. The machines were supplied not only to national users, but were exported to many states of Council for Mutual Economic Assistance (CMEA or Comcon).

It should be mentioned, that the specialized plant construction in Ukraine was not included into the USSR sevenyear plan (1958–1965). The first “Dnepr” computers were produced by the Kiev plant “Radiopribor”. V. Glushkov promoted construction of the plant for computers and digital control machines assembly (“Electronmash” now) in Kiev at the same time with “Dnepr” development. Government supported this initiative. Thus, “Dnepr” creation stimulated the construction of a big computer plant.

The creators of the digital control machine “Dnepr” and the control systems on its basis (B. Malinovsky—principal investigator and chief ex-

ду обчислювальних і керуючих машин), Г. О. Михайлов, М. М. Павлов, А. Г. Кухарчук, Л. О. Коритна, Ю. Т. Ми- тулінський, І. Д. Войтович, Ф. Н. Зи- ков, В. С. Каленчук та ін.) був пред- ставлений на Ленінську премію. Однак роботи набагато випередили час. Нова- торів не зрозуміли і представлення на премію відхилили, так само, як щодо «МЭСМ» у 1952 р.

У 1968 р. Інститут кібернетики АН УРСР разом із Київським заводом обчислювальних та керуючих машин розробив і випустив малою серією напівпровідникову машину «Днепр2», призначену для розв'язання широкого кола завдань: плановоекономічних, керування виробничими процесами і складними фізичними експериментами. Керували роботами В. М. Глушков і А. О. Стогній, головним кон- структором був А. Г. Кухарчук. Ма- шина складалася з обчислювальної частини «Днепр21» і керуючого ком- плексу «Днепр22». Науковим керів- ником робіт зі створення «Днепр22» був Б. М. Малиновський, головним конструктором — В. М. Єгипко. Ма- шина «Днепр2» мала розвинуте ма- тематичне забезпечення, що постача- лося замовникові. На жаль, випуск «Днепр2» за рішенням Міністерства приладобудування СРСР невдовзі бу- ло припинено.

## Аналогова обчислювальна техніка

У 1959 р. колектив Обчислювального центру АН УРСР поповнився відділом математичного моделювання. Його ке- рівником став талановитий 43літній учений професор Георгій Євгенович Пухов. Раніше він працював (з 1957 р.) завідувачем кафедри теоретичної і загальної електротехніки Київсько- го інституту цивільної авіації і зали- шився на цій посаді за сумісництвом. Г. Є. Пухов зумів зібрати у відділ своїх кращих учнів — колишніх студентів і співробітників ка федр и й розгорнув великі та глибокі до слідження в галу-

ecutive officer, participants M. Kotle- yarevsky, G. Mykhaylov, N. Pavlov, A. Kukharchuk, Y. Mitulinsky and others) were nominated for a Lenin prize. However, work was so innova- tive, that its meaning were not com- prehended by authorities, and the nomination was called off in the same way it was done with MESM in 1952.

In 1968 the Institute of Cyber- netics in collaboration with the Kiev computers and control machines plant elaborated and produced a small se- ries of transistor computer “Dnepr2”. It was designed to solve a wide range of problems, such as planning, eco- nomic, controlling over industrial pro- cesses and difficult physical experi- ments. V. Glushkov and A. Stogniy led the project; A. Kukharchuk was a principal designer. The machine con- sisted of a computing part “Dnepr21” and a control complex “Dnepr22”. B. Malinovsky supervised works on “Dnepr22”. The machine “Dnepr2” had comprehensive software that was supplied to the customer. Unfor- tunately, “Dnepr2” production was soon stopped with the resolution of Ministry of Instrumentmaking of the USSR.

## Analog Engineering

In 1959 a new department of mathe- matical modeling was created in the AS Ukr.SSR Computing Center. Its chief was a talented 43yearsold scien- tist, professor Georgiy Pukhov. Ear- lier (since 1957) he served as chair- man for the department of theoretic- al and general electrical engineering at the Institute of Civil Aviation in Kiev. He retained this post as adjunct chairman. G. Pukhov managed to at- tract the best students and former em- ployees to the department. He devel- oped broad and profound research in



зі аналогової і квазіана логової техніки спочатку в Обчислювальному центрі, а потім в Інституті кібернетики АН УРСР, створивши наукову школу. Усього через рік відділ розробив спеціалізовану машину «ЭМСС7» для розрахунку різних будівельних конструкцій (Є. А. Проскурін та ін.), потім машину «ЭМСС7М» (В. В. Васильєв та ін.), «ЭМСС8 Альфа» (А. Є. Степанов та ін.). Пізніше були створені машини: «Итератор» для розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь з лінійними граничними умовами (Г. І. Грездов та ін.); «Аркус» — для розв'язання лінійних і нелінійних диференціальних рівнянь з лінійними і нелінійними крайовими умовами (Г. І. Грездов); «Оптимум2» для розв'язання транспортної задачі лінійного програмування (В. В. Васильєв); «Асор1» для розв'язання задач сіткового планування (В. В. Васильєв та ін.); «УСМ1» для розв'язання диференціальних рівнянь у частинних похідних еліптичного і параболічного типу (Г. Є. Пухова та ін.).

Усі машини, розроблені у відділі Г. Є. Пухова, випускалися малими серіями на заводах України.

У 1961 р. Г. Є. Пухова обрали членом-кореспондентом АН УРСР. У 1966 р. Георгія Євгеновича було призначено першим заступником директора Інституту кібернетики АН УРСР. У цей час з ініціативи В. М. Глушкова численні відділи Інституту було згруповано в чотири відділення — теоретичної й економічної кібернетики, кібернетичної техніки, технічної кібернетики, медичної і біологічної кібернетики, а також обчислювальний центр. Відділення мали велику самостійність. Ними керували провідні вчені: О. О. Бакаєв, Г. Є. Пухов, О. І. Кухтенко, М. М. Амосов. Це давало змогу В. М. Глушкову майже не втручатися в роботу відділень, приділяючи основний час на рішення дуже важливих задач зі зв'язку Інституту з керівними органами країни, підключення Інституту до постанов уряду, що забезпечувало подальший розвиток матеріаль-

the field of analog and quasi analogue technology at the Computing Center, and then—at the Institute of Cybernetics, established the scientific school. After just a year the department elaborated its first specialized machine EMSS7 for different building constructions calculations (E. Proskurin and others), and then—a machine EMSS7M (V. Vasiliev and others), later—EMSS8 Alfa (A. Stepanov and others). Later the following machines were built: “Iteator” to solve systems of linear differential equations with linear boundary data (G. Grezdov and others), “Arkus” to solve linear and nonlinear differential equations with linear and nonlinear boundary data (G. Grezdov); “Omtimum2” to solve transportation problem of linear programming (V. Vasiliev); “Asor1” to solve the problems of net planning (V. Vasiliev and others); USM1 to solve differential equations in partial derivatives of elliptic and parabolic types (G. Pukhov and others).

All the machines, elaborated at the Pukhov's department, were manufactured in small lots by the Ukrainian plants.

In 1961 G. Pukhov was elected a Corresponding Member of the AS Ukr.SSR. In 1966 he was appointed the first deputy director of the Institute of Cybernetics, AS Ukr.SSR. At that time V. Glushkov initiated the process of merger of the numerous Institute departments into four sections: theoretical and economic cybernetics; cybernetic technologies; technical cybernetics; medical and biological cybernetics; and also Computing Center. The sections were independent and headed by prominent scientists A. Bakaev, G. Pukhov, A. Kukhtenko and N. Amosov.

V. Glushkov did not interfere much with the work of sections and could spend most of time to solve very important tasks on governmental affairs, on the state cooperation with the institute, its relevance to the government decisions. It ensured the further

ної, науковотехнічної і кадрової бази Інституту.

Г. Є. Пухову було доручено керівництво відділенням кібернетичної техніки Інституту. Своїм заступником він призначив Б. М. Малиновського і дав йому доручення координувати роботу технічних відділів: керуючих машин (Б. М. Малиновського), арифметичних і запам'ятовуючих пристроїв обчислювальних машин (Г. О. Михайлова), теорії цифрових обчислювальних машин (З. Л. Рабіновича), фізичних і технологічних основ цифрових обчислювальних машин (В. П. Деркача), перетворювачів форми інформації (А. І. Кондалева), передачі інформації (А. М. Лучука), теорії і розрахунку електромагнітних пристроїв (О. В. Тозоні), медичної кібернетичної техніки (Л. С. Алеева).

Між «цифровиками» і «аналоговиками» йшло негласне (але добре!) змагання. Пік успіхів колективу відділу Г. Є. Пухова припав на 60ті роки. Творчий внесок самого Г. Є. Пухова важко переоцінити. Але стрімкий розвиток цифрової техніки призвів, практично, до згортання досліджень в галузі аналогової і квазіаналогової техніки. У 1971 р. Г. Є. Пухов разом зі своїм відділом перейшов з Інституту кібернетики АН УРСР до Інституту електродинаміки АН УРСР. Пізніше він створив Інститут проблем моделювання в енергетиці АН УРСР.

У 1971 р., після переходу Г. Є. Пухова до іншого інституту, керівником відділення кібернетичної техніки став Б. М. Малиновський (на громадських засадах), залишаючись завідувачем відділу керуючих машин.

## Попередники персональних комп'ютерів

Ще в 1959 р. у В. М. Глушкова виникла ідея створити машину для інженерних розрахунків. У 1963 р. під його нау-

development of the material, scientific, technical and cadre basis of the institute, and also his own department of digital automation.

G. Pukhov was entrusted to lead the section of cybernetic technology of the institute. He appointed B. Malinovsky his deputy in charge of coordination of the following technical departments: department of operational machines (B. Malinovsky); department of computer arithmetic and storage devices (G. Mikhaylov); department of computer theory (Z. Rabinovich); department of physical and technological computer foundations (A. Kondalev); department of information transfer (A. Luchuk); department of theory and development of electromagnetic devices (O. Tozoni); department of medical computer devices (L. Aleev).

There was an unpublicized (however a positive!) competition between the "digital" and "analog" scientists. The peak of success of Pukhov's section took place in 1960s. The personal contribution of G. Pukhov was enormous. But the speedy development of digital engineering brought to the end research in the field of analog and quasianalog technology. In 1971 G. Pukhov moved his section from the Institute of Cybernetics to the Institute of Electrodynamics, AS Ukr.SSR. Later he created the Institute of Modeling Problems in Energetic, AS Ukr.SSR.

In 1971 after G. Pukhov's departure to another institute, B. Malinovsky became the head of the cybernetic technology section (on a voluntary basis), maintaining supervisory position in the control machines department.

## Predecessors of personal computers

In 1959 V. Glushkov decided to create the machine for engineering calculations. Such machine called "Promin"

ковим керівництвом було розроблено і запущено в серійне виробництво створену в Інституті разом зі Спеціальним конструкторським бюро (СКБ) машину «Промінь». Її почав випускати Северодонецький завод обчислювальних машин. «Промінь» була, по суті, новим словом у світовій практиці, мала у технічному плані цілу низку нововведень, зокрема пам'ять на металізованих картах. Але найголовніше — це була перша машина з так званим ступінчастим мікропрограмним керуванням (на яке В. М. Глушков пізніше одержав авторське свідоцтво).

Згодом ступінчасте мікропрограмне керування використали в машині для інженерних розрахунків, скорочено — «МИР1», створеній слідом за «Промінь» (1965). У 1967 р. на виставці в Лондоні, де демонструвалася «МИР1», її придбала американська фірма «ІВМ» — найбільша у США, яка постачала майже 80% обчислювальної техніки для всього капіталістичного світу. Це був перший (і, на жаль, останній) випадок купівлі радянської електронної машини американською компанією.

Розробники «МИР1» отримали Державну премію СРСР (В. М. Глушков, Ю. В. Благовещенський, О. А. Летичевський, В. Д. Лосєв, І. М. Молчанов, С. Б. Погребинський, А. О. Стогній). У 1969 р. прийняли до виробництва нову, досконалішу «МИР2», а потім — «МИР3». За швидкістю виконання аналітичних перетворень цим машинам не було конкурентів. «МИР2», наприклад, успішно змагалася з універсальними машинами звичайної структури, які перевищували її за номінальною швидкістю та обсягами пам'яті у багато разів. На цій машині вперше у практиці вітчизняного математичного машинобудування було реалізовано діалоговий режим роботи, де використовувався дисплей зі світловим пером. Кожна з цих машин стала кроком уперед на шляху побудови розумної машини — стратегічного напрямку в розвитку комп'ю-

was elaborated in the Institute of Cybernetics and its SDB. In 1963 its serial production was started at the Severodonetsk computer plant. The computer “Promin” was a breakthrough in the world practice. It included many technical innovations, particularly memory on metallic cards. But the main thing was that it was the first machine with a so-called piggyback firmware control (later V. Glushkov received an author's certificate for it).

Some time later firmware control was used in the machine for engineering calculations MIR1, which was created after the “Promin” computer (1965). In 1967 MIR1 was exhibited in London where it was bought by the American company IBM—the largest in the USA supplier of about 80% of all computer technique for the capitalist world. It was the first and unfortunately the last time when the American company bought a Soviet computer.

MIR1 creators were awarded with the USSR State prize (V. Glushkov, Y. Blagoveshensky, A. Letichevsky, V. Losev, I. Molchanov, S. Pogrebinsky, and A. Stogniy). In 1969 improved computer MIR2, then—MIR3 were manufactured. These machines had no competitors for the speed of analytic conversion. For example, MIR2 successfully competed with universal computers of ordinary structure that rated many times higher in speed and memory capacity. Namely, on this machine for the first time in the history of national machinebuilding, they realized the dialog mode of work, where they used display with light pen. Each of these machines was a step forward creation of an intellectual machine, along a strategic direction in computer development proposed by V. Glushkov.

At that time it was considered that machine language should be as simple as possible, and the rest would be done by programs. “Address lan-

терів, запропонованого В. М. Глушковым.

На той час у світі панувала думка, що машинна мова має бути якомога простішою, а все інше зроблять програми. Такою була «адресна мова» для комп'ютера «Київ», розроблена В. С. Королюком і К. Л. Ющенко.

Проектуючи машини «МИР», В. М. Глушков ставив інше завдання — зробити машинну мову якомога ближчою до людської (мається на увазі математична, а не розмовна мова). І така мова — «Аналітик» — була створена (О. А. Летичевський) і підтримана оригінальною внутрішньомашинною системою її інтерпретації. Машини «МИР» використовувалися в усіх куточках Радянського Союзу. Головним конструктором комп'ютерів «Промінь» та «МИР» був С. Б. Погребинський.

## Кібернетична техніка

Термін «кібернетична техніка» з ініціативи Б. М. Малиновського затвердився в 1978 р. У «Енциклопедії кібернетики» (головний редактор В. М. Глушков), виданій у 1976 р., цей термін ще не згадувався. На відміну від обчислювальної, кібернетична техніка стала важливим напрямом у науці та техніці, пов'язаним із завданням зі створення технічних засобів для побудови керуючих, вимірювальних, контролюючих, автоматичних і автоматизованих систем і приладів з використанням комп'ютерів. Її попередниця технічна кібернетика була спрямована не на створення технічних засобів, а на розробку теорії систем керування, у першу чергу наукових основ автоматичного керування.

Виникненню кібернетичної техніки послужили створення і численні застосування керуючого комп'ютера «Днепр». Надалі відділення кібернетичної техніки почало займатися розробкою не тільки керуючих обчислювальних машин і спеціалізованих обчислювальних пристроїв, а й засобів передачі інформації, засобів спілкува-

гу» for the “Kyiv” computer designed by V. Korolyuk and E. Yuschenko was of such kind.

Designing machines MIR, V. Glushkov set another aim—create machine language similar to the human one (meaning the mathematic, not the spoken language). Such language “Analytic” was created by O. Letichevsky and supported by the original internal system of interpretation. MIR machines were used in all parts of the USSR.

## Cybernetic techniques

The term “cybernetic technique” proposed by B. Malinovsky was established in 1978. In the “Encyclopedia of Cybernetics” (1976, editor—V. Glushkov) this term is not mentioned. Unlike the computational techniques, cybernetic technique became an important direction of science, connected with the task of facilities creation for control, measuring, automatic and automated systems and devices with a use of computers. Its predecessor—technical cybernetics, was aimed to elaborate the theory of control systems, first of all the scientific basis for automatic control, but not to create technical facilities to make them.

Creation and numerous usage of the machine “Dnepr” positively influenced the emerging of cybernetic technique. Later on, the Section of Cybernetic Techniques began to elaborate not only the control computers and specialized computing devices, but also information transmission media, communication facilities for the control systems operators, and the is-

ння оператора із системами керування, а також питаннями їхнього застосування для керування різними процесами, автоматизації складних експериментів і вимірювальних приладів.

Поява кібернетичної техніки була об'єктивно обумовлена швидким зростанням потреб в засобах автоматизації, прагненням мати ефективні, максимально дешеві, надійні, зручні в експлуатації технічні засоби для побудови автоматичних і автоматизованих систем у різних галузях народного господарства, науки і техніки, у військовій справі, у приладобудуванні, що вирішує задачі, дуже далекі від тих, котрі вирішуються звичайною обчислювальною технікою в обчислювальних центрах або за допомогою персональних та інших обчислювальних засобів. Основою кібернетичної техніки, породженої в надрах обчислювальної техніки, стала також автоматика, телемеханіка, автоматичне керування, вимірювальна техніка — на їхній базі кібернетична техніка здобула самостійність.

Рушійною силою розвитку обчислювальної техніки стала потреба, що дедалі зростала, в обчисленнях (найрізноманітніших) у науці та техніці. Звідси й удосконалення засобів обчислювальної техніки пішло по лінії створення могутніх універсальних машин, машин для інженернотехнічних розрахунків, термінальних комп'ютерів для обчислювальних систем колективного користування, а також по лінії розвитку обчислювальної техніки для індивідуального користування інженерами, студентами, школярами, адміністраторами й ін. Основні вимоги до засобів обчислювальної техніки — це якнайвища продуктивність, зручність в обслуговуванні як великих колективів — споживачів обчислювальної техніки, так і окремих користувачів, простота спілкування людини з машиною. Обчислювальна техніка, як відомо, створюється для використання її людиною в якості могутнього обчислювального інструмента і засобу автоматизації інтелектуальної діяльності.

Розвиток кібернетичної техніки

sues of their usage to control different processes, automation of difficult experiments and measuring devices.

The appearance of cybernetic technique was fairly caused by increasing demand for the automated facilities, by aspiration for having the effective, cheap, reliable, easyto use technical devices to construct the automatic and automated systems in different fields of economy, science and technology, in the military service, in the instrumentmaking industry. These devices would solve the problems different from ones, which are usually solved by ordinary computers in the computing centers or with the help of personal or other calculators. The foundation of cybernetic technique, which first came out from the computing techniques, was also automation, telemechanics, automatic control, measuring technique. On their basis cybernetic technique acquired independence.

A growing demand for various calculations in science and technology became the driving force in computing technique development. The improvement of computing technique devices developed into two directions: creation of the powerful universal computers, computers for technical and engineering calculations, terminal computers for the shared computation systems; and also into development of computer technique for personal use by engineers, students, schoolchildren, administrators etc. The main requirements to the computing technique devices were highest productivity, usability, comfortable service for both collective and individual users, simplicity in communication between human and machine. As we know, computing technique is created to provide a powerful calculation and intellectual activity automation means to the people.

The driving force for cybernetic technique development was the intention to automate different technological and measuring processes, daytoday industrial management, control over

був обумовлений прагненням автоматизувати різні технологічні і вимірвальні процеси, оперативне керування виробництвом, керування енергетичними, транспортними й іншими об'єктами, у тому числі в сфері озброєння й у космосі (процеси розпізнавання і т. д.) з метою вилучення людини з галузі контролю і керування цими процесами. У таких застосуваннях виконання обчислень є лише частиною загального комплексу інформаційних процесів, що підлягають автоматизації. У зв'язку з цим комп'ютери, хоча і виконують роль центральної інтелектуальної частини систем, але вже не є єдиним засобом для їхньої побудови. Для цього потрібні також засоби автоматичного обміну інформацією між об'єктами й комп'ютерами, передачі інформації (як цифрової, так і аналогової) на відстань, відображення ходу процесу оператору, втручання оператора в процесі й ін. Таким чином, склад засобів кібернетичної техніки виявився значно ширшим, ніж засобів власне обчислювальної техніки. Для деяких застосувань частка засобів останньої виявилася взагалі незначною порівняно з великим обсягом іншої апаратури, такої, наприклад, як засоби зв'язку з об'єктом.

Крім того, до обчислювальних засобів, що входять до складу засобів кібернетичної техніки, виникли свої, особливі вимоги. Висока швидкість виконання обчислювальних операцій у ряді випадків перестала бути основним критерієм їхньої якості. Якщо він і задавався, то, як правило, доповнювався цілою низкою інших вимог з оперативності обробки, вартості, розмірів апаратури, надійності й ін. З'явилися особливі вимоги до організації обчислювального процесу. Головними стали вимога обробки інформації в реальному масштабі часу, циклічне повторення тих самих програм, тільки з різними початковими умовами, орієнтація обчислювальних засобів на визначені класи обчислень та ін. Можливі випадки, що вимагають надвисокої швидкості обчислень для визначених груп

energy, transport and other objects, including ones in the field of armament and space exploration (recognition processes) with the aim to eliminate human from the control and management over these processes. For such purpose calculation is only a part of the whole complex of information processes, which are to be automated. In such a view the computers are not a unique means for their construction, though they play a role of a central intellectual part of the systems. Besides, for these purposes there should be means of automatic information exchange between the computer and other objects, distant information transmission (both digital and analog), report on processes to the operator's display, operator's interference with the processes, etc. Thus, the composition of cybernetic facilities was much broader than ones of computing techniques. In some applications, for instance, in the facilities for communications with object, the part of computing technique devices was minimal compared with the great range of other equipment.

Besides, there appeared special demands for the computing devices, which are to be included into the cybernetic technique. The high speed of calculation operations was no longer the main criteria of their qualities in some cases. If it was hallmarked, it was usually compiled with other demands for processor efficiency, cost, size of device, reliability, etc. There were special demands for organization of the computing process. Among them: information processing in a real time scale, cyclic repetition of the same programs but with different initial conditions, selection of computing devices toward definite classes of calculations, etc. The opportunity to apply extreme speed of calculations for definite groups of applications. It is often needed to disperse the computing devices in the cybernetic systems, according to the process specificity, which should be automated. That also

застосувань тощо. Обчислювальні засоби в кібернетичних системах часто потрібно розосередити, залежно від специфіки процесу, який автоматизується, при цьому виникає необхідність у побудові розподілених, ієрархічних, однорідних, кільцевих та інших обчислювальних структур. Крім алгоритмічної універсальності (у визначених межах, обумовлених класами застосувань), від обчислювальних засобів, що входять до складу кібернетичної техніки, потребували системної універсальності (у рамках намічених застосувань), що внесло свої особливості в принципи її побудови (модульність, інтерфейси для підключення пристроїв зв'язку з об'єктом та ін.).

Математичне забезпечення засобів кібернетичної техніки також має певні особливості (стандартні програми і мови, орієнтовані на області застосувань, жорсткі програми, підготовка програм на універсальних машинах, схемна реалізація програм, усічена операційна система й ін.).

Значний внесок у проведені дослідження зробили технічні відділи Обчислювального центру АН УРСР і відділення кібернетичної техніки Інституту кібернетики АН УРСР, що виросло за двадцять років — з 1962 по 1982 — до 500 наукових співробітників, інженерів, лаборантів і техніків.

Прикладами можуть бути такі масштабні роботи, як створення і широке використання на промислових підприємствах і в багатьох науководослідних організаціях Радянського Союзу декількох сотень керуючих машин «Днепр»; розробка і промисловий випуск разом із Наукововиробничим об'єднанням «Светлана» (м. Ленінград) першого в СРСР сімейства мікрокомп'ютерів широкого призначення «Електроніка С5»; розробка разом з Виробничим об'єднанням ім. С. П. Корольова в інтересах цілої галузі промисловості засобів зв'язку СРСР керуючих комп'ютерів «СОУ1» і «СОУ2», комплексу мікропроцесорних засобів, у тому числі професійно орієнтованого персонального комп'ютера «Ней-

brings necessity to build the parted hierarchic, homogenous, circular and other computing structures. In addition to algorithmic universality (in fixed limits, caused by the application classes), there should be system universality on behalf of computing devices that were part of cybernetic technique (within the limits of planned applications), which brought peculiarities into the principles of its construction (modularity, interfaces to link with object communication devices, etc.)

Mathematical foundation of the cybernetic technique also has its own peculiarities (standard programs and languages oriented on application fields, hardware programs, programs preparation on universal computers, circuit programs implementation, truncated operating system, etc.)

A significant contribution into the research was made by the technical departments of the Computing Center of the AS Ukr.SSR and by the Section of Cybernetic Techniques of the Institute of Cybernetics, AS Ukr.SSR, whose staff increased to 500 scientists, engineers, laboratory assistants and technicians in 20 years (1962–1982).

Following profound works can serve as an examples: creation and wide use of several hundreds of “Dnepr” machines at the industrial enterprises and many research organizations of the Soviet Union; development and production of the first Soviet family of universal microcomputers “Electronica S5” (together with scientific production association “Svetlana”, StPetersburg, Russia); development (in collaboration with Kiev S. Korolev Production association) and wide usage of control machines SOU1 and SOU2, of microprocessorbased complex facilities, including a professionally oriented PC “Neuron”, modular set of microprocessorbased tuning devices SO01—SO04 for the benefit of the whole communication facilities industry of the USSR; elaboration of the professionally oriented PC ES1841 (to-

рон», модульного набору засобів налагодження мікропроцесорної техніки «СО01» — «СО04»; розробка професійно орієнтованого персонального комп'ютера «ЕС1841» (разом із Науководслідним інститутом керуючих обчислювальних машин Радіопрому СРСР), створення процесорів цифрової обробки сигналів, суперпродуктивних спеціалізованих засобів розпізнавання образів, цифрових спеціалізованих пристроїв контролю і керування швидкоплинними фізичними процесами, відеокomp'ютерних терміналів, систем автоматизації інженерної праці, знанняорієнтованих інтелектуальних систем, могутніх кластерних обчислювальних комплексів, систем автоматизації наукових експериментів в установах Академії наук УРСР, унікальних керуючих систем різного, в тому числі оборонного призначення й ін.

У підсумку загальні зусилля колективу відділення кібернетичної техніки сприяли становленню й успішній роботі наукової школи в цій дуже важливій галузі знань.

gether with the research institute of Radioprom of the USSR), creation of signal digital processing, devices super productive facilities for pattern recognition, digital specialized devices for control over highspeed physical processes, videocomputer terminals, systems of engineering works automation, knowledgeoriented intellectual systems, powerful clustered computing complexes, systems of scientific experiments automation for the organizations of the Academy of Science Ukr.SSR, unique control systems of different applications, including military, etc.

Great collective efforts of the Section of the cybernetic technique staff furthered the formation and successful work of the scientific school in this incredibly important field of knowledge.