

B

BIBLIOTEKA
ORGANIZATORA
PRODUKCJI

Elektroniczne maszyny cyfrowe

wiadomości
ogólne

NT

Biblioteka Organizatora Produkcji stanowi zespół broszur z dziedziny organizacji w przemyśle maszynowym. Ma ona za zadanie podanie w sposób przystępny tych wiadomości teoretycznych i praktycznych, które wiążą się z organizacją produkcji, przez co zostanie zapełniona luka w zakresie dokształcania pracowników technicznych przemysłu maszynowego.

*

Biblioteka Organizatora Produkcji
obejmuje następujące problemy tematyczne:

- Ogólne zagadnienia organizacji przemysłu
- Organizację wydziałów i oddziałów produkcyjnych
- Organizację technicznego przygotowania produkcji
- Wybrane zagadnienia z organizacji produkcji

Biblioteka Organizatora Produkcji

Dr hab. Roman Marcińczak

ELEKTRONICZNE
MASZYNY CYFROWE
WIADOMOŚCI OGÓLNE



WARSZAWA
WYDAWNICTWA NAUKOWO - TECHNICZNE

BIBLIOTEKA ORGANIZATORA PRODUKCJI

Zainicjowana przez Sekcję Organizacji Przemysłu SIMP

Opiniodawcy *mgr inż. Franciszek Haratym,*
mgr Witold Węckowicz

Redaktor naukowy WNT *inż. Wiktor Natanson*

Redaktor techniczny *Jadwiga Pakoca*

681.121-523.8

Książka wprowadza w sposób ogólny w dziedzinę techniki elektronicznych maszyn cyfrowych i automatyzacji zarządzania. Podaje rozwój oraz przykłady zastosowania maszyn cyfrowych w różnych dziedzinach gospodarki narodowej. Omawia także charakterystyki konstrukcyjne i eksploatacyjne maszyn cyfrowych krajowych i zagranicznych.

Książka jest przeznaczona dla organizatorów, personelu kierowniczego przedsiębiorstw przemysłowych, zjednoczeń, resortów oraz dla pracowników ośrodków elektronicznej techniki obliczeniowej i dla wszystkich tych, którzy interesują się rozwojem elektronicznych maszyn cyfrowych i automatyzacją przetwarzania informacji.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

PRINTED IN POLAND

WNT. Warszawa 1971. Wydanie I, seria 2. Nakład 6580. Ark. wyd. 5.9. Ark. druk. 7.25. Format A5. Papier ilustracyjny V kl 70 g. Podpisano do druku w styczniu 1971 r. Druk ukończono w styczniu 1971 r. Symbol 78498/Tw. Cena zł 10.—
Wrocławska Drukarnia Dzielowa — Zam. 873/A — K-11

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
1. Wiadomości wstępne	7
1.1. Podstawowe ważniejsze terminy dotyczące maszyn cyfrowych i przetwarzania informacji	7
1.2. Podstawowe pojęcia cybernetyki	8
1.3. Historyczny rozwój maszyn i urządzeń do przetwarzania danych	11
2. Rodzaje maszyn liczących	17
3. Arytmetyka elektronicznych maszyn cyfrowych i algebra Boole'a	22
3.1. Arytmetyka maszyn cyfrowych	22
3.2. Elementy algebry logiki — algebra Boole'a	25
3.3. Liczenie ze stałym i zmiennym przecinkiem	27
4. Elementy składowe typowych elektronicznych maszyn cyfrowych	29
4.1. Część centralna maszyny cyfrowej	31
4.2. Pamięci zewnętrzne	36
4.3. Urządzenie wejściowe	42
4.4. Urządzenia wyjściowe	43
4.5. Urządzenia do przygotowania nośników informacji	48
4.6. Podstawowe nośniki informacji elektronicznych maszyn cyfrowych	49
5. Zasady programowania elektronicznych maszyn cyfrowych	51
5.1. Zasady programowania w języku wewnętrznym maszyny	51
5.2. Zasady programowania automatycznego	53
6. Charakterystyka elektronicznych maszyn cyfrowych konstrukcji krajowej	57
6.1. Rozwój konstrukcji	57
6.2. Elektroniczne maszyny cyfrowe rodziny ZAM	59
6.3. Elektroniczne maszyny cyfrowe rodziny Odra	63
7. Charakterystyka elektronicznych maszyn cyfrowych konstrukcji zagranicznej	70
7.1. Charakterystyka elektronicznych maszyn cyfrowych konstrukcji zagranicznej stosowanych w Polsce	71
7.2. Charakterystyka ważniejszych maszyn cyfrowych konstrukcji zagranicznej	77

8. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych	81
8.1. Zastosowanie maszyn cyfrowych w zarządzaniu przedsiębiorstwami przemysłowymi	81
8.2. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do obliczeń naukowo-technicznych	90
8.3. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych poza przedsiębiorstwami przemysłowymi	92
9. Perspektywy rozwoju elektronicznych maszyn cyfrowych	93
Literatura	97

WSTĘP

We współczesnym społeczeństwie coraz większą rolę odgrywa mechanizacja i automatyzacja procesów produkcyjnych, których prowadzenie wymaga całego systemu zarządzania. Olbrzymia ilość i różne rodzaje dokumentów źródłowych z jednej strony wiążą tok produkcji, z drugiej zaś — komplikują proces zarządzania, a często nawet i dezorganizują pracę w niektórych ogniwach organizacyjnych przedsiębiorstwa.

W warunkach gospodarki planowej prawidłowa informacja charakteryzująca działalność przedsiębiorstwa jest niezbędna dla właściwego nim kierowania.

Możliwość pełnego opanowania zarządzania wyłoniła się dopiero z chwilą pojawienia się w ostatnich latach elektronicznych maszyn cyfrowych.

Zastosowanie w praktyce szybko działających elektronicznych maszyn cyfrowych — w szczególności do przetwarzania informacji stanowi jedno z najważniejszych osiągnięć techniki XX wieku.

Postęp elektronicznej techniki obliczeniowej związany z zastosowaniem maszyn cyfrowych stał się dziedziną, która swoją dynamiką, zakresem i znaczeniem przerosła wiele innych dziedzin, które wydawało się, że mają jeszcze większe perspektywy rozwoju i zastosowania.

Na temat elektronicznych maszyn cyfrowych powstała do chwili obecnej literatura fachowa obejmująca tysiące pozycji, dynamiczny zaś ich rozwój powoduje pojawienie się coraz nowych opracowań.

Niniejsza praca przeznaczona jest głównie dla personelu kierowniczego i pracowników komórek organizacyjnych przedsiębiorstw przemysłowych, którym nawał prac służbowych nie pozwalała na dogłębne studiowanie literatury fachowej z dziedziny po-

ruszanej w niniejszej publikacji, a dostępnej często jedynie w specjalistycznych bibliotekach.

W niniejszej publikacji autor starał się w formie przystępnej przedstawić elementarne wiadomości z problematyki techniczno-eksploatacyjnej maszyn cyfrowych oraz projektowania systemów przetwarzania informacji dla celów zarządzania.

Rodzaj elektronicznych maszyn cyfrowych, klasyfikacja maszyn cyfrowych, klasyfikacja maszyn i urządzeń liczących oraz ich charakterystyka, współpraca maszyn cyfrowych i analogowych stanowi treść pierwszego i drugiego rozdziału.

W rozdziale trzecim jest omówiona arytmetyka elektronicznych maszyn cyfrowych i algebra Boole'a.

Omówieniem zagadnień, które wymagają od czytelnika oswajania się z pewnymi nowymi pojęciami i sposobem rozumowania poświęcony jest rozdział czwarty, w którym omówiono konstrukcję typowej uniwersalnej elektronicznej maszyny cyfrowej, jej elementy składowe, budowę i organizację wewnętrzną, urządzenia wejścia-wyjścia oraz dane eksploatacyjne. Omówione zostały najczęściej spotykane urządzenia maszyn cyfrowych.

Rozdział piąty poświęcony jest ogólnym zasadom programowania elektronicznych maszyn cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem autokodu COBOL do programowania zagadnień gospodarczych (przetwarzania danych). Zawartość tego rozdziału jest w zasadzie wystarczająca do zrozumienia metodyki programowania.

W rozdziale szóstym i siódmym przedstawiono charakterystyki elektronicznych maszyn cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem maszyn eksploatowanych w Polsce.

W rozdziale ósmym omówiono zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych w przemyśle.

W rozdziale dziewiątym podano krótki opis perspektyw rozwoju maszyn cyfrowych na najbliższe dziesięciolecie.

Odbiorcy niniejszej publikacji, a więc przede wszystkim kierowniczy personel w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz przyszli pracownicy systemów zarządzania przy pomocy maszyn cyfrowych ocenią, w jakiej mierze autor wykonał swoje zadanie. Autor będzie dlatego wdzięczny za wszelkie uwagi krytyczne, dotyczące zwłaszcza przydatności i czytelności publikacji.

1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE

1.1. Podstawowe ważniejsze terminy dotyczące maszyn cyfrowych i przetwarzania informacji

Przed przystąpieniem do omawiania zagadnień z zakresu konstrukcji i zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych nie sposób na wstępie pominąć podstawowe pojęcia z tego zakresu [2], [3], [7] ¹⁾.

Mechanizacja jest to metoda działania, polegająca na zastępowaniu czynności człowieka działaniem mechanizmów. Dotyczy to zarówno czynności fizycznych jak i umysłowych, granica zaś pomiędzy nimi jest często zwyczajowa i umowna.

Mechanizacja zarządzania polega na zastosowaniu mechanizmów wykonujących niektóre czynności człowieka jako funkcji zarządzania.

Automatyzacja jest to metoda działania, w której poszczególne operacje określonego procesu pracy od początku do końca przebiegają bez udziału człowieka.

Automatyzacja zarządzania jest to metoda działania, w której poszczególne czynności składające się na proces zarządzania lub jego część wykonywane są bez udziału człowieka.

Automatyzacja częściowa jest to stosowanie takich środków technicznych, które pozwalają uwolnić człowieka od niektórych prostych funkcji sterowania.

Automatyzacja kompleksowa jest to taki zestaw środków automatyzacji, które sterują procesem bez bezpośredniego udziału człowieka.

Częściowa automatyzacja przetwarzania informacji polega na przetwarzaniu danych sporządzonych we wspólnym języku ma-

¹⁾ Cyfry w nawiasach kwadratowych oznaczają numer pozycji w wykazie literatury zamieszczonej na końcu książki.

szynowym, przy którym wymagana praca ludzka została sprowadzona do minimum.

Automatyzacja przetwarzania informacji polega na dokonywaniu na danych pewnych operacji przeprowadzanych w maszynie zupełnie bez ingerencji człowieka.

Przetwarzanie danych polega na wykonywaniu usystematyzowanego ciągu określonych operacji, przy czym przedmiotem operacji są dane.

Przetwarzanie informacji jest to przetwarzanie danych wykonywane w celu powiększenia wartości lub znaczenia (z określonego punktu widzenia) informacji zawartych w danych.

1.2. Podstawowe pojęcia cybernetyki

W literaturze naukowej przy charakterystyce elektronicznych maszyn cyfrowych często występuje pojęcie „cybernetyka”.

Twórcą cybernetyki jest *Norbert Wiener*, który w książce pt.: „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine” wydanej w 1948 r. określił cybernetykę jako „naukę o procesach sterowania i łączności w zwierzętach i maszynach”.

Ogólnie można powiedzieć, że cybernetyka jest nauką o sterowaniu przesyłania i przetwarzania informacji wewnątrz przeznaczonych do tego celu maszyn oraz w centralnych układach nerwowych zwierząt i ludzi.

Trzy terminy cybernetyczne: informacja, transformacja i sterowanie wymagają choćby ogólnego wyjaśnienia [11].

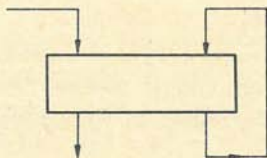
Przez informację należy rozumieć przekazanie przez nadawcę, którym może być dowolna rzecz lub osoba, do odbiorcy, którym także może być dowolna rzecz lub osoba, pewnej treści będącej opisem, poleceniem, nakazem, zakazem lub zaleceniem.

Transformacją informacji nazywa się w cybernetyce dowolne przekształcenie informacji, a w szczególności wszelkie postępowanie warunkowe, rozumowanie, analizę, kalkulację, streszczenie i inne formy komunikacji między osobą a rzeczą, między osobami lub między rzeczami.

Przez sterowanie należy rozumieć dążenie do wywarcia określonego wpływu mającego spowodować zmianę stanu w przedmiocie sterowania.

W cybernetyce rozróżniamy układy względnie odosobnione i układy bezwzględnie odosobnione [14].

Układ bezwzględnie odosobniony nie ma ani jednego wejścia i wyjścia poza układ do otoczenia. Każdy inny układ odosobniony jest nazywany układem względnie odosobnionym. Schemat takiego układu przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat układu względnie odosobnionego

Każde wejście oraz każde wyjście układu zarówno zewnętrzne jak i wewnętrzne składa się z zasilania i informacji.

Przez zasilanie należy rozumieć zawsze pewien czynnik materialny będący albo nośnikiem informacji, albo tworzywem przekształcanym przez układ lub służącym jako ośrodek przekształcania innych zasileń.

Występują dwa rodzaje stanów: zasilenie charakteryzujące się dużą masą lub energią, informacja charakteryzująca się stosunkowo małą masą i małą energią.

Dla wyjaśnienia podstawowych pojęć cybernetyki należy zapoznać się z zakresem zasilania informacji oraz transformowania zasileń i transformowania informacji:

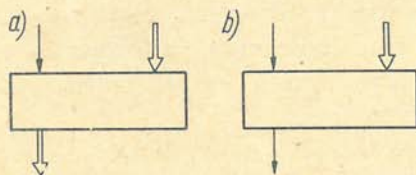
- rozróżniamy dwa rodzaje stanów (wejście i wyjście) zasilanie i informacja,
- wejście zasileniowe to tylko takie wejścia, dla których bodźcem są tylko zasilania,
- wejście informacyjne to tylko takie wejścia, dla których bodźcem są tylko informacje,
- wyjście zasileniowe to tylko takie wyjścia, których reakcjami są tylko zasilania,

— wyjście informacyjne to tylko takie wyjścia, których reakcjami są tylko informacje.

Transformowaniu mogą podlegać zasilania i informacje, przy czym do transformacji potrzebna jest energia, którą traktujemy jako zasilenie:

- każdy transformator zasileń posiada choć jedno wejście zasileniowe, choć jedno miejsce informacji i wyjście wyłącznie zasileniowe,
- każdy transformator informacji posiada choć jedno wejście informacyjne, choć jedno wyjście zasileniowe i wyjście wyłącznie informacyjne,
- transformowanie zasileń (czyli sterowanie) to funkcjonowanie transformatora zasileń (czyli układu sterowanego),
- transformowanie informacji to funkcjonowanie transformatora informacji,
- przedmiotem sterowania jest jakieś zasilenie, natomiast informacja jest zawsze wynikiem umożliwiającym sterowanie.

Schemat transformowania zasileń i transformowania informacji przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat transformacji: a) transformator zasileń, b) transformator informacji

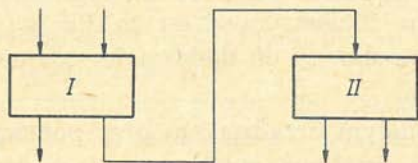
Pomiędzy układami mogą występować połączenia. Takie układy połączeń w cybernetyce nazywamy układami sprzężonymi.

Sprzężenie, w którym jeden z obiektów oddziałuje na drugi, będziemy nazywali sprzężeniem prostym.

Mówimy, że między układem I a układem II zachodzi bezpośrednie sprzężenie szeregowe, zamiast mówić, że jedno z wyjść układu I jest zarazem wyjściem układu II (rys. 3).

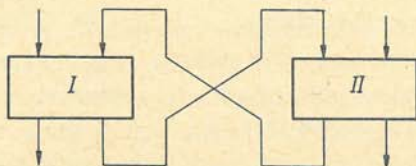
W ten sposób dochodzimy do jednego z podstawowych pojęć cybernetyki — sprzężenia zwrotnego, w którym obiekt pierwszy oddziałuje na drugi, a drugi oddziałuje na pierwszy. Sprzężenie

zwrotne jest to więc takie sprzężenie, na które składają się dwa sprzężenia proste przeciwnie skierowane. Sprzężenie to tworzy zarazem zamknięty obiekt oddziaływania.



Rys. 3. Sprzężenie proste

Mówimy, że między układem I a układem II zachodzi bezpośrednie sprzężenie zwrotne, zamiast mówić że między układem I a układem II zachodzi bezpośrednie sprzężenie szeregowe, a więc i między układem II a układem I też zachodzi sprzężenie szeregowe (rys. 4).



Rys. 4. Sprzężenie zwrotne

1.3. Historyczny rozwój maszyn i urządzeń do przetwarzania danych

Skonstruowanie pierwszych przyrządów i maszyn liczących, podobnie jak powstanie wielu innych wynalazków związane jest bezpośrednio z określonymi potrzebami człowieka. Potrzeba dokonywania zapisu liczb oraz wykonywania najprostszych działań rachunkowych zrodziła pierwsze prymitywne przyrządy liczące.

Do najstarszych przyrządów pozwalających w pewnym stopniu racjonalizować proces liczenia, stanowiący zarazem dowód znacznego postępu w dziedzinie umiejętności posługiwania się liczbami, należy abak. Abak składał się z prostokątnej deski z wyrzowanymi rubrykami, w których kamyczkami oznaczono ilości w

poszczególnych rzędach dziesiętnych. Po licznych udoskonaleniach przerodził się on w liczydło, przy pomocy którego można było dokonywać jedynie działań dodawania i odejmowania.

Dalszego kroku dokonał słynny angielski matematyk *John Napier* z Merkistonu. Skonstruował on w 1617 r. specjalne sztabki rachunkowe, które służyły do dodawania, odejmowania i uproszczonego mnożenia.

Bardziej doskonałym urządzeniem przy pomocy którego można było wykonywać działania arytmetyczne, a które wykonywało część określonych algorytmami działań arytmetycznych była wynaleziona w 1642 roku przez *Błażeja Pascala* maszyna do zliczania pieniędzy. Po zebraniu doświadczeń z pierwszej maszyny, uczoney konstruuje maszynę dziesiętną przeznaczoną do obliczeń matematycznych. Maszyna ta mogła wykonywać samodzielnie dodawanie i odejmowanie, posiadała odpowiednie urządzenia do dokonywania przeniesień. Mimo zalet ułatwiających dodawanie i odejmowanie nie dawała ona jednak możliwości łatwego wykonywania mnożenia i dzielenia.

Prawie 30 lat po skonstruowaniu przez *Pascala* maszyny sumującej, około roku 1694 niemiecki matematyk i filozof *Golfryd Wilhelm Leibniz* opracował nową konstrukcję maszyny sumującej, przy pomocy której, oprócz dodawania i odejmowania, można było wykonywać mnożenie i dzielenie. Konstrukcja maszyny była oparta na zasadzie tzw. walców schodkowych umożliwiających dodawanie cyfr wszystkich rzędów a tym samym i mnożenie przez szybkie dodawanie. Wynalazek ten jednak nie znalazł szerokiego zastosowania i był traktowany jako interesująca lecz droga zabawka.

Wprawdzie w wieku XVII byli jeszcze i inni konstruktorzy maszyn liczących, lecz jednak konstrukcja *Pascala* i *Leibniza* należą do najbardziej znanych i oryginalnych.

Wśród pierwszych wynalazców maszyn liczących nie brak również i przedstawicieli Polski. Konstruktorem pierwszej maszyny liczącej w Polsce był *Abraham Stern*, który na posiedzeniu Towarzystwa Przyjaciół Nauk w 1813 roku demonstruje maszynę rachunkową wykonującą w sposób łatwy wszystkie cztery podstawowe działania arytmetyczne. *Stern* znalazł uznanie, nie

znalazł jednak protektorów, którzy pozwoliliby zająć się produkcją tego wynalazku.

Tak więc żadna z wyżej wymienionych konstrukcji maszyn liczących, mimo swej sprawności i pomysłowości, nie doczekała się szerszego rozpowszechnienia. Na przeszkodzie temu stał zarówno niski stan mechaniki precyzyjnej, jak też i małe zapotrzebowanie na tego rodzaju maszyny.

Pierwszym, który rozpoczął produkcję maszyn liczących na szerszą skalę opartych na konstrukcji *Leibniza* był francuz *Karol Thomas de Colmar* z Alzacji. W latach 1821—1878 wyprodukował ponad tysiąc egzemplarzy tych maszyn.

W 1874 r. *W. T. Odhner* uruchomił produkcję skonstruowanego przez siebie arytmetru, w którym zastosował zamiast żłobkowanych wałców *Leibniza* koła z prętami wysuwanymi w kierunku promieniowym przez pierścień nastawczy. Liczba prętów była zmienna od 1 do 9 w zależności od nastawczej liczby. Na tej zasadzie skonstruowana jest większość aktualnie produkowanych ręcznych arytmetrów.

Około roku 1920 w Stanach Zjednoczonych AP wyeliminowano ręczne kręcenie korbki arytmetru przez zastosowanie napędu elektrycznego. Konstruktorami tych maszyn byli *Baldwin* oraz *Mondroe*.

We wszystkich dotychczas opisanych arytmetrach dane liczbowe trzeba było nastawiać ręcznie również wtedy, gdy ta sama liczba występowała wielokrotnie. Sprawiało to, że dokonywanie wielu obliczeń — szczególnie statystycznych trwało bardzo długo.

Do mechanizacji prac statystycznych i rozwoju techniki obrachunkowej przyczyniło się wynalezienie i opatentowanie w 1889 r. przez *Hermana Holleritha* maszyn pracujących na zasadzie wykorzystania kart dziurkowanych jako nośników informacji. Do zestawu maszyn wchodziły następujące urządzenia: dziurkarki, sorter i tabulator. Wynalazek ten umożliwiał zmechanizowanie odczytywania informacji, wykonywanie obliczeń w formie wielokrotnego dodawania i wypisywanie wyników. Maszyny te dały początek nowej, dużej grupie maszyn liczących zwanych maszynami systemu kart dziurkowanych lub maszynami licząco-analitycznymi. O tym jak wielka była potrzeba tych maszyn świadczy fakt, że po zainstalowaniu ich w Biurze Spisów Powszech-

nych w Stanach Zjednoczonych, pozwoliły skrócić opracowanie wyników ośmiokrotnie oraz uzyskiwać większą dokładność niż przy metodach tradycyjnych.

Nieco później inny wynalazca amerykański *J. Powers* skonstruował maszyny również w oparciu o dane zapisywane w formie otworów na karcie papierowej. O ile jednak w maszynach *Holleritha* odczyt polegał na zamknięciu lub nie zamknięciu obwodu elektrycznego w zależności od obecności lub braku otworów w karcie, to informacje na maszynach *Powersa* były odczytywane przy pomocy igieł metalowych. Tak więc można powiedzieć, że w maszynie *Powersa* zastosowano odczyt mechaniczny, a w maszynie *Holleritha* — elektryczny.

W XIX w. powstała również pierwsza idea konstrukcji automatycznych maszyn liczących, którą stworzył matematyk angielski *Karol Babbage*, udowadniając że nawet skomplikowane obliczenie matematyczne można sprowadzać do wykonania w odpowiedniej kolejności czterech, lub nawet dwóch podstawowych działań arytmetycznych. Na podstawie tego twierdzenia *Babbage* zbudował maszynę liczącą do obliczania wielomianów. Wykorzystując doświadczenia nabyte przy konstrukcji pierwszej maszyny powziął decyzję skonstruowania automatycznej maszyny liczącej. Uzyskawszy pomoc finansową od rządu brytyjskiego przystąpił około 1823 r. do jej konstrukcji. Po kilku latach budowy wynalazca chciał ulepszyć w ten sposób maszynę, by mogła obliczać dowolnie wzory algebraiczne. Doprowadziło to jednak do konfliktu z jej wykonawcami. Osamotniony *Babbage* przez następne dziesięć lat próbuje sam ją ukończyć, ale rząd wydawszy znaczne sumy pieniędzy i zniecierpliwiony brakiem ostatecznych wyników w 1842 roku odmawia dalszych subsydiów.

O *Babbage'u* wkrótce zapomniano. Usunęli go w cień inni wynalazcy, którzy nie siląc się na zbyt skomplikowaną konstrukcję mogli doprowadzić budowę swoich maszyn do końca. Od tego czasu datuje się zastój w dziedzinie konstrukcji i budowy automatycznych maszyn liczących.

Jedynie nieśmiałą próbą było skonstruowanie w 1928 roku przez *International Business Machines* przy współudziale Uniwersytetu Kolumbijskiego w Nowym Yorku tabulatora różni-

cowego. Maszyna ta stanowiła typowe połączenia tabulatora z maszyną różnicową. Tabulator różnicowy początkowo służył statystykom, następnie zaczęli stosować go do swoich potrzeb astronomowie.

Dopiero po upływie ponad stu lat od czasu przerwania pracy nad maszyną różnicową *Babbage'a*, pod kierunkiem amerykańskiego uczonego profesora matematyki na Uniwersytecie Harvardzkim *H. H. Aiken'a*, przystąpiono do budowy maszyny pod nazwą Mark I lub ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator), którą ukończono w 1944 r. Do budowy jej zostały użyte przekaźniki elektromagnetyczne, zaś zmiana ustawienia urządzeń sterujących stosownie do rodzaju i kolejności wykonywanych operacji dokonywała się samoczynnie za pomocą informacji zawartych na taśmie dziurkowanej. Maszyna ta wykonywała 3,5 operacji dodawania na sekundę, mnożenie trwało kilka sekund, a operacja dzielenia — 11 s. Była to pierwsza na świecie ukończona maszyna cyfrowa całkowicie zautomatyzowana. Podstawową wadą maszyny Mark I było oparcie się konstrukcji na technice przekaźnikowej, co spowodowało ogromne rozmiary maszyny, nadmierny ciężar oraz stosunkowo powolne działanie.

W 1946 r. na podstawie projektów *J. W. Mauchly'ego* i *J. P. Eckerta* z Uniwersytetu Pensylwanii została zbudowana pierwsza na świecie maszyna cyfrowa oparta na technice elektronicznej, którą nazwano ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). Wyposażona była w 18 000 lamp elektronowych oraz 1 500 przekaźników elektromechanicznych. Maszyna ta wykonywała operacje dodawania i odejmowania z zawrotną jak na owe czasy szybkością 5 000 operacji na sekundę, a mnożenie z szybkością 300—500 operacji na sekundę. W niespełna rok później podobna maszyna powstaje w Związku Radzieckim.

Na podstawie opracowanego raportu *Johna von Neumana*, *M. V. Wiklesa* i innych dotyczącego nowej koncepcji wprowadzania do maszyn cyfrowych oraz przechowywania w niej początkowych pośrednich i końcowych wyników obliczeń oraz informacji o rodzaju i kolejności operacji, które maszyna powinna wykonywać w celu rozwiązania danego zadania obliczeniowego, przystąpiono do konstrukcji nowych maszyn cyfrowych opartych na całkowicie innych rozwiązaniach (w szczególności dotyczących

sterowania tymi maszynami). Na podstawie powyższego raportu i przeprowadzonych studiów opracowano kilka typów maszyn cyfrowych takich jak: EDVAC, SEAC, ILLIAC, UNIVAC i inne.

Powyższe maszyny utworzyły tzw. pierwszą generację¹⁾ elektronicznych maszyn cyfrowych przeznaczonych do obliczeń numerycznych.

Coraz większe zastosowanie maszyn cyfrowych w nauce i technice zwróciło uwagę ekonomistów na możliwość ich zastosowania w przedsiębiorstwach przemysłowych do celów zarządzania. Przeprowadzone wstępne rozeznania wykazały jednak, że dotychczas produkowane maszyny do tych celów nie nadają się.

Aby zrealizować w takiej sytuacji wyżej wspomniany pomysł, należało doprowadzić do odpowiedniej modyfikacji konstrukcji maszyn cyfrowych. Prace w tym kierunku popierane przez zainteresowane przedsiębiorstwa były prowadzone od 1948 r. równoległe w Wielkiej Brytanii i w Stanach Zjednoczonych. Zostały one zakończone w 1954 r., a rezultatem ich było zbudowanie w Wielkiej Brytanii maszyny LEO I (Lyons Electronic Office) wykorzystywanej do opracowywania list płac oraz w Stanach Zjednoczonych maszyny UNIVAC I (Universal Automatic Computer) wykorzystywanej do obliczenia list płac i prostych obliczeń w zakresie księgowości.

Pierwsze maszyny do obliczania zagadnień gospodarczych charakteryzowały się jeszcze niedoskonałą techniką oraz poważnymi trudnościami w programowaniu. Efekty automatyzacji w porównaniu z olbrzymimi nakładami finansowymi były znikome.

Do końca 1958 r. łączna ilość zainstalowanych na świecie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania informacji wynosiła zaledwie kilkaset egzemplarzy, z czego znaczna część

¹⁾ Rozróżniamy następujące generacje maszyn cyfrowych:

- generacja zerowa — maszyny cyfrowe budowane na przekaźnikach (1944 r.),
- generacja pierwsza — zastosowanie lamp elektronowych (1952 r.),
- generacja druga — zastosowanie tranzystorów (1958 r.),
- generacja trzecia — zastosowanie obwodów scalonych (1964 r.).

Obecnie przygotowuje się produkcję elektronicznych maszyn cyfrowych czwartej generacji przy zastosowaniu elektroniki molekularnej oraz prowadzi się badania nad konstrukcją maszyn piątej generacji wykorzystujących zjawiska nadprzewodnictwa w temperaturach absolutnego zera i efekty kwantowo-mechaniczne w ciałach stałych i gazowych.

była zainstalowana w instytutach rządowych Stanów Zjednoczonych.

Dopiero przejście pod koniec 1958 r. do budowy elektronicznych maszyn cyfrowych na znacznie pewniejszej technice tranzystorowej (maszyna PHILCO 2000) oraz znaczne usprawnienie urządzeń do wprowadzania i wyprowadzania danych, jak też wprowadzenie techniki automatycznego programowania doprowadziło do żywiołowego rozwoju tych maszyn i zastosowania ich w przedsiębiorstwach do celów zarządzania.

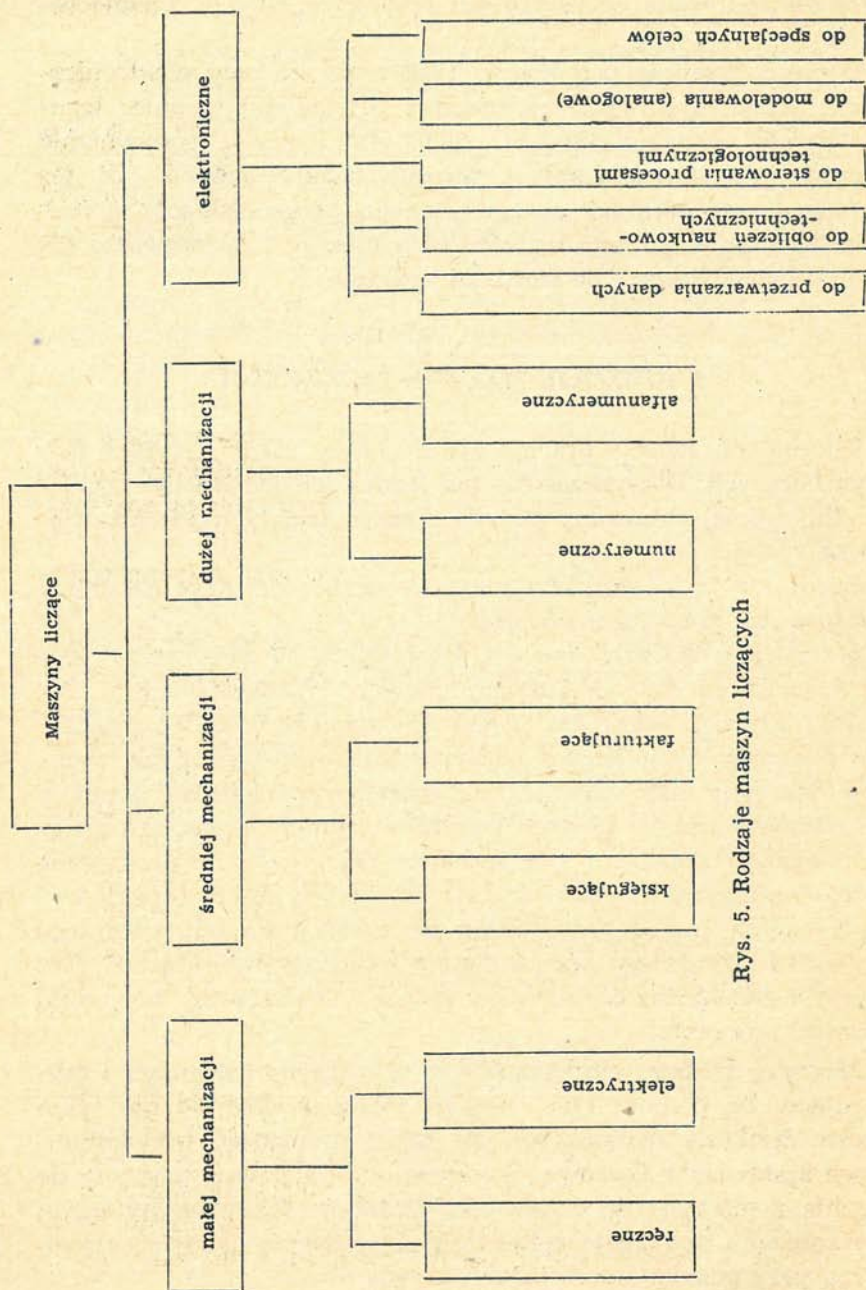
2. RODZAJE MASZYN LICZĄCYCH

Obecnie na świecie pracuje kilka tysięcy różnych typów maszyn liczących. Dotychczas nie ma jednak ich jednolitego podziału. Najczęściej stosowany podział maszyn liczących przedstawiono na rys. 5.

Zgodnie z tą klasyfikacją maszyny liczące dzielimy na cztery podstawowe grupy, a mianowicie:

Maszyny małej mechanizacji pozwalające na zmechanizowanie poszczególnych czynności obliczeniowych. Wymagają one jednak stałej ingerencji człowieka związanej z koniecznością wprowadzania poszczególnych liczb i odczytywania otrzymywanych wyników. Maszyny małej mechanizacji możemy podzielić na: maszyny nieautomatyczne, na których wszystkie czynności związane z wykonywaniem obliczeń i sterowaniem maszyną są wykonywane ręcznie, maszyny półautomatyczne, w których szereg funkcji wykonywanych jest automatycznie po naciśnięciu odpowiedniego przycisku sterującego oraz maszyny automatyczne, które oprócz wyżej wymienionej czynności w sposób automatyczny wykonują również mnożenie.

Maszyny średniej mechanizacji są to maszyny księgujące i fakturujące. Za pomocą tych maszyn można realizować nie tylko proste działania rachunkowe, ale także sporządzać wielokolumnowe zestawienia liczbowe. Stanowią one połączenie maszyny do pisania z maszyną do dodawania. Podobnie jak maszyny małej mechanizacji wymagają ręcznego wprowadzania danych wejściowych przy pomocy odpowiedniej klawiatury.



Rys. 5. Rodzaje maszyn liczących

Maszyny dużej mechanizacji pracują przy użyciu kart jako nośników informacji. Zastosowanie kart oraz sterowania przekaźnikowego lub elektronicznego pozwala wykonywać przy pomocy tych maszyn znacznie więcej i bardziej skomplikowane obliczenia bez udziału człowieka. W systemie maszyn dużej mechanizacji (zwanymi inaczej maszynami licząco-analitycznymi) dane są przygotowywane i przetwarzane przy pomocy pojedynczych maszyn, z których każda przeznaczona jest do określonego zadania:

- dziurkarki — do dziurkowania kart,
- sprawdzarki — do sprawdzania prawidłowości dziurkowania,
- sortery — do układania kart w zbiory według wymaganej kolejności,
- tabulatory — do dodawania, odejmowania i zapisu danych wydziurkowanych na kartach oraz zapisu wyniku obliczeń,
- reproducery — do automatycznego dziurkowania nowych kart na podstawie kart uprzednio wydziurkowanych lub dziurkowania stałych informacji,
- kalkulatory — do wykonywania prostych operacji logicznych oraz usterek podstawowych działań arytmetycznych,
- kolatory — do wykonywania bardziej skomplikowanych grupowań oraz wybierania odpowiednich kart dziurkowanych,
- opisywacze — do opisywania na kartach maszynowych treści literowo-cyfrowej wydziurkowanych na tych kartach,
- dziurkarki sumaryczne — do automatycznego dziurkowania sum obliczonych przez tabulator.

W systemach maszyn licząco-analitycznych stosowane są karty 80 i 90 kolumnowe.

Elektroniczne maszyny liczące są to maszyny działające bez udziału człowieka na podstawie poprzednio zapisanego programu w pamięci maszyny.

Z punktu widzenia zastosowania i konstrukcji elektroniczne maszyny liczące możemy podzielić na dwie grupy: maszyny cyfrowe i analogowe.

Elektroniczne maszyny cyfrowe, które ze względu na zastosowanie i budowę konstrukcyjną dzielimy na podgrupy:

1. Elektroniczne maszyny cyfrowe do obliczeń naukowo-technicznych charakteryzujące się przede wszystkim dużą szybkością wykonywania operacji arytmetycznych. Do maszyn tych z reguły wprowadza się małą ilość danych wejściowych i przetwarza je wykonując olbrzymią ilość przeliczeń, po czym przesyła także ograniczoną ilość wyników na zewnątrz. Wymagania co do pojemności pamięci nie są zbyt duże.

2. Uniwersalne elektroniczne maszyny cyfrowe przeznaczone do przetwarzania informacji są przystosowane do przyjmowania na wejściu w sposób ciągły dużej ilości tzw. danych wejściowych. Dane te są następnie przetwarzane przy pomocy prostych działań arytmetycznych i logicznych. Po przetworzeniu znowu duża ilość wyników (tzw. danych wyjściowych) przekazywana jest na zewnątrz.

3. Maszyny specjalistyczne budowane są dla określonych wyraźnie zastosowań, potrzeb i warunków pracy. Do grupy tej zalicza się maszyny do sterowania procesami technologicznymi.

Pod względem wielkości elektroniczne maszyny cyfrowe dzielimy na maszyny małe, średnie i duże. Stosowaną najczęściej podstawą kwalifikacyjną jest ilość wykonywanych operacji na sekundę. Kwalifikacja ta ma charakter przejściowy, gdyż w wyniku produkcji nowocześniejszych modeli przesuwa w górę granicę kryteriów liczbowych.

Należy zaznaczyć, że podawany przez producentów wskaźnik ilości operacji na sekundę nie odpowiada rzeczywistej szybkości pracy maszyn cyfrowych. Wytwórnice podają maksymalną wydajność, która jest osiągalna przy pracy ciągłej w idealnych warunkach laboratoryjnych. Przy pracy zaś wszystkich urządzeń składowych maszyny, średnia szybkość przetwarzania informacji na skutek wzajemnej współpracy tych urządzeń ulega zmniejszeniu. Szybkość maszyny ogranicza czas dostępu do pamięci oraz szybkość pracy arytmetometru i ich wzajemna współpraca.

Dla zwiększenia szybkości pracy maszyny wprowadza się system tzw. podziału czasu.

Przez podział czasu rozumie się podział czasu pracy jednostki centralnej pomiędzy szereg na przemian realizowanych progra-

mów. O ile np. arytmometr nie może w danym momencie realizować jednego programu, zostaje wykorzystany do realizacji drugiego programu również uprzednio wprowadzanego do maszyny

Elektroniczne maszyny analogowe dzielą się na dwie grupy:

1. Maszyny analogowe ogólnego przeznaczenia jak analizatory równań algebraicznych i różniczkowych.

2. Maszyny analogowe specjalistyczne związane ściśle z określonymi zadaniami. Najczęściej zastępują pewne układy występujące w naturze w odpowiednio mniejszej skali. Stąd też w literaturze fachowej są często nazywane urządzeniami modelującymi.

Budowa maszyn analogowych opiera się na stosowaniu tzw. zasady realizacji elektrycznej, polegającej na wykorzystaniu możliwości wyrażania za pomocą obwodów elektrycznych dowolnych wyrażań matematycznych. Wykorzystano tu prawo fizyczne, że każdemu zjawisku fizycznemu można nadać postać równania matematycznego przy pomocy odpowiedniego przebiegu prądów i napięć w odpowiednio zbudowanym obwodzie elektrycznym.

Mimo krótkiego czasu, jaki upłynął od zbudowania pierwszej maszyny analogowej wielkie zapotrzebowanie na tego rodzaju urządzenia spowodowało ich dynamiczny rozwój i obecnie w eksploatacji znajdują się dziesiątki tysięcy maszyn analogowych różnego rodzaju i przeznaczenia.

Zastosowanie elektronicznych maszyn analogowych podobnie jak elektronicznych maszyn cyfrowych jest bardzo zróżnicowane. Jedne znajdują bardzo szerokie zastosowanie praktyczne, inne są egzemplarzami unikalnymi przeznaczonymi do specjalnych celów.

Najczęściej maszyny analogowe są stosowane przede wszystkim jako różnego rodzaju analizatory równań, za pomocą których przeprowadza się badania różnych zjawisk dynamicznych, działania mechanizmów i urządzeń, teorii drgań stabilizacji oraz różnego rodzaju zjawisk biologicznych.

Drugą grupę stanowią maszyny do rozwiązywania różnego rodzaju równań nieliniowych przeznaczonych przede wszystkim do badania zjawisk i procesów, których dynamika jest opisana zwykłymi równaniami różniczkowymi ze stałymi i zmiennymi współczynnikiemami.

Wyniki z elektronicznych maszyn analogowych otrzymywane są w formie tabel lub wykresów. Dokładność otrzymywanych danych jest dość duża (błędy rzędu 2—5%, a przy bardziej skomplikowanych maszynach — do 0,5%).

3. ARYTMETYKA ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH I ALGEBRA BOOLE'A

3.1. Arytmetyka maszyn cyfrowych

Dla elektronicznych maszyn cyfrowych przedmiotem działania są liczby tłumaczone na język przez nią zrozumiały czyli impulsy elektryczne. Zatem dla głębszego zrozumienia zasady działania maszyn cyfrowych należy zapoznać się bliżej ze sposobem liczenia, przedstawianie liczb oraz zasadami stosowanej w nich arytmetyki.

We wszelkiej działalności ludzkiej przyjął się na ogół dziesiętny system liczenia, w którym rozróżniamy dziesięć cyfr 0, 1, 2, ... 9. Ze względu na jego powszechność należałoby przyjąć i dla elektronicznych maszyn cyfrowych dziesiętny system liczenia. Napotkano tu jednak na duże trudności w sposobie przedstawienia poszczególnych cyfr w maszynie. W maszynie cyfrowej bowiem wszystkie liczby muszą być przedstawione w postaci prądów lub napięć. Dla przedstawienia dziesięciu cyfr należałoby dysponować 10 różnymi stabilnymi stanami elektrycznymi. Ze względu na znaczne trudności w utrzymaniu stałości poszczególnych poziomów napięć niezawodność pracy takiej maszyny byłaby znikoma. Ponadto wymagałoby to użycia bardzo dużej ilości elementów elektrycznych.

W wielu układach elektrycznych oraz magnetycznych można uzyskać dwa wyróżniające się stany o dużej stabilności, tj. np. występowanie wysokiej lub niskiej wartości napięcia albo namagnesowania lub nienamagnesowania materiału ferromagnetycznego. Tak więc dla elektronicznych maszyn cyfrowych najbardziej odpowiednim jest pozycyjny system liczenia o podstawie 2, przybierający dwie wartości 1 lub 0 (nazywany systemem dwójkowym lub binarnym).

W porównaniu z innymi pozycyjnymi systemami liczenia system dwójkowy jest korzystny z tego względu, że działania arytmetyczne są w nich najprostsze.

Dowolną liczbę w układzie dwójkowym można zapisać w postaci

$$N_2 = a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0$$

gdzie wyrażenie $a_n - a_0$ przybierać mogą jedynie wartości 0 lub 1 i są współczynnikami składników sumy

$$\Sigma = a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

Posługując się powyższym wzorem możemy z liczby zapisanej w systemie dwójkowym obliczyć liczbę zapisaną w systemie dziesiętnym.

Jeżeli jakąś wielkość w systemie dwójkowym (np. 101001) przedstawimy wg powyższego wzoru

$$\Sigma = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 41$$

z łatwością stwierdzimy, że odpowiadać ona będzie w systemie dziesiętnym liczbie 41.

Tablica 1. Zapisy liczb w systemie dziesiętnym i dwójkowym

System dziesiętny	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
System dwójkowy	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001

W tabl. 1 podano przykładowo odpowiedniki liczb od 0 do 9 zapisane w systemie dwójkowym.

Wszystkie działania arytmetyczne wykonywane na liczbach dwójkowych odbywają się na tych samych zasadach co w systemie dziesiętnym.

Algorytm dodawania	$0 + 0 = 0$	
	$0 + 1 = 1$	
	$1 + 0 = 1$	
	$1 + 1 = 0$	i przeniesienie 1 do następnego rzędu
Algorytm odejmowania	$0 - 0 = 0$	
	$0 - 1 = 1$	1 z następnego rzędu
	$1 - 0 = 1$	
	$1 - 1 = 0$	
Algorytm mnożenia	$0 \times 0 = 0$	
	$1 \times 0 = 0$	
	$0 \times 1 = 0$	
	$1 \times 1 = 1$	

Rozpatrzmy przykłady ilustrujące dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie w systemie dwójkowym.

Dodawanie ($13 + 12 = 25$)	Odejmowanie ($45 - 26 = 19$)
$\begin{array}{r} 1101 \\ 1100 \\ \hline 11001 \end{array}$	$\begin{array}{r} 101101 \\ 11010 \\ \hline 10011 \end{array}$
Mnożenie ($27 \cdot 5 = 135$)	Dzielenie ($165 : 5 = 33$)
$\begin{array}{r} 11011 \\ 101 \\ \hline 11011 \\ 11011 \\ \hline 10000111 \end{array}$	$\begin{array}{r} 10100101 : 101 = 100001 \\ 101 \\ \hline 00101 \\ 101 \\ \hline \end{array}$

W niektórych przypadkach stosowany jest tzw. system dziesiętny kodowany dwójkowo, polegający na zachowaniu cech systemu dziesiętnego przy wykorzystaniu układów zerojedynkowych. W systemie tym układ dwójkowy stosowany jest więc oddzielnie w ramach każdego rzędu dziesiętnego. Każda z cyfr zapisana jest przy pomocy czterech bitów zwanych tetradą. Przykładowo liczba 193 może być zapisana następująco:

0001	1001	0011
1	9	3

3.2. Elementy algebry logiki — algebra Boole'a

Elektroniczna maszyna cyfrowa oprócz operacji arytmetycznych wykonuje również szereg operacji logicznych. Każdy algorytm realizacji poszczególnych operacji arytmetycznych można przedstawić za pomocą odpowiednich operacji logicznych. W związku z tymi zasadniczymi elementami w elektronicznych maszynach cyfrowych są układy, które realizują podstawowe funkcje logiczne oraz arytmetyczne.

Przy opisie tych układów korzystamy z algebry logiki zwanej też algebrą Boole'a (nazwa pochodzi od nazwiska jej twórcy *Charles'a Boole'a*, który opublikował podstawowe twierdzenia z algebry logiki w 1854 roku w książce pt. *An Investigation of the Law of Thought*). W algebrze logiki dowolne zmienne mogą osiągać tylko dwa stany „tak” lub „nie” przybierające wartości 1 i 0. Na elementach tych można wykonywać operacje negacji oraz dodawania i mnożenia logicznego.

W algebrze logiki zdanie, twierdzenie lub stan oznaczamy literami alfabetu. Jeżeli zdanie, twierdzenie lub stan będą prawdziwe oznaczamy je przez $A = 1$, jeżeli jest ono fałszywe oznaczamy przez $A = 0$.

Rozpatrzmy przykładowo podstawowe operacje logiczne.

Negacja albo inwersja realizuje związek logiczny „nie” jeżeli „ A jest fałszywe” lub „ A jest nieprawdziwe”, albo mówiąc w skrócie „nie A ”. Twierdzenie jest prawdziwe wówczas gdy $A = 0$, (tabl. 2). Twierdzenie „ A jest nieprawdziwe” oznaczamy przez \overline{A} ¹⁾.

Tablica 2. Operacje negacji albo inwersji

A	„nie A”
0	1
1	0

¹⁾ Dla odróżnienia operacji logicznych od arytmetycznych w algebrze logiki zamiast znaku „+” używamy znaku \vee lub \cup , a zamiast znaku „-” — znak \wedge lub \cap . W niniejszej książce dla łatwiejszego zrozumienia działań logicznych pozostaliśmy przy konwencjonalnych znakach arytmetycznych, pamiętając jedynie, że dotyczą one działań logicznych.

Mnożenie logiczne albo koniunkcja realizuje związek logiczny „i”. Twierdzenie „A i B są prawdziwe” jest prawdziwe tylko wtedy, gdy A jest prawdziwe i jednocześnie B jest prawdziwe, tzn. np. gdy $A = 1$ i $B = 1$. Jeżeli $A = 1$ a $B = 0$ to twierdzenie nie będzie prawdziwe i będzie miało indeks 0 (tabl. 3).

Sumowanie logiczne albo alternatywa realizuje zależność „lub”. Twierdzenie „A lub B są prawdziwe”, jest słuszne gdy choć jedno ze zdań A lub B jest prawdziwe albo oczywiście gdy oba są prawdziwe (tabl. 4).

Tablica 3. Operacje iloczynu logicznego

A	B	A „i” B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Tablica 4. Operacje sumy logicznej

A	B	A „lub” B
0	1	1
1	0	1
0	0	0
1	1	1

W algebrze logiki występują zależności znane pod nazwą prawa de Morgana

$$\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} = A + B$$

Według prawa de Morgana mnożenie może być zastąpione przez sumowanie negacji

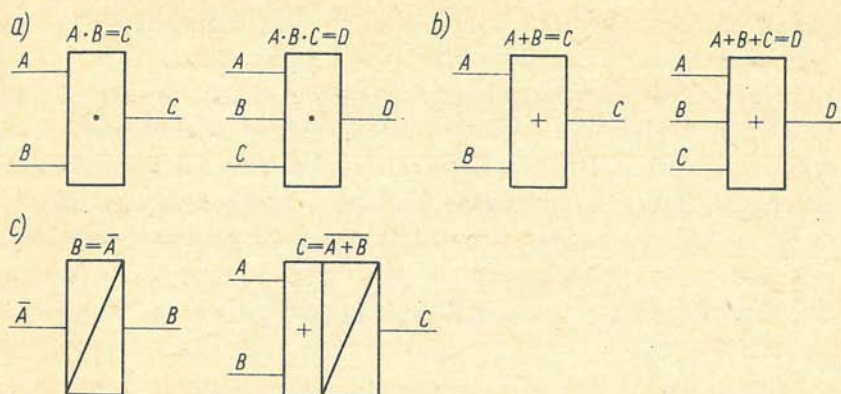
$$AB = \overline{\bar{A} + \bar{B}}$$

Elementy logiczne stanowiące odzwierciedlenie poszczególnych funkcji logicznych, dzielimy na:

- elementy realizujące negację,
- elementy realizujące koniunkcję,
- elementy realizujące alternatywę.

Poszczególne elementy są oznaczone odpowiednimi symbolami rysunkowymi. Ważniejsze oznaczenia symboliczne przedstawiono na rys. 6.

Wszystkie podane wyżej funkcje logiczne mają zastosowanie w budowie logicznej maszyn cyfrowych.

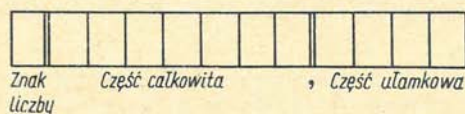


Rys. 6. Symbole graficzne algebry logiki: a) iloczyn logiczny, b) suma logiczna, c) negacja

3.3. Liczenie ze stałym i zmiennym przecinkiem

W elektronicznych maszynach cyfrowych rozróżniamy dwa sposoby liczenia: ze stałym i ze zmiennym przecinkiem.

W maszynach ze stałym przecinkiem komórka pamięci jest podzielona na trzy części (rys. 7).



Rys. 7. Komórka pamięci ze stałym przecinkiem

Pierwszy bit¹⁾ przeznaczony jest na znak liczby. Liczba dodatnia oznaczana jest cyfrą „0”, a liczba ujemna — liczbą „1”. Druga część komórki przeznaczona jest na część całkowitą liczby, trzecia zaś na część ułamkową.

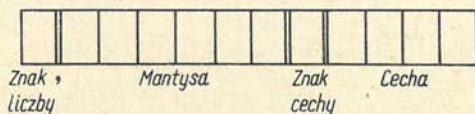
Wydawałoby się, że przedstawiony zapis jest bardzo prosty i dogodny w użyciu, ale okazuje się że ma pewną wadę. Jeżeli

¹⁾ Bit — jest to powszechnie stosowana nazwa jednego znaku zerojedynkowego od angielskiego wyrażenia binarny digit.

okaże się przy wykonywaniu operacji arytmetycznych ze stałym przecinkiem, że ilość cyfr przed przecinkiem jest większa niż ilość zarezerwowanych odpowiednich bitów, wynik obliczeń ulega zniekształceniu. Jednym ze sposobów zapobiegania powstawania nadmiarów jest wprowadzenie tzw. skalowania, które polega na tym, że wszystkie wielkości, które wchodzi do obliczeń, należy uprzednio pomnożyć przez odpowiedni współczynnik skali w ten sposób, aby nie powstawał nadmiar. Dobór odpowiedniego współczynnika skali jest na ogół zadaniem bardzo trudnym.

Wprowadzenie maszyn cyfrowych ze zmiennym przecinkiem w znacznym stopniu likwiduje trudności, które występują w maszynach ze stałym przecinkiem.

W komórkach maszyny ze zmiennym przecinkiem zapis jest następujący: pierwszy bit jest przeznaczony na znak mantysy (liczby), część następujących kolejnych bitów na mantysę, jeden bit na znak cechy a pozostałe na cechę (rys. 8). Przecinek znajduje się bezpośrednio po bicie znaku. Cecha wraz ze znakiem wskazuje położenie przecinka w umownej liczbie. Dla utrzymania pierwotnej postaci umownej liczby, gdy cecha jest ujemna przecinek należy przesunąć w lewo lub prawo, gdy cecha jest dodatnia, o ilość miejsc równą wartości cechy.



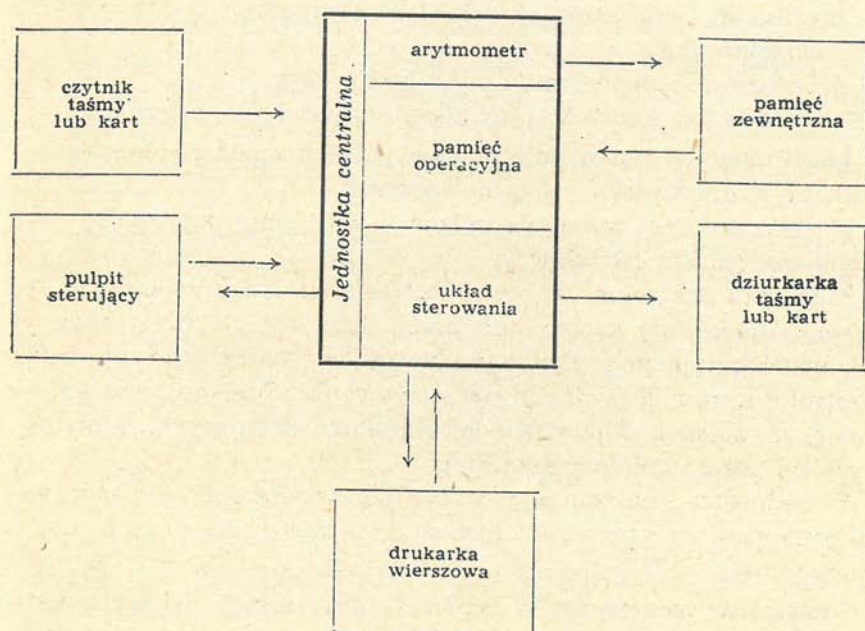
Rys. 8. Komórka pamięci ze zmiennym przecinkiem

Powyższy sposób dokonywania obliczeń może być realizowany przez maszynę w sposób całkowicie automatyczny lub może być zaprogramowany przez programistę. W przypadku pierwszym następuje skomplikowanie konstrukcji maszyny, w przypadku drugim następuje zwiększenie czasu wykonywania operacji przez maszynę.

4. Elementy składowe typowych elektronicznych maszyn cyfrowych

Elektroniczna maszyna cyfrowa jest przystosowana do szybkiego rozwiązywania zadań poprzez przyjmowanie informacji, wykonywanie na nich uprzednio zadanych operacji i dostarczanie wyników przetwarzania. Inaczej mówiąc maszyna cyfrowa jest automatem mogącym wykonywać sekwencje wewnętrznych zapamiętanych instrukcji arytmetycznych i logicznych.

Elektroniczna maszyna cyfrowa składa się z czterech podstawowych funkcjonalnych zespołów (rys. 9)



Rys. 9. Schemat typowej elektronicznej maszyny cyfrowej

- urządzenia pamięci,
- urządzenia sterującego pracą maszyny na podstawie odpowiednich rozkazów,
- arytmometru wykonującego operacje arytmetyczne na liczbach pobieranych z pamięci,
- urządzeniach wejściowych i wyjściowych.

Typowa nowoczesna elektroniczna maszyna cyfrowa powinna posiadać następujące cechy charakterystyczne:

- technikę całkowicie tranzystorową lub na obwodach scalonych (2-ga lub 3-cia generacja),
- pamięć operacyjną na warstwach cienkich,
- pamięć ferrytową o dużej pojemności,
- budowę modułową ¹⁾,
- możliwość podłączenia dużej ilości urządzeń zewnętrznych (zarówno urządzeń pamięciowych jak też wejściowych i wyjściowych) o różnych zasadach działania i różnym przeznaczeniu,
- możliwość jednoczesnego działania urządzeń wejściowych i wyjściowych,
- jednoczesne wykonywanie kilku programów,
- rozbudowaną kontrolę prawidłowości działania maszyny.

Jeżeli maszyna nie spełnia choćby jednego z podanych warunków nie można uważać jej za nowoczesną.

W elektronicznej maszynie cyfrowej występują najczęściej następujące rodzaje modułów.

Jednostka centralna, w której umieszczone są urządzenia sterujące. Urządzenia koordynują pracę maszyny, sterują rozkazami, uruchamiają przesyłanie informacji wewnątrz maszyny oraz kontrolują prawidłowość ich opracowywania. Funkcje te są spełniane za pomocą odpowiednich sygnałów sterujących, wysyłanych do poszczególnych urządzeń.

W jednostce centralnej znajduje się arytmometr, w którym wykonywane są operacje logiczne i arytmetyczne oraz pamięć operacyjna.

Urządzenia pamięciowe w typowej uniwersalnej elektronicznej maszynie cyfrowej mogą być pięciu rodzajów:

- pamięć na rdzeniach ferrytowych,
- pamięć na bębnie magnetycznym,

¹⁾ Pod określeniem „budowa modułowa” rozumiemy budowę maszyny z jednostek typowych zwanych modułami. Jeden moduł stanowi zazwyczaj jedną typową jednostkę urządzenia. Poszczególne moduły są związane z jednostką centralną maszyny, która koordynuje pracę wszystkich urządzeń zewnętrznych. Budowa modułowa umożliwi stopniową rozbudowę maszyny w zależności od potrzeb, przy zachowaniu tego samego systemu programowania.

- pamięć na dyskach magnetycznych,
- pamięć na taśmach magnetycznych,
- pamięć na kartach magnetycznych.

Pamięć stanowi podstawową część maszyny, warunkującą elastyczność jej działania i uniwersalność zastosowania. W pamięci są zapisywane i przechowywane informacje wejściowe podlegające opracowaniu oraz wyniki obliczeń pośrednich i końcowych.

Urządzenia wejściowe w typowej maszynie są następujące:

- czytnik 5-, 6-, 7- i 8-mio kanałowej taśmy papierowej o szybkości odczytu od 300 do 1000 znaków/s
- czytnik kart o szybkości odczytu od 100 do 2000 kart/min.

Urządzenia wyjściowe w typowej maszynie są następujące:

- dziurkarki 5-, 6-, 7- i 8-mio kanałowej taśmy papierowej o przeciętnej szybkości dziurkowania od 30 do 300 znaków/s,
- dziurkarki o szybkości dziurkowania od 100 do 500 kart/min,
- drukarki wierszowe o szybkości drukowania od 300 do 1500 wierszy/min, przy szerokości wiersza od 90 do 160 znaków.

Oprócz wyżej wymienionych modułów w skład elektronicznych maszyn cyfrowych wchodzi pulpit sterujący z odpowiednią klawiaturą, przy pomocy którego operator kontroluje pracę maszyny oraz otrzymuje automatyczne informacje na temat błędów lub odchyień od normalnego przebiegu programu. Pulpit jest związany głównie z jednostką centralną.

4.1. Część centralna maszyny cyfrowej

Część centralna maszyny cyfrowej spełnia następujące podstawowe zadania:

- steruje urządzeniami zewnętrznymi,
- przetwarza wprowadzone informacje.

4.1.1. Urządzenia sterujące. Zadaniem tego urządzenia jest kierowanie pracą całej maszyny i zrealizowanie umieszczonego w pamięci maszyny programu.

Pracę urządzenia sterującego możemy podzielić na następujące etapy:

- uzyskanie informacji (z programu), gdzie w pamięci operacyj-

nej maszyny (tzw. adres) znajduje się rozkaz, który ma być wykonany,

- pobranie rozkazu spod wskazanego adresu i umieszczenia go w rejestrze sterującym, stanowiącym główną część urządzenia.

Czas trwania cyklu wykonywania jednego rozkazu zależy jest od szybkości pracy arytmometru, od czasu dostępu do pamięci oraz od rodzaju samej pamięci.

Aby zwiększyć szybkość pracy maszyny należy zmniejszyć czas cyklu sterowania przy pomocy tzw. elementów czasowych. W maszynach cyfrowych synchronicznych głównym elementem czasowym jest tzw. „zegar”, który wysyła impulsy w sposób ciągły z częstotliwością ponad 50 milionów impulsów na sekundę.

Maszyny cyfrowe, które nie posiadają zegara noszą nazwę asynchronicznych. Koniec każdej operacji jest sygnałem do rozpoczęcia następnej operacji. Metoda ta pozwala na znaczne oszczędzenie czasu obliczeń, lecz komplikuje konstrukcję samego urządzenia sterującego w porównaniu z metodą synchroniczną.

4.1.2. Pulpit sterujący. Zadaniem pulpitu sterującego jest umożliwienie komunikowania się na bieżąco z maszyną cyfrową przy pomocy klawiszy oraz uzyskiwaniu z maszyny informacji przy pomocy wskaźników wzrokowych i słuchowych lub w postaci zapisów drukowanych na monitorze (dalekopisie). Poprzez pulpit sterujący operator nie tylko włącza i wyłącza maszynę, ale także może aktywnie wpływać na przebieg realizowanego programu, przez wprowadzanie pojedynczych rozkazów do pamięci maszyny (rys. 10).

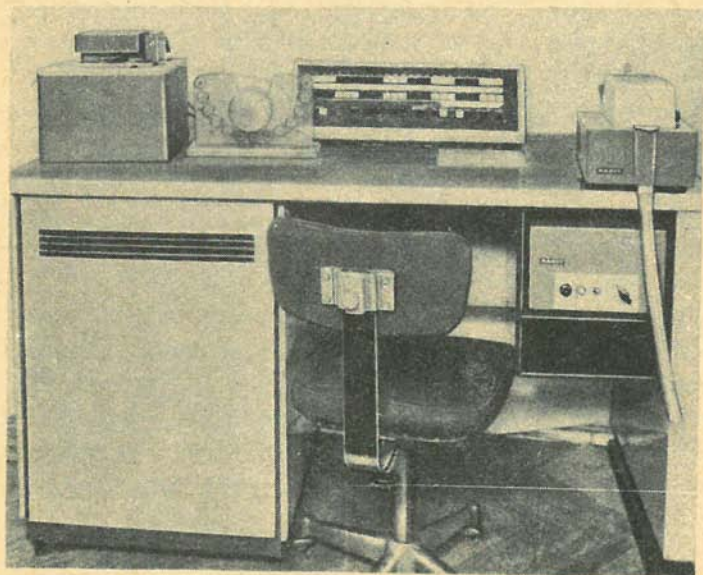
Pulpit sterujący u większości maszyn stanowi wyodrębniony wolnostojący element.

4.1.3. Arytmometr. Jak wskazuje nazwa przeznaczony jest do wykonywania operacji rachunkowych oraz logicznych i wraz z pamięcią operacyjną stanowi zasadniczy element maszyny cyfrowej. W skład arytmometru wchodzi sumator, rejestry oraz układy sterujące arytmometrem.

Podstawowa część arytmometru — sumator wykonuje operacje arytmetyczne i logiczne.

W zależności od zasady działania sumatory dzielimy na:

- równoległe, tj. takie w których wszystkie składniki są dodawane (lub odejmowane) jednocześnie,
- szeregowe, tj. takie, w których składniki są dodawane (lub odejmowane) kolejno zaczynając od najmniej znaczących.



Rys. 10. Pulpit sterujący

Sumatory równoległe pracują kilkakrotnie szybciej niż szeregowe. Wymagają jednak większego wyposażenia, przez co są bardziej skomplikowane, a więc i droższe od szeregowych.

W niektórych maszynach przystosowanych do przetwarzania informacji może nie występować arytmometr. Rolę jego wówczas przejmuje pamięć operacyjna.

4.1.4. Pamięć operacyjna. Zadaniem pamięci operacyjnej jest zapis aktualnie realizowanego przez maszynę programu oraz okresowe przechowywanie danych, które są w tym czasie przedmiotem przetwarzania. Pamięć operacyjna związana jest bezpośrednio z urządzeniami sterującymi i arytmometrem. Parametry techniczne pamięci są określane przy pomocy dwóch wskaźników:

- czasu dostępu do minimalnej jednostki jaką jest słowo,

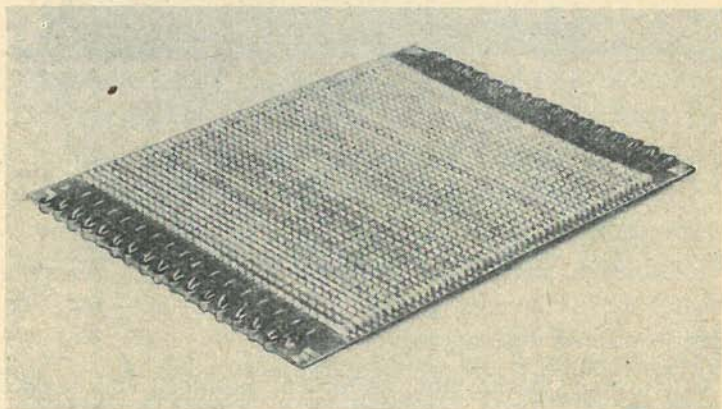
— czasu cyklu pracy jakim jest odległość czasowa pomiędzy dwoma następującymi operacjami.

Podstawową jednostką dla określenia pojemności pamięci jest tzw. słowo lub znak literowo-cyfrowy. Długość słowa jest różna w zależności od organizacji wewnętrznej przyjętej dla danego typu maszyny i wynosi zwykle od 24 do 48 znaków dwójkowych (bitów), co stanowi równowartość od 7 do 15 cyfr dziesiętnych.

Część maszyn cyfrowych, w szczególności stosowanych do przetwarzania informacji, używa jako jednostki pojemnościowej znaku literowo — cyfrowego. Maszyny o takiej strukturze noszą nazwę maszyn znakowych. Umożliwiają one bardziej ekonomiczne wykorzystanie pamięci przy zapisie informacji, ponieważ przeznaczają na zapis danej informacji w pamięci tyle miejsc, ile potrzeba do wykonania danej operacji.

Pojemność pamięci operacyjnej wynosi wielokrotność 4096 słów. W maszynach znakowych pojemność zwykle określa się w tysiącach znaków.

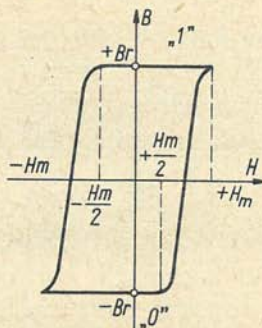
W większości współczesnych maszynach cyfrowych pamięć operacyjna jest na rdzeniach ferrytowych (rys. 11). Podstawowym jej elementem jest rdzeń pierścieniowy [21] o prostokątnej pętli



Rys. 11. Pamięć ferrytowa

histerezy (rys. 12). Średnica zewnętrzna stosowanych rdzeni wynosi 0,8 — 2,2 mm. Rdzenie te są zestawione w matrycy (wiersze i kolumny), których liczba zależy od przyjętej w danej maszynie długości słowa.

Przez każdy rdzeń ferrytowy matrycy przechodzą dwa uzwojenia magnesujące — pionowe i poziome. W celu zarejestrowania informacji w danym miejscu pamięci (w systemie dwójkowym



Rys. 12. Pętla histerezy materiału ferromagnetycznego

informacją tą jest wartość 1, odpowiadająca stanowi namagnesowania rdzenia) zostaje przepuszczony prąd elektryczny na skutek czego zostaje zmieniony chwilowy stan elektryczny rdzenia, który znalazł się w punkcie skrzyżowania przewodu pionowego i poziomego. Oba przepuszczone prądy wywołują na wszystkich rdzeniach natężenie pola magnetycznego o wartości $+\frac{H}{2}$ oprócz wybranego rdzenia, na którym natężenia się sumują do wartości $+H$. Dopiero ta wielkość natężenia wywołuje dodatni stan namagnesowania odpowiadający wartości 1. Zarejestrowanie cyfry 0 odbywa się przez dwa prądy o przeciwnych kierunkach, które nadają natężenie pola magnetycznego $-H$.

Wykrycie stanu magnetycznego rdzeni dokonuje się przez przepuszczenie prądu w przeciwnym kierunku do kierunku zapisu. Impuls elektryczny powoduje, że w przypadku zarejestrowania cyfry 1 następuje duża zmiana strumienia magnetycznego, a w przypadku zarejestrowania cyfry 0 mała zmiana strumienia. Ponieważ wytwarzane w urządzeniach odczytujących impulsy są bardzo słabe, dopiero po wzmocnieniu przesyłane są do innych urządzeń maszyny jako sygnały odczytywanych informacji.

Odczytywanie informacji z pamięci ferrytowej powoduje zniszczenie tej informacji, w związku z czym maszyna regeneruje ją w sposób automatyczny.

Doprowadzenie informacji do układu pamięciowego następuje przy pomocy elementów sterujących.

Pamięć na rdzeniach ferrytowych ma stały czas dostępu do każdego słowa. Należy do typu pamięci szybkich i nie ulega wymazaniu po zatrzymaniu maszyny.

Dla maszyn średniej wielkości czas cyklu pamięci wynosi 6—12 μ s¹⁾. Przy małych pamięciach eksperymentalnych o pojemności kilkaset słów uzyskano czas cyklu rzędu 0,5 μ s. Wadą pamięci ferrytowych jest ich wysoki koszt.

W ostatnim okresie konstruowane są również pamięcie operacyjne o jeszcze szybszym działaniu. Charakteryzują się one czasami mierzonymi w nanosekundach tzn. miliardowych części sekundy. Szybkości te uzyskano dzięki budowie mikromodułowej oraz zastosowaniu tzw. warstw cienkich, tzn. stosowaniu cienkich płytek srebra powleczonych substancją magnetyczną. Technika ta pozwoliła na co najmniej 10-krotne skrócenie czasu dostępu do pamięci i tym samym wielokrotne przekroczenie jednego miliona operacji na sekundę.

4.2. Pamięci zewnętrzne

Pamięci zewnętrzne służą do przechowywania dużej ilości danych jakie mają być następnie przetwarzane. Pamięć zewnętrzna współpracuje z arytmometrem za pośrednictwem pamięci operacyjnej. W czasie pracy elektroniczna maszyna cyfrowa dokonuje ciągłej wymiany informacji między pamięcią operacyjną a zewnętrzną. W celu skrócenia zużywanego czasu na przesłanie informacji między pamięcią operacyjną a zewnętrzną, dane są przesyłane nie przy pomocy pojedynczych słów, lecz blokami składającymi się z wielu słów lub znaków.

4.2.1. Pamięć bębnowa. Jednym z najbardziej popularnych i historycznie najstarszych rodzajów pamięci zewnętrznych jest pamięć bębnowa (rys. 13). Bęben wykonany jest w kształcie walca z materiału niemagnetycznego pokrytego cienką warstwą

¹⁾ Jednostki czasu mniejsze od sekundy

— milisekunda — ms 1/10³ s — nanosekunda — ns 1/10⁹ s
— mikrosekunda — μ s 1/10⁶ s — pikosekunda — ps 1/10¹² s

magnetyczną. Równoległe do powierzchni bębna umieszczone są na całym jego obwodzie rzędy głowic do odczytu i zapisywania informacji. Bęben w zależności od konstrukcji podzielony jest na



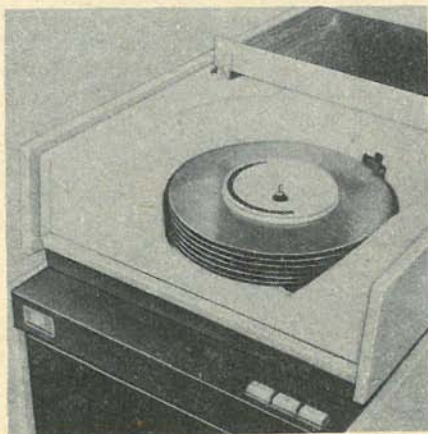
Rys. 13. Pamięć bębnowa

kilkadziesiąt lub kilkaset ścieżek, z których każda stanowi odrębny pas obejmujący obwód całego walca. Dla każdej ścieżki przydzielona jest oddzielna głowica magnetyczna. Jeżeli przez uzwojenie głowicy przepuszczony zostanie impuls prądu, w szczelinie pomiędzy głowicą, a powierzchnią bębna powstaje silne pole magnetyczne, które magnesuje pewien odcinek bębna. Zapis cyfry 0 następuje przez impuls ujemny i następujący po nim impuls dodatni, zaś cyfry 1 — przez impuls dodatni i następujący po nim impuls ujemny. W zależności od szybkości obrotowej bębna (bęben obraca się ze stałą prędkością, od 1500 do 7000 obr/min) prędkość odczytu lub zapisu informacji kształtuje się w granicach 50 000—300 000 znaków/s.

Ilość słów jaka może być zapisana na bębnie magnetycznym waha się w zależności od wielkości bębna od paruset do kilku milionów. Do jednej jednostki maszyny cyfrowej można oczywiście podłączyć kilka modułów pamięci bębnowej.

Zaletą pamięci na bębnie magnetycznym jest niższy koszt w porównaniu z urządzeniami pamięci ferrytowej oraz możliwość zapisu dużej ilości informacji na powierzchni bębna, wadą jest kilkakrotnie wolniejszy czas dostępu.

4.2.2. Pamięć na dyskach magnetycznych. Zasada działania tej pamięci jest zbliżona do pamięci bębnowej, posiada jednak odmienną konstrukcję. Zapis informacji odbywa się na okrągłych dyskach podobnych do płyt gramofonowych powleczonej obustronnie materiałem magnetycznym (rys. 14). Średnica dysków wynosi 600—800 mm, dyski są umieszczone na pionowej osi w



Rys. 14. Pamięć na dyskach magnetycznych

odległości 10 mm jeden od drugiego. W zależności od konstrukcji na jednej osi może się znajdować od kilku do kilkunastu dysków obracających się z szybkością 400—2000 obr/min. Odczyt i zapis informacji na dyskach odbywa się przy pomocy głowic zapisująco-odczytujących umieszczonych po obu stronach płyty na odpowiednio przesuwalnych ramionach poruszających się promieniowo. Ścieżki zapisu są podzielone analogicznie jak w pamięci bębnowej na mniejsze odcinki informacji jak słowa lub bloki znaków. Przeciętny czas dostępu do dowolnej informacji zapisanej w pamięci dyskowej kształtuje się w granicach 100—200ms.

Pamięć dyskowa ma na ogół większą pojemność od pamięci bębnowej. Możliwość łatwej ręcznej wymiany dysków podczas pracy maszyny powoduje, że pamięć dyskowa powoli wypiera mniej elastyczną pamięć bębnową.

4.2.3. Pamięć na kartach magnetycznych. Innym rodzajem pamięci zewnętrznej jest pamięć na kartach magnetycznych (rys. 15). Po raz pierwszy została zastosowana przez amerykańską firmę NCR (National Cash Register) w 1962 r. Urządzenie to naz-



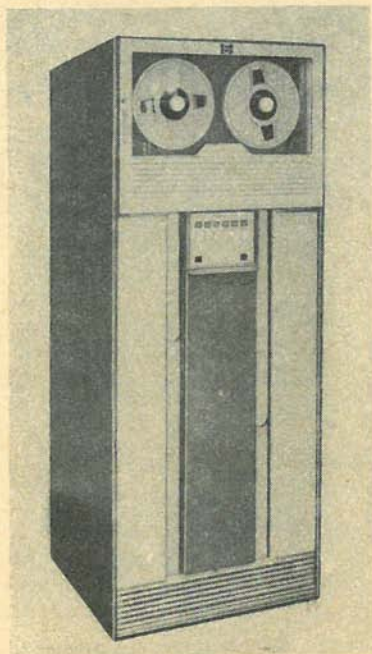
Rys. 15. Pamięć na kartach magnetycznych

wano CRAM (Card Random Access Memory). Nośnikiem informacji są karty magnetyczne wykonane z plastiku o wymiarach 355×82 mm o pojemności 21 700 znaków alfanumerycznych. Umieszczone są one w specjalnym zasobniku zawierającym 256

kart. Po podaniu rozkazu wywoławczego dla odpowiedniej karty, karta zostaje zwolniona z przytrzymujących ją uchwytów i opada do specjalnego kanału, który kieruje ją do obracającego się bębna. Do bębna karta zostaje przyssana dzięki wytworzonej próżni i przechodzi pod głowicami odczytująco-zapisującymi. Po odczytaniu lub zapisaniu informacji wraca z powrotem do zasobnika. Szybkość zapisu lub odczytu informacji wynosi 100 000 znaków/s, przy czasie dostępu do dowolnej karty 0,235 s.

W urządzeniu tego typu można podłączyć jednorazowo do maszyny cyfrowej zbiór informacji o pojemności 5 555 200 znaków alfanumerycznych. Możliwość podłączenia do maszyny cyfrowej wielu urządzeń tego typu pozwala znacznie rozszerzyć ogólną pojemność pamięci zewnętrznej maszyny.

4.2.4. Pamięć na taśmach magnetycznych. Do najbardziej rozpowszechnionych pamięci zewnętrznych maszyn cyfrowych należy pamięć na taśmach magnetycznych (rys. 16). Dzięki specjalnym właściwościom, taśma magnetyczna w maszynach cyfro-



Rys. 16. Pamięć na taśmach magnetycznych

wych spełnia nie tylko rolę pamięci zewnętrznej, ale również nośników informacji. Szerokość taśm magnetycznych waha się w granicach od 6,35 mm do 25,4 mm, z tym że za standardową uważa się taśmę 12,7 mm (1/2") o długości na szpuli od 120 do 1000 metrów. Taśma wykonana jest z tworzywa sztucznego pokrytego z jednej strony warstwą magnetyczną.

Jednostka pamięci taśmowej składa się z mechanicznego urządzenia do automatycznego przewijania taśmy, głowic czytajaco-zapisujących oraz części elektronicznej sterującej pracą całego urządzenia. Do jednostki centralnej maszyny cyfrowej podłączyć można od kilku do kilkunastu jednostek pamięci taśmowej.

Informacje na taśmie zapisywane są w tzw. bloki oddzielone przerwą. Konieczność przerwy międzyblokowej wynika ze względów technicznych, gdyż taśma magnetyczna musi być zapisywana przy określonej szybkości przesuwu. W połowie długości przerwy międzyblokowej taśma ze stanu spoczynku musi nabrać pełną szybkość lub zostać zatrzymana po dokonanym zapisie lub odczycie. W stanie spoczynku taśma jest tak usytuowana, że głowica znajduje się na środku przerwy międzyblokowej. Średni czas dostępu do bloku wynosi około 10 μ s.

Przy ocenie właściwości eksploatacyjnych jednostek pamięci na taśmach magnetycznych bierzemy pod uwagę następujące elementy:

- czas rozpędu mechanizmu przewijającego,
- gęstość zapisu,
- prędkość zapisu,
- prędkość przewijania.

W chwili obecnej istnieje kilkadziesiąt typów seryjnie produkowanych modeli jednostek pamięci taśmowej, które charakteryzują się szybkościami zapisu rzędu 10 000—150 000 znaków/s. Istnieją także „hyper” jednostki taśmowe o szybkościach przekraczających 350 000 znaków/s, lecz ze względu na wysoki koszt są mało rozpowszechnione.

Ujemną stroną pamięci na taśmach magnetycznych w stosunku do innego rodzaju pamięci zewnętrznych jest sekwencyjny zapis i odczyt, powodujący konieczność czytania informacji z taśmy w takiej kolejności, w jakiej poprzednio zostały zapisane.

4.3. Urządzenia wejściowe

4.3.1. Czytniki taśmy dziurkowanej. Czytniki współpracujące z elektroniczną maszyną cyfrową pracują na zasadzie odczytu fotoelektrycznego odbierającego impulsy od światła przechodzącego przez wyperforowane w taśmie otwory. Urządzenie odczytujące bada strumień świetlny poprzez fotelement emitujący pod wpływem światła impulsy elektryczne, które po odpowiednim wzmacnieniu wprowadzane są do elektronicznej maszyny cyfrowej. Przy użyciu taśmy dziurkowanej można wprowadzić do maszyny cyfrowej od 300 do 1000 znaków/s.



Rys. 17. Czytnik taśmy papierowej

Wszystkie seryjnie produkowane czytniki fotoelektryczne (rys. 17) posiadają możliwość użycia taśmy 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej.

4.3.2. Czytniki kart dziurkowanych. Czytniki kart (rys. 18) pracują na zasadzie odczytu fotoelektrycznego. Szybkość pracy waha się w granicach od 500 do 2000 kart/min. Zasada odczytu fotoelektrycznego polega na tym, że karta przesuwa się pomiędzy źródłem światła z fotokomórką, która emituje impulsy prądu

w momencie jej oświetlenia. Odczytywanie kart następuje kolumna po kolumnie (od kolumny 1 do kolumny 80). W celu zapewnienia prawidłowego odczytu czytniki mają co najmniej dwa



Rys. 18. Czytnik kart

niezależne układy odczytu tej samej kolumny. Urządzenie kontrolne porównuje wyniki odczytu i w przypadku stwierdzenia zgodności, informacja jest wprowadzana do pamięci maszyny.

Niektóre czytniki kart nie wprowadzają danych wejściowych bezpośrednio do pamięci maszyny, lecz gromadzą je w specjalnej pamięci tzw. buforowej, która ma na celu zrównoważenie dysproporcji między wewnętrzną prędkością obliczeniową maszyny elektronicznej a wolnym odczytem danych wejściowych.

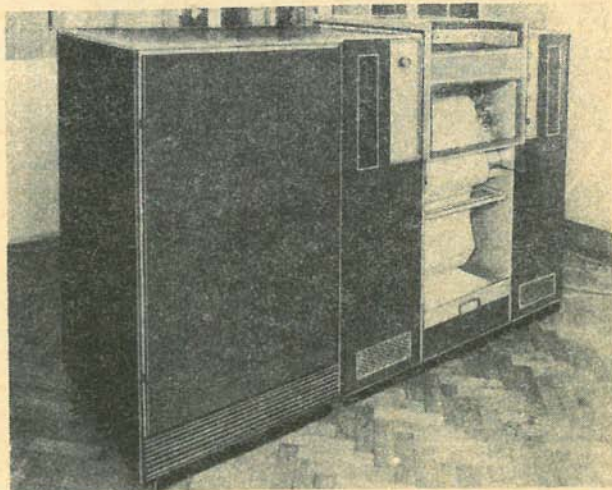
4.4. Urządzenia wyjściowe

4.4.1. Dziurkarki taśmy papierowej. Urządzenia te przekształcają otrzymywane wyniki z maszyny cyfrowej w postaci impulsów na informacje dziurkowane w kodzie na taśmie papie-

rowej. Realizacja ta następuje przy pomocy automatycznego mechanizmu dziurkującego na taśmie 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej. Szybkość pracy dziurkarki waha się w granicach od 30 do 300 wierszy/s. Dziurkarki taśmy papierowej w maszynach cyfrowych posiadają znaczenie pomocnicze i służą głównie do wyprowadzania wyników przejściowych o małej objętości.

4.4.2. Dziurkarki kart. Dziurkarki te służą do tego samego celu co dziurkarki taśmy papierowej. Szybkość dziurkowania kart wynosi od 100 do 500 kart/min. Karty jako nośnik wyjścia używane są na ogół rzadko, zazwyczaj wtedy gdy ilość wyprowadzonych informacji jest niewielka.

4.4.3. Drukarki wierszowe. Obok taśm magnetycznych drukarki te stanowią najbardziej charakterystyczny element maszyny cyfrowej do przetwarzania informacji. Określenie „drukarka wierszowa” oznacza, że na jeden cykl pracy drukarki, drukowany jest cały wiersz w odróżnieniu od np. maszyny do pisania czy też dalekopisu, gdzie wiersz powstaje przez kolejne drukowanie znaków.



Rys. 19. Drukarka wierszowa

Zasada działania tego typu drukarki (rys. 19) opiera się na szybko wirującym cylindrze, na którym umieszczone są pierścienie odpowiadające ilości miejsc drukarek w jednym wierszu.

Na każdym pierścieniu wygrawerowane są znaki drukarskie. Na przeciwko cylindra znajduje się mechanizm składający się z młoteczków, w ilości odpowiadającej ilości pierścieni. W szczelinie pomiędzy obracającym się walcem a młoteczkami przesuwa się papier oraz taśma barwiąca.

W momencie sformułowania w części elektronicznej drukarki pełnego obrazu wiersza, następuje uruchomienie wybranych młoteczków, które uderzając w papier dociskają go na krótki moment do taśmy barwiącej i pierścieni. W ten sposób po pełnym obrocie cylindra zostaje zakończone drukowanie wszystkich występujących liter alfabetu, cyfr i znaków specjalnych występujących w wierszu.

Szybkość pracy drukarek wierszowych zawiera się między 300 a 1500 wierszy/min przy maksymalnej ilości 160 znaków w wierszu.

Program drukowania jest umieszczony przeważnie w specjalnym obszarze pamięci operacyjnej maszyny. W drukarce wierszowej bez pamięci buforowej w zasadzie w czasie druku zostaje przerwana realizacja programu.

Jeżeli drukarka jest wyposażona w specjalną pamięć buforową, przenoszona jest do niej treść wiersza i dopiero z pamięci tej następuje drukowanie. W czasie druku może być zrealizowana inna część programu.

Niektóre modele drukarek wierszowych wyposażone są w specjalne urządzenia elektroniczne, przy pomocy których drukowanie odbywa się bez pośrednictwa części centralnej maszyny cyfrowej. Wykorzystuje się do tego podłączoną do drukarki jednostkę taśmy magnetycznej, do której przenoszony jest zapis z jednostki centralnej. Metoda ta nosi nazwę „off line” tzn. poza maszyną. Metoda drukowania bezpośrednio z jednostki centralnej nazywa się „on line”, tzn. drukowania bezpośredniego.

Szybkość drukarek wierszowych w nowoczesnych maszynach cyfrowych jest już nie zadawalająca, dlatego wysiłki konstruktorów idą w kierunku zbudowania jeszcze szybszych drukarek. Wykorzystuje się do tego celu metody kserografii, umożliwiające zwiększenie szybkości drukowania do około 3000 wierszy/min, oraz drukowanie polem elektrycznym pozwalającym osiągać szyb-

kości dochodzące do około 30 000 wierszy/min. Ze względu jednak na wysoki koszt budowy drukarki te nie są produkowane seryjnie.

4.4.4. Urządzenia do transmisji danych. Są tu urządzenia do szybkiego obustronnego przekazywania informacji z maszyny cyfrowej do jej urzędzeń zewnętrznych, znajdujących się poza ośrodkiem obliczeniowym. Urządzenia do transmisji mogą być dostosowane do współpracy z trzema podstawowymi nośnikami informacji, tj. taśmami dziurkowanymi, kartami dziurkowanymi oraz taśmami magnetycznymi.

Transmisja danych odbywa się poprzez zwykłe łącza telefoniczne z prawdopodobieństwem powstania błędu 1 : 10 000 000.

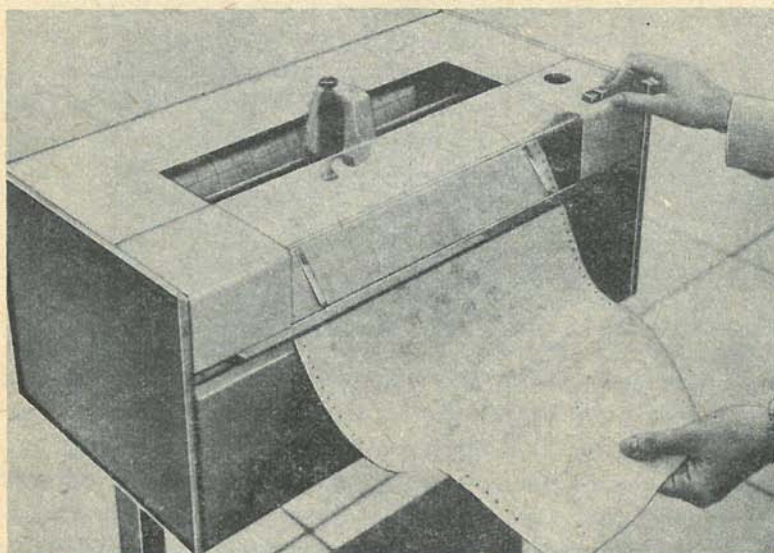
Przesyłanie informacji ma miejsce przy następujących szybkościach:

- około 1500 wierszy/min w przypadku taśmy dziurkowanej,
- około 100 kart/min w przypadku kart perforowanych,
- około 3000 słów/min w przypadku taśmy magnetycznej.

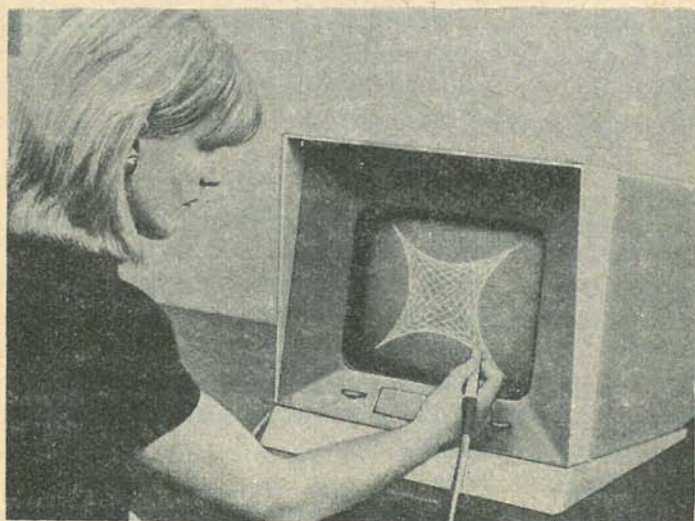
Wydajność urzędzeń do transmisji danych jest o wiele większe niż w urzędzeniach pracujących w tradycyjnym systemie Telex przy pomocy dalekopisów.

4.4.5. Inne urzędzenia wyjściowe. W uniwersalnych maszynach cyfrowych występują jeszcze między innymi następujące urzędzenia wyjściowe:

- plotery, tj. urzędzenia piszące we współrzędnych $x - y$; wyniki wyprowadzane za pomocą tych urzędzeń mają postać wykresów (rys. 20),
- katodowe wyświetlacze wyników, wyprowadzają dane z dowolnego miejsca pamięci i wyświetlają je na lampie kineskopu (rys. 21),
- urzędzenie do zadawania pytań maszynie ludzkim głosem (IBM 7773 przystosowane do maszyn Serii 360), które od strony użytkownika podłączone jest zwykłym aparatem telefonicznym; abonent zadaje pytania i otrzymuje odpowiedź również fonetyczną; rejestr słów zrozumiałych przez to urzędzenie jest niewielkie i wynosi od 32 do 128.



Rys. 20. Ploter



Rys. 21. Katodowy wyświetlacz wyników z piórem świetlnym

4.5. Urządzenia do przygotowania nośników informacji

4.5.1. Ręczne dziurkarki taśmy papierowej. Maszyny te wyposażone są w klawiaturę podobną do klawiatury maszyny do pisanja. Przy jej pomocy na taśmę przenosi się z dowodu źródłowego na taśmę dane odpowiednio zakodowane. Urządzenia te składają się z mechanizmu transportu taśmy, urządzenia rozwijającego i nawijającego taśmę oraz zespołu dziurkującego.

Ponieważ nie wszystkie modele posiadają urządzenia opisujące taśmę perforowaną, wizualna kontrola poprawności zapisu nie jest możliwa.

4.5.2. Ręczne sprawdzarki taśmy papierowej. Zasada sprawdzania taśm polega na powtórnym wykonywaniu tych samych czynności co przy dziurkowaniu, tzn. powtórne naciskanie odpowiednich klawiszy. O ile następuje zgodność, tzn. że przyciśnięty klawisz odpowiada zapisowi na taśmie, pracę można kontynuować. O ile zaś wystąpi niezgodność — oznacza to błąd i sprawdzarka zostaje zablokowana. Po ustaleniu rodzaju błędu i odblokowaniu pracę kontynuuje się dalej.

4.5.3. Dziurkarka kart. Zasada dziurkowania kart jest analogiczna do dziurkowania taśm papierowych. Informacje przenoszone są do karty z dowodów źródłowych w wyniku naciskania odpowiednich klawiszy. Karta dziurkowana jest kolumna po kolumnie w układzie cyfrowym lub zakodowanym układzie alfabetycznym.

4.5.4. Sprawdzarki kart. Sprawdzanie kart odbywa się z kolei analogicznie jak sprawdzanie taśm, tzn. że w wyniku analogicznych czynności jak przy dziurkowaniu następuje porównanie zgodności naciśniętego klawisza z zapisem.

4.5.5. Sortery. Do układania kart perforowanych w logicznej kolejności służą sortery, które pracują na zasadzie odczytu elektrycznego bądź fotoelektrycznego.

W celu ułożenia kart w logiczny zbiór należy przez sorter tyle razy przepuścić karty, ilu cyfrowe lub ilu literowe są oznaczenia kart.

4.5.6. Reproducer. Służy do tworzenia nowych zbiorów kart perforowanych uzyskiwanych na podstawie oryginalnego zbioru. W zależności od potrzeby można dziurkować karty identyczne lub też można wprowadzać zmiany w zapisach.

4.5.7. Dalekopisy. Są to urządzenia powszechnie stosowane w telegrafii do automatycznego przesyłania i drukowania informacji. Dalekopisy są również stosowane do dziurkowania informacji wynikowych otrzymywanych z maszyny cyfrowej, jak również jako dziurkarki taśmy papierowej z kontrolą wizualną. Pracują stosunkowo wolno z szybkością 6—12 znaków/s. Z tego też powodu używa się ich głównie w maszynach cyfrowych, w których ilość informacji wynikowych jest niewielka.

4.5.8. Taśmowe przystawki dziurkujące. Stanowią najbardziej rozwojową grupę urządzeń do przygotowywania maszynowych nośników informacji. Istota automatyzacji dziurkowania polega na elektromechanicznym sprzężeniu klawiatury różnych urządzeń biurowych (np. maszyn do pisania) z przystawką. Mechanizm ten podczas operowania klawiaturą maszyny dziurkuje równocześnie taśmę. W ten sposób przy powstawaniu dokumentu pierwotnego powstaje maszynowy nośnik informacji, którym jest taśma. Uzyskanie więc informacji czytelnych dla maszyny cyfrowej nie wymaga więc żadnych dodatkowych czynności.

4.6. Podstawowe nośniki informacji elektronicznych maszyn cyfrowych

4.6.1. Taśma dziurkowana. Została adaptowana jako nośnik informacji maszyn cyfrowych z telegrafii. W zależności od ilości otworów w rzędzie dzielimy je na 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowe o szerokości od 17,5 mm do 25,4 mm. Linia poprzeczna na której dziurkowane są otwory w taśmie nazywa się rzędem. Ilość otworów w jednym rzędzie stanowi o ilości kanałów. Na każdej taśmie wykonany jest faktycznie jeden dodatkowy kanał otworów o małej średnicy, przeznaczony do napędu taśmy.

Znormalizowana taśma 5-cio kanałowa posiada szerokość 17,5 mm i pozwala na wydziurkowanie 32 znaków. Dla współpracy z maszyną cyfrową wymaga się od 50 do 64 znaków, dlatego sto-

sowany jest dodatkowy kod umożliwiający wyrażenie wielkości numerycznych i alfabetycznych.

Na taśmach 5-cio kanałowych stosujemy następujące kody: międzynarodowy Kod Telegraficzny Nr 2, kod Ferrantiego oraz kod Elliott opracowany na użytek elektronicznych maszyn cyfrowych.

W stosunku do kart taśma dziurkowana posiada następujące zalety:

- tańszy koszt,
- duża swoboda rozpoczynania, zatrzymywania i powtarzania zapisu,
- niemożliwość pomieszenia lub zgubienia wydziurkowanych informacji podczas ręcznej manipulacji,
- możliwość otrzymywania taśmy jako produktu ubocznego przy pomocy przystawek perforujących.

Ujemnymi stronami taśmy są:

- trudności poprawienia błędów przy perforacji,
- trudności odczytywania zawartych na niej informacji.

4.6.2. Karty dziurkowane. Karta jest najstarszym nośnikiem informacji. Karta jest wykonana ze specjalnego kartonu będącego dobrym izolatorem elektrycznym o grubości 0,18 mm. Długość jej wynosi 187,4 mm a szerokość 82,5 mm. Każdy górny lewy róg karty jest ścięty co uniemożliwia błędne ułożenie karty w pliku. Informacje karty nanosi się przez dziurkowanie otworów według określonego kodu. W kierunku poziomym karta jest podzielona na 80 kolumn, w kierunku pionowym na 12 wierszy, dziesięć z nich oznacza cyfry od 0 do 9, dwie ostatnie mają znaczenie informacyjne. W każdej kolumnie można wydziurkować jedną cyfrę lub literę.

Karty dziurkowane posiadają następujące zalety:

- łatwą możliwość szybkiej wymiany w zbiorze,
- możliwość sortowania informacji naniesionych na kartach przed wprowadzeniem do maszyny cyfrowej,
- łatwy dostęp do poszczególnych informacji zawartych na karcie,
- możliwość zmiany kolejności ułożenia,
- wyższy w porównaniu z taśmą koszt materiałowy.

5. ZASADY PROGRAMOWANIA ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH

Przetwarzanie informacji dokonywane jest przez elektroniczną maszynę cyfrową na podstawie odpowiedniego programu. Programowanie obejmuje działalność koncepcyjną i czynności formalne. Działalność koncepcyjna polega na opracowaniu założeń do programu, działalność formalna zaś — na takim zapisie programu, aby był zrozumiały dla maszyny.

Program można określić jako zbiór zakodowanych rozkazów ułożonych we właściwej kolejności do kierowania pracą maszyny cyfrowej w celu rozwiązania stawianego przed nią zagadnienia czy zadania.

Opracowany program nanosi się na nośniki informacji (taśma papierowa, karty perforowane itp.) i za pomocą urządzeń wejściowych wprowadza się do pamięci maszyny w celu jego zrealizowania ¹⁾.

5.1. Zasady programowania w języku wewnętrznym maszyny

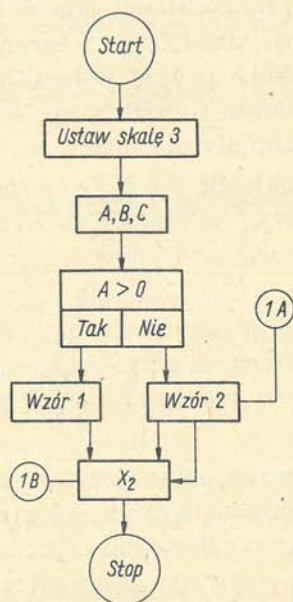
Proces przygotowania zadania dla elektronicznej maszyny cyfrowej nazywamy programowaniem. Natomiast osobę, która program ten opracowuje nazywamy programistą.

Programowanie zaczynamy od opracowania schematu blokowego, mającego na celu przedstawienie zasadniczych czynności programu w sposób graficzny (rys. 22).

Aby zrozumieć w ogólnym zarysie zasadę i rolę programowania oraz metody wykonywania przez maszynę poszczególnych operacji, rozpatrzmy podstawowy element struktury programu jakim jest rozkaz. Rozkaz wskazuje jaka operacja ma być przeprowadzona, skąd mają być wzięte dane do tych operacji i gdzie mają być doprowadzone wyniki tych operacji. Każdy rozkaz możemy podzielić na dwie części.

¹⁾ Pamięć elektronicznej maszyny cyfrowej jest podzielona na miejsca, które nazywamy komórkami pamięci. Każde miejsce ma swój numer, który nazywamy adresem pamięci. W danym miejscu może znajdować się w danej chwili tylko jedno słowo (słowo jest to fragment informacji używany w programie). Wprowadzenie nowego słowa na miejsce starego, automatycznie kasuje dotychczasowy zapis. Zapis zawarty w pamięci może być wielokrotnie odczytywany.

Początkowo programy były pisane w języku wewnętrznym maszyny. Programista ograniczał się jedynie do zestawienia zbioru rozkazów przewidzianych dla danego typu maszyny przez pro-



Rys. 22. Przykład schematu blokowego

jektantów, stanowiących zarazem jej język wewnętrzny. Programista musiał zarazem pamiętać o wszystkich występujących w programie wzajemnych przyporządkowaniach między adresami i ich zawartością (co która komórka zawiera oraz w jakiej komórce jest pamiętany dany rozkaz lub liczba). W przypadku pomyłki, polegającej na przykład na opuszczeniu jednego rozkazu, programista musiał zmieniać to przyporządkowanie w większości programu, a nawet w wielu wypadkach i w całym programie. Dużym utrudnieniem było także wyrażanie programu w postaci liczb dwójkowych.

Języki wewnętrzne maszyn są nieekonomiczne ze względu na zbyt duży okres czasu potrzebny do zaprogramowania nawet prostego programu oraz w związku z zawiłą listą rozkazów i trudną wewnętrzną budową samego rozkazu. Długi okres między sformu-

łowaniem samego problemu a jego uruchomieniem i rozwiązaniem, przyczynia się także do dużej ilości błędów. Należy jednak zaznaczyć, że programowanie w języku wewnętrznym maszyny daje także pewne korzyści, które są związane z ekonomicznym wykorzystaniem pamięci operacyjnej maszyny, mającego w szczególności duże znaczenie przy maszynach o niewielkiej pojemności i szybkości (Odra 1003, Odra 1013, ZAM 2 itp.).

5.2. Zasady programowania automatycznego

Programowanie w języku wewnętrznym maszyny cyfrowej jest bardzo pracochłonne i wymaga wysokich kwalifikacji. Dlatego też wysiłki producentów maszyn szły w kierunku opracowania możliwie prostych i łatwych form programowania, przerzucając zadanie tłumaczenia (kodowania) programu „zewnętrzny” na program w języku wewnętrznym maszyny — na samą maszynę.

5.2.1. Metody programowania przy pomocy adresów symbolicznych. Metoda ta polega na układaniu programu przez programistę w języku wewnętrznym maszyny z tą różnicą, że zamiast numerów i adresów pamięci umieszcza się w rozkazach numery i adresy symboliczne, a więc umowne. Specjalny program tłumaczący (tzw. translator) zmienia automatycznie numery i adresy symboliczne na rzeczywiste i wprowadza je do pamięci wewnętrznej maszyny. Przykładem kodowania symbolicznego jest System Adresów Symbolicznych (SAS) opracowany dla elektronicznej maszyny cyfrowej ZAM 2 w Zakładzie Programowania Instytutu Maszyn Matematycznych [9].

5.2.2. Metoda programowania przy pomocy wielkości towarzyszących [21]. Metoda ta polega na tym, że elektroniczna maszyna cyfrowa układa sama program na podstawie odpowiednich wzorów matematycznych, które uprzednio zostały zakodowane. Tak opracowany wzór matematyczny zostaje następnie wprowadzony przy pomocy specjalnego programu. Maszyna następnie powtarza tak długo zapisany proces, aż cały zakodowany wzór nie zostanie przekształcony na pewien system rozkazów. W ten sposób opracowany program może być pobrany z maszyny i wielokrotnie wykorzystywany.

5.2.3. Metoda programowania operatorowego [21]. Metoda operatorowa polega na przedstawieniu zadań w postaci całkowitego schematu obliczeń podzielonego na poszczególne samodzielne etapy — operatory. Przy obliczeniach tych stosujemy operatory arytmetyczne i logiczne. Metoda operatorowego programowania umożliwia jednoczesne wykonywanie pracy przez kilka osób nad poszczególnymi odcinkami tego samego programu, pozwalając zarazem na wprowadzanie dużych zmian i uzupełnień do układanego programu.

5.2.4. Metody programowania automatycznego. Powstanie systemów automatycznego programowania w znacznym stopniu uprościło trudną pracę programowania. Języki automatycznego programowania (autokody) są językami sformalizowanymi. Znaczenie poszczególnych zdań jest ściśle określone, a budowa każdego z nich określona regułami.

W autokodach występują następujące kategorie zdań:

- deklaracje informujące translator o strukturze samego programu, które są następnie pomijane,
- rozkazy sterujące pracą maszyny, które są tłumaczone przez translator na program wynikowy,
- komentarze, które są automatycznie przez translator pomijane, tak że nie mają żadnego wpływu na program wynikowy, a służą jedynie programiście do zidentyfikowania poszczególnych części programu.

Powstała już cała biblioteka systemów automatycznego kodowania (języków), których najważniejsze krótko omówiono poniżej.

SAKO. System Automatycznego Kodowania [9] został opracowany w Instytucie Maszyn Matematycznych dla polskiej elektronicznej maszyny cyfrowej ZAM 2. Program napisany w języku SAKO jest przekształcony i tłumaczony w translatorze maszyny na program zrozumiały dla maszyny, czyli program wynikowy.

MOST 1. Autokod MOST 1 [15] jest systemem automatycznego kodowania opracowany przez pracowników Katedry Metod Numerycznych Uniwersytetu Wrocławskiego i Wrocławskich Zakładów Elektronicznych „ELWRO” dla elektronicznej maszyny cyfrowej Odra 1003 i adaptowany dla maszyny Odra 1013.

FORTRAN. FORmula TRANslator [9] został opracowany w 1957 r. dla automatycznego programowania elektronicznej maszyny cyfrowej IBM i adaptowany po dokonaniu zmian (język FORTRAN II, XTRAN, FORTRAN IV) do następnych serii tych maszyn. Należy zaznaczyć, że dla autokodu FORTRAN, mimo że został opracowany dla maszyn IBM, szereg innych producentów opracowało translatory tego języka w produkowanych przez siebie maszynach cyfrowych.

ALGOL. ALGORithmic Language [22] w odróżnieniu od innych języków został stworzony nie z myślą o konkretnej maszynie cyfrowej, ale jako język sformalizowanego przedstawienia problemów obliczeniowych.

Pierwsze próby nad stworzeniem uniwersalnego języka programowania były prowadzone od 1955 r. w Stanach Zjednoczonych AP i Niemieckiej Republice Federalnej. W rezultacie tych prac powstał ALGOL 58, a następnie ulepszona jego wersja przyjęta w styczniu 1960 r. na międzynarodowej konferencji w Paryżu — ALGOL 60.

ALGOL 60 łączy cechy symboli matematycznych i kodów wewnętrznych z możliwościami maszyny cyfrowej. Dzięki prostocie programowania ALGOL 60 zdobył dużą popularność, czego dowodem może być szerokie zastosowanie tego języka do automatycznego programowania prawie wszystkich aktualnie produkowanych elektronicznych maszyn cyfrowych.

W ALGOL-u rozróżniamy trzy poziomy:

- język wzorcowy, którego celem jest ułatwienie wymiany informacji, nie uwzględniający jednak żadnych ograniczeń związanych z budową maszyny. Stanowi on wzór dla konkretnych reprezentacji oraz podstawę dla stworzenia translatorów maszyn cyfrowych;
- język publikacyjny, który dopuszcza zmiany języka wzorcowego związane z wygodą pisma lub druku;
- język konkretnej reprezentacji, który jest językiem zewnętrznym dla konkretnej maszyny, uwzględniający ograniczenia wynikające ze stosowania konkretnych urządzeń wejścia — wyjścia w danej maszynie [9].

LISP. LISt Processing jest językiem programowania maszyn cyfrowych a ponadto jest sformalizowanym językiem matema-

tycznym, wykorzystywanym dla zapisu informacji. LISP służy głównie do zapisu i rozwiązania za pomocą maszyn cyfrowych problemów niarytmetycznych. Język ten został opracowany przez *Mc Carthy'ego*. Jego różne wersje weszły w skład oprogramowania dużych i średnich maszyn cyfrowych firmy IBM.

5.2.5. Podstawowe elementy programowania COBOL. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do opracowania w szerszym zakresie problemów gospodarczych napotkało na duże trudności spowodowane przede wszystkim brakiem odpowiedniego języka przystosowanego do automatycznego programowania. W związku z powyższą sytuacją w 1959 r. w Stanach Zjednoczonych AP z inicjatywy Departamentu Obrony odbyło się spotkanie producentów i użytkowników maszyn cyfrowych w celu wysunięcia propozycji opracowania autokodu umożliwiającego automatyczne programowanie zagadnień gospodarczych.

W wyniku tego spotkania została powołana komisja *Committee on Data System Languages*, która korzystając z doświadczeń firmy UNIVAC (język FLOW MATIC) oraz HONEYWELL (język FACIT) opracowała autokod COBOL (*Common Business Oriented Language*) opublikowany w 1961 r. i zastosowany po raz pierwszy do elektronicznej maszyny cyfrowej IBM 7094. Na podstawie zebranych doświadczeń zostaje opracowana zmodyfikowana wersja COBOL 63. Narracyjne formy jakie zastosowano w omawianym autokodzie pozwalają programiście stosować szerokie reguły interpunkcji i gramatyki, co znacznie ułatwia samo programowanie.

Najistotniejszymi zaletami COBOL-u są:

- możliwość precyzyjnego i prostego opisanie problemów gospodarczych,
- skrócenie czasu programowania oraz wyeliminowania błędów jakie powstały podczas systemu wewnętrznego kodowania,
- eliminacja pracochłonnych komentarzy do programu, które były nie do uniknięcia w systemie wewnętrznego kodowania,
- możliwości korzystania z szerokiej biblioteki programów,
- znaczne ułatwienie zmiany formy wydawniczej dokumentów wynikowych,
- możliwość bardzo szybkiego dokonywania nawet bardzo istotnych zmian w programie,

— szybka nauka programowania w porównaniu z kilkunastomiesięcznym nauczaniem programowania w języku wewnętrznym maszyny.

Wadą COBOL-u jest dość wolna praca wczytywania programu do maszyny spowodowana znacznie rozbudowanym translatorem składającym się z około 40 000—50 000 rozkazów zajmujących do 30 000 komórek pamięci operacyjnej. Translator COBOL-u opłaca się stosować jedynie w średnich i dużych maszynach cyfrowych o dostatecznie dużych pamięciach oraz prędkości działania.

Zdania w COBOL-u pisze się w języku angielskim, z tym że słownictwo i składnia są bardzo ograniczone. Podstawowe jego elementy składają się z rzeczowników, czasowników, zwrotów itp.

6. CHARAKTERYSTYKA ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH KONSTRUKCJI KRAJOWEJ

6.1. Rozwój konstrukcji

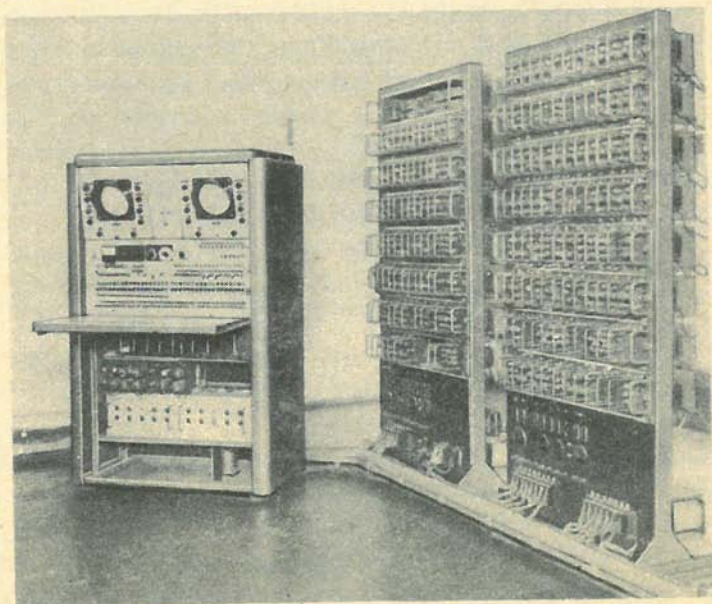
Historia rozwoju polskich elektronicznych maszyn cyfrowych datuje się od 1948 r, kiedy w Instytucie Matematyki powołano Grupę Aparatów Matematycznych.

Pierwszą maszyną cyfrową dla celów dydaktycznych zbudowano w 1950 r, którą nazwano GAM I. Liczyła ona bardzo powoli z szybkością jednej operacji na sekundę, wykonywała jedynie operacje dodawania, dopełniania, porównywania i selekcjonowania. Sterowana była zewnątrznie przy pomocy rozkazów zapisanych na taśmie papierowej. Pracowała zaś w układzie dwójkowym na liczbach dwucyfrowych.

Następnie w 1953 r. przystąpiono do konstrukcji maszyny cyfrowej EMAL 1 (Elektronowa Maszyna Automatycznie Licząca) wzorowanej na angielskim EDSAK. Maszyna miała wykonywać przeciętnie od 1400 do 2000 dodawań na sekundę, mnożyć miała z szybkością od 350 do 450 operacji na sekundę, dzielić z szybkością około 230 operacji na sekundę. Działania te mogły być wykonywane na 39 — bitowych liczbach. Pamięć miała być zbudowana z rtęciowych rur opóźnieniowych. Tak więc maszyna ta,

biorąc pod uwagę okres w którym miała być wybudowana, posiadałaby wiele zalet. Na skutek jednak zmian organizacyjnych w Grupie Aparatów Matematycznych dalsza konstrukcja maszyny została wstrzymana.

W 1958 r. powstaje Instytut Maszyn Matematycznych. W tym też roku zostaje ukończona budowa laboratoryjnej maszyny cyfrowej XYZ (rys. 23) opartej na technice lampowej. Maszyna XYZ potrafiła dodawać i odejmować z szybkością 650 do 4500 działań na sekundę, mnożyć zaś z szybkością od 250 do 500 działań na sekundę. Długość słowa w maszynie wynosiła 36 bitów.



Rys. 23. Elektroniczna maszyna cyfrowa XYZ

Następna maszyna skonstruowana w Instytucie Maszyn Matematycznych to EMAL 2 oparta na technice magnetycznej. Posiadała pamięć typu dynamicznego umieszczoną na bębnie magnetycznym o pojemności 1024 słów 34 bitowych. Szybkość operacji dodawania i odejmowania wynosiła około 100 operacji na sekundę.

Rozwinięciem maszyny XYZ była mała lampowa uniwersalna maszyna cyfrowa ZAM 2 przeznaczona do obliczeń naukowo-technicznych.

Aktualnie Instytut Maszyn Matematycznych produkuje elektroniczne maszyny cyfrowe ZAM 41.

Drugim, a zarazem największym ośrodkiem produkującym elektroniczne maszyny cyfrowe w Polsce na skalę przemysłową, są Wrocławskie Zakłady Elektroniczne „ELWRO”. Zakłady te w początkowym okresie uruchomiły produkcję seryjną małych elektronicznych maszyn cyfrowych do obliczeń naukowo-technicznych UMC 1 według konstrukcji opracowanej przez zespół pracowników Katedry Budowy Maszyn Politechniki Warszawskiej. Następnie na bazie zdobytych doświadczeń uruchomiono produkcję własnych małych elektronicznych maszyn cyfrowych Serii ODRA przeznaczonych do obliczeń naukowo-technicznych.

6.2. Elektroniczne maszyny cyfrowe rodziny ZAM

Koncepcja rodziny maszyn cyfrowych ZAM polega na oparciu konstrukcji **wszystkich** maszyn cyfrowych tej serii na jednej bazie zespołów technicznych oraz na jednolitym systemie programowania.

Maszyny rodziny ZAM mają być przeznaczone do wykonywania wszystkich podstawowych rodzajów obliczeń, a mianowicie:

- do przetwarzania informacji,
- do obliczeń naukowo-technicznych,
- do sterowania procesami technologicznymi.

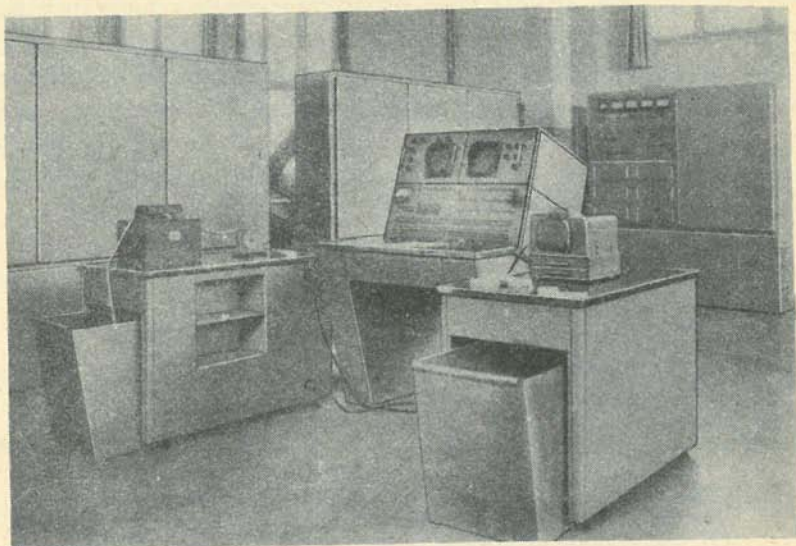
Wszystkie maszyny ZAM mają oznaczać się prostotą budowy, logiczną organizacją, dużą szybkością działania oraz wysoką niezawodnością pracy.

Koncepcja ta nie ogranicza się do jednego typu maszyny cyfrowej, ale według informacji Instytutu Maszyn Matematycznych będzie się składała z dwóch modeli ZAM 21 i ZAM 41. Maszyny te będą posiadały budowę modułową pozwalającą rozbudować je w potrzebnym kierunku.

W latach 1961—1964 w Instytucie Maszyn Matematycznych niezależnie od przystąpienia do budowy wyżej wymienionych prototypów uruchomiono produkcję małoseryjną maszyny ZAM 2.

6.2.1. Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 2. Maszyna ZAM 2 jest małą maszyną cyfrową o technice lampowej przeznaczoną

zasadniczo do obliczeń naukowo-technicznych (rys. 24). Średnia szybkość wynosi około 1000 operacji na s, przy czym dla dodawania i odejmowania — $90 \mu\text{s}$, a mnożenia i dzielenia — $3240 \mu\text{s}$. Szybkości te odnoszą się do dodawania i mnożenia przez maszynę w stałym przecinku słów 36 bitowych.



Rys. 24. Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 2 Beta

Typowy zestaw maszyny cyfrowej ZAM 2 składa się z następujących modułów:

1) części centralnej, która obejmuje elementy liczące i sterujące maszyny cyfrowej jak arytmometr, adresator, kanał sterowania i kanał wewnętrzny,

2) niklowej pamięci operacyjnej o pojemności 512 słów długich lub 1024 krótkich i o średnim czasie dostępu $500 \mu\text{s}$,

3) pamięci bębnowej o pojemności 16 348 słów długich lub 32 768 słów krótkich o przeciętnym czasie dostępu 20 ms,

4) stolika operatora obejmującego:

— czytnik taśmy dziurkowanej 5-, 7- lub 8-mio kanałowej o szybkości odczytu 300 znaków/s.

— dziurkarkę taśmy papierowej 5-, 7- lub 8-mio kanałowej o szybkości odczytu 30 znaków/s.

— dalekopis o szybkości czytania i dziurkowania taśmy oraz drukowania tekstu wynoszącym 7 znaków/s.

Maszyna ZAM 2 wyposażona jest w podstawowe języki programowania jak SAS, SB, SAB oraz autokod SAKO 60 opracowany dla tej maszyny.

6.2.2. Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 21. Prototyp tej maszyny został uruchomiony w Instytucie Maszyn Matematycznych w 1966 r. Jest to mała uniwersalna maszyna cyfrowa o technice tranzystorowej przeznaczona głównie do obliczeń naukowo-technicznych.

Średnia szybkość maszyny ZAM 21 wynosi około 30 000 operacji na sekundę, przy czym odpowiednio

dodawanie i odejmowanie	30 μ s
mnożenie	120 μ s
dzielenie	160 μ s

Dodawanie i mnożenie odbywa się przy stałym przecinku lub programowym zmiennym przecinku słów 24 bitowych.

Podstawowy zestaw maszyny ZAM 21 składa się z następujących modułów:

1) części centralnej obejmującej arytmometr, adresator, układ sterowania i kanał wewnętrzny;

2) ferrytowej pamięci operacyjnej o pojemności od 4092 do 32 768 słów 24 bitowych i czasie dostępu około 3 μ s;

3) pamięci bębnowej o pojemności od 32 768 do 131 072 (4 moduły) słów 24 bitowych i średnim czasie dostępu 20 ms;

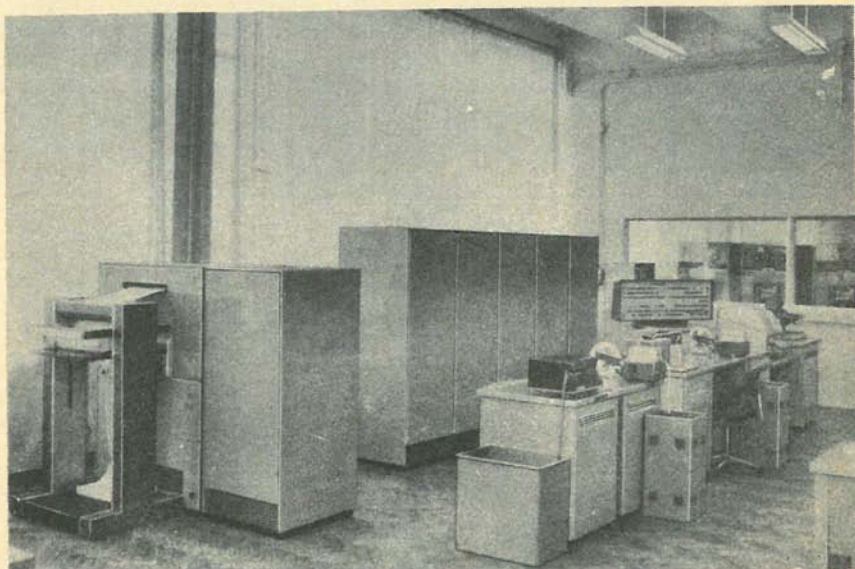
4) stolika operatora składającego się z pulpitu sterującego, czytnika taśmy dziurkowanej 5-, 7- lub 8-mio kanałowej o szybkości odczytu 300 znaków/s oraz dziurkarki taśmy papierowej o szybkości dziurkowania 150 znaków/s,

5) monitora dalekopisowego o szybkości czytania taśmy i dziurkowania tekstu około 7 znaków/s,

6) modułu kanału czasu realnego.

Maszyna zostanie wyposażona w nowoczesny system programowania jak: SAO (Symbole, Adresy, Operacje) dla programowania w języku maszyny oraz SAKO, ALGOL 60 i FORTRAN IV dla automatycznego programowania problemów numerycznych.

6.2.3. Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 41 Z. Stanowi rozwinięcie omawianej poprzednio maszyny ZAM 21. Jest to średniej wielkości maszyna cyfrowa do przetwarzania informacji całkowicie tranzystorowa wykonana na obwodach drukowanych. Posiada możliwości połączenia kilku modułów jednocześnie oraz jednoczesnego realizowania kilku różnych programów (rys. 25).



Rys. 25. Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 41 Z

Średnia szybkość maszyny ZAM 41 Z jest większa od ZAM 21 i wynosi około 50 000 operacji na sekundę. Przy działaniach stałoprzecinkowych na słowach 24 bitowych szybkości odpowiednio wynoszą:

dodawanie i odejmowanie	22 μ s
mnożenie	150 μ s
dzielenie	200 μ s

zaś przy działaniach zmiennoprzecinkowych, przy wykładniku 9 bitowym i ułamku 39 bitowym mamy:

dodawanie i odejmowanie	90 μ s
mnożenie	200 μ s
dzielenie	450 μ s

Charakterystyka typowego zestawu maszyny jak i jego modułów jest podobna do maszyny ZAM 21.

Elektroniczna maszyna cyfrowa ZAM 41 Z posiada 15 kanałów do których można podłączyć w sposób dowolny następujące moduły:

- 1) moduł stolika operatora,
- 2) moduł czytnika taśmy papierowej mogącego odczytywać taśmę 5-, 7-, lub 8-mio kanałową o szybkości odczytu 300 lub 1000 znaków/s,
- 3) moduł czytnika kart perforowanych o szybkości odczytu 150 kart/min,
- 4) moduł dziurkarki kart o szybkości dziurkowania 100 kart/min,
- 5) moduł monitora dalekopisowego o szybkości czytania i dziurkowania taśmy oraz drukowania tekstu 7 znaków/s,
- 6) moduł drukarki wierszowej pracującej z szybkością 600 lub 1200 wierszy/min i posiadającej 120 kolumn druku w wierszu,
- 7) moduł synchronizatora, do którego może być podłączone 8 modułów magnetycznej pamięci taśmowej pracującej z szybkością 16 000 lub 32 000 znaków 8 bitowych na sekundę.

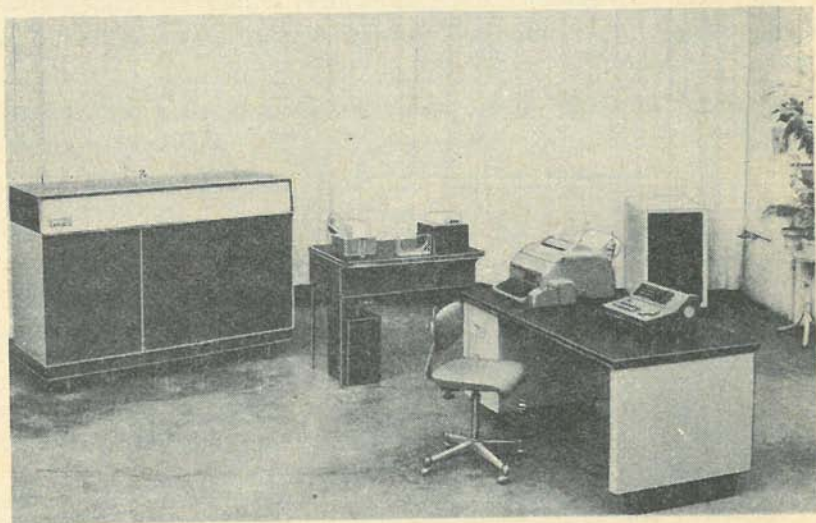
Podstawowym językiem programowania omawianej maszyny jest język PJES, M — SAS, EOL II do programowania w języku wewnętrznym maszyny. Ponadto maszyna ma być wyposażona w autokody ALGOL 60, FORTRAN IV lub COBOL.

6.3 Elektroniczne maszyny cyfrowe rodziny Odra

Największym i jednym na skalę przemysłową producentem elektronicznych maszyn cyfrowych w Polsce są Wrocławskie Zakłady Elektroniczne „ELWRO”. W początkowym okresie Zakłady produkowały jedynie elektroniczne maszyny cyfrowe UMC 1 opracowane przez Politechnikę Warszawską. Następnie po nabyciu doświadczeń „ELWRO” przechodzi do produkcji własnych elektronicznych maszyn cyfrowych przeznaczonych do obliczeń naukowo-technicznych i sterowania procesami technologicznymi. Kolejno były produkowane w seriach po kilkadziesiąt sztuk na-

stępujące typy maszyn cyfrowych: Odra 1003, Odra 1013 oraz elektroniczny kalkulator dziesiętny Odra 1103 (rys. 26).

Ostatnio została uruchomiona seria próbna średniej wielkości maszyn do obliczeń naukowo-technicznych Odra 1204. Czynnione są również przygotowania do uruchomienia seryjnej produkcji maszyn do przetwarzania informacji Odra 1304.



Rys. 26. Kalkulator elektronywy Odra 1103

6.3.1. Elektroniczna maszyna cyfrowa Odra 1013. Maszyna Odra 1013 jest małą tranzystorową maszyną cyfrową przeznaczoną do obliczeń naukowo-technicznych oraz sterowania procesami technologicznymi.

Średnia szybkość maszyny wynosi około 1000 operacji na sekundę. W stosunku do poszczególnych typów działań szybkość ta przedstawia się następująco (słowa są bitowe):

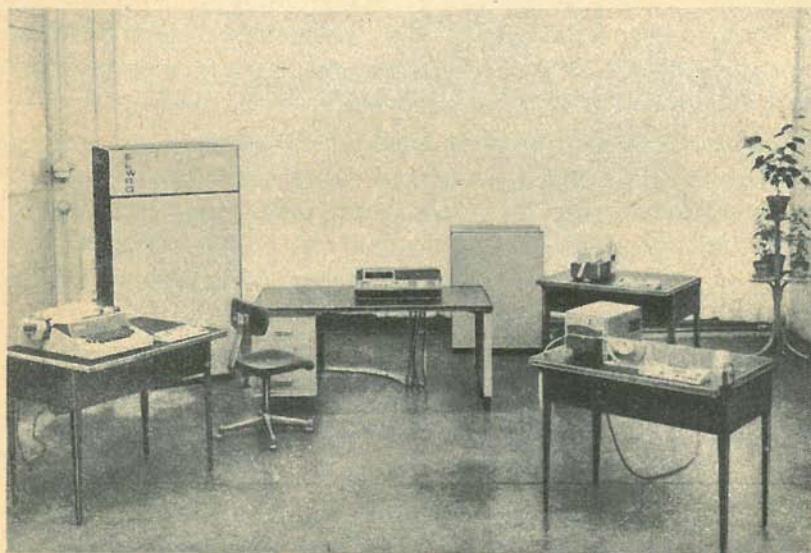
dodawanie i odejmowanie	1 ms
mnożenie	4 ms
dzielenie	8 ms

Zestaw maszyny cyfrowej Odra 1013 składa się z następujących urządzeń wejściowo-wyjściowych oraz pamięci operacyjnych i zewnętrznych:

- 1) części centralnej maszyny obejmującej elementy liczące i sterujące maszyną,
- 2) ferrytowej pamięci operacyjnej o pojemności 259 słów $39 + 1$ bitowych i cyklu zapisu — odczytu $8 \mu s$,
- 3) pamięci bębnowej o pojemności 7936 słów $39 + 1$ bitowych i średnim czasie dostępu 11 ms,
- 4) stolika operatora wraz z pulpitem sterowania,
- 5) dwóch czytników taśmy 5-cio kanałowej o szybkości odczytu 300 znaków/s,
- 6) dziurkarki taśmy papierowej 5-, 7- lub 8-mio kanałowej o szybkości dziurkowania 150 znaków/s,
- 7) dalekopisu działającego z szybkością dziurkowania taśmy i drukowania tekstu 10 znaków/s.

Programowanie maszyny Odra 1013 odbywać się może w języku wewnętrznym maszyny SAS oraz w autokodzie przeznaczonym do obliczeń naukowo-technicznych MOST I.

6.3.2. Elektroniczna maszyna cyfrowa Odra 1204. Jest to maszyna średniej wielkości (rys. 27) przeznaczona przede wszystkim do obliczeń naukowo-technicznych, przetwarzania mniejszych zbiorów danych, jak też do sterowania procesami tech-



Rys. 27. Elektroniczna maszyna cyfrowa Odra 1204

nologicznymi w czasie rzeczywistym. Zbudowana jest całkowicie w oparciu o technikę tranzystorową. Maszyna posiada system umożliwiający dołączenie 7 kanałów przesyłania informacji (w specjalnym wykonaniu — do 63 kanałów). Do każdego kanału można dołączyć do 8-miu urządzeń wejściowych lub wyjściowych. Kanały umożliwiają przesyłanie informacji równocześnie z procesem obliczeniowym przy wykorzystaniu maksymalnej szybkości urządzeń zewnętrznych. Struktura modułowa umożliwia rozbudowanie maszyny i zestawiania jej w różnych wariantach w zależności od potrzeb i zakresu zastosowania.

Szybkość maszyny jest następująca (słowa są bitowe):

dodawanie i odejmowanie stałoprzecinkowe	16 μ s,
mnożenie stałoprzecinkowe	80 μ s,
dzielenie stałoprzecinkowe	190 μ s,
dodawanie i odejmowanie zmiennoprzecinkowe	145 μ s,
mnożenie zmiennoprzecinkowe	360 μ s,
dzielenie zmiennoprzecinkowe	1050 μ s.

Minimalny zestaw Odra 1204 składa się z następujących modułów:

1) część centralna składająca się z elementów liczących i sterujących maszyną oraz pamięci ferrytowej o pojemności od 4096 do 65 536 słów 25 bitowych i o średnim cyklu dostępu 6 μ s,

2) pamięci bębnowej o pojemności 65 536 słów 24 bitowych (do maszyny mogą być podłączone 4 bębny o łącznej objętości pamięci 262 000 słów 24 bitowych); przeciętny czas dostępu 10 ms,

3) moduł monitora w postaci elektrycznej maszyny do pisania o szybkości pisania 10 znaków/s,

4) czytnik taśmy papierowej o szybkości czytania 1000 lub 1500 znaków/s,

5) dziurkarka taśmy papierowej o szybkości dziurkowania 150 znaków/s.

Podstawowymi językami programowania maszyny cyfrowej Odra 1204 jest język wewnętrzny JAS oraz autokody MOST 2 i ALGOL 60.

Możliwość wykonywania kilku programów jednocześnie z zabezpieczeniem przed ich wzajemną interferencją oraz proritetowy podział czasu pomiędzy programami współpracującymi z różnymi urządzeniami zewnętrznymi są głównymi zaletami tej maszyny.

6.3.3. Elektroniczne maszyny cyfrowe serii Odra 1300. Seria Odra 1300 została opracowana w 1968 r. przez Wrocławskie Zakłady Elektroniczne „ELWRO” jako maszyny przewidziane do przetwarzania informacji. Dzięki budowie modułowej można dobrać odpowiednio dla użytkownika zestawy urządzeń. Seria Odra 1300 składa się z szeregu jednostek centralnych (Odra 1304, Odra 1314, Odra 1324), które różnią się między sobą rodzajami pamięci operacyjnej oraz pamięciami zewnętrznymi.

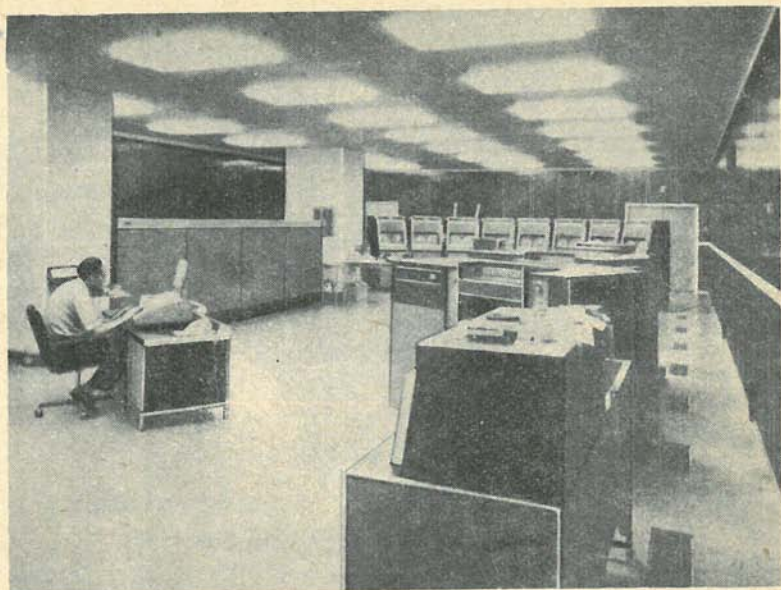
Seria Odra 1300 jest zbudowana w oparciu o technikę tranzystorową germanową i ferrytową. Logika omawianych maszyn jest podobna do angielskiej serii maszyn ICT 1900, dzięki czemu została zapewniona wymiennność programów systemowych i użytkowych między użytkownikami maszyn Odra 1300 i ICT 1900. Dzięki zaś ujednoczeniu z ICT 1900 istnieje możliwość wymiany modułów urządzeń zewnętrznych dzięki czemu do maszyn Odra 1300 będą mogły być stosowane moduły nie produkowane w kraju (np. pamięć dyskowa, pamięć na kartach magnetycznych itp.).

Wszystkie maszyny wchodzące w skład rodziny Odra 1300 mają jednakową organizację wewnętrzną oraz stosują analogiczne kody rozkazowe, dzięki czemu programy napisane dla jednej maszyny funkcjonują w drugiej pod warunkiem wyposażenia ich w identyczne urządzenia peryferyjne.

W maszynach rodziny Odra 1300 (rys. 28) długość słowa jest stała i wynosi 24 bity.

Szybkość wykonywania poszczególnych operacji podano w tabelicy 5.

Do maszyn Odra 1304 oraz Odra 1314 można podłączyć 30 kanałów urządzeń zewnętrznych, zaś do maszyny Odra 1324—8 kanałów urządzeń zewnętrznych.



Rys. 28. Elektroniczna maszyna cyfrowa ICT 1900

Tablica 5. Dane techniczne EMC Odra 1300

Operacje	Rodzaj maszyny		
	1304	1314	1324
	czas trwania w μ s		
Cykl pamięci operacyjnej	6	6	6
Operacje arytmetyczne (stały przecinek)			
dodawanie i odejmowanie	24	24	24
mnożenie	96	96	1990
dzielenie	200	200	2960
Operacje arytmetyczne (zmienny przecinek)			
dodawanie i odejmowanie	160	38	1480
mnożenie	450	110	6970
dzielenie	1100	190	12 770

Typowa konfiguracja maszyn Odra 1300 przedstawia się następująco:

1) część centralna maszyny obejmująca elementy liczące i sterujące maszyną;

2) ferrytowa pamięć operacyjna dla maszyny Odra 1303 i 1314 wyposażona w bloki o pojemności 16 384 lub 32 768 słów 24 bitowych, a dla maszyny Odra 1324 w bloki o pojemności 4096, 8192 lub 16384 słów bitowych z czasem dostępu dla wszystkich maszyn 6 μ s,

3) pamięć bębnowa o pojemności od 262 000 do 1 048 000 słów w każdej jednostce i średnim czasie dostępu wynoszącym 10 μ s oraz szybkości przesyłania około 40 000 znaków/s,

4) jednostka pamięci taśm magnetycznych o prędkościach 16 000 i 20 800 znaków/s,

5) urządzenia wejściowe na które składają się

— czytnik taśmy papierowej 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej o szybkościach czytania 1000 i 1500 znaków/s,

— czytnik kart o szybkości czytania 400 lub 900 kart/min,

6) urządzenia wyjściowe na które składają się

— dziurkarka taśmy papierowej 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej pracująca z szybkością 150 znaków/s,

— maszyna do pisania (monitor) pracująca z szybkością 10 znaków/s,

— drukarka wierszowa pracująca z szybkością 1350 wierszy na min przy 120 znakach w wierszu.

Najistotniejszą zaletą maszyny systemu Odra 1300 jest możliwość równoczesnej pracy wszystkich urządzeń zewnętrznych i jednostki centralnej, co umożliwia dobre wykorzystanie czasu przy podłączeniu większej ilości jednakowych modułów urządzeń wejścia-wyjścia (np. 2 czytniki taśmy papierowej, 2 czytniki kart itp.).

Dla maszyn Odra 1300 został opracowany system programowania zarówno do przetwarzania informacji jak też do obliczeń naukowo-technicznych.

Maszyny te są wyposażone, oprócz języków symbolicznych PLAN i NICOL, w następujące autokody: ALGOL 60, FORTRAN IV, COBOL i RAPIDWRITER (uproszczona wersja COBOL-u).

7. CHARAKTERYSTYKA ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH KONSTRUKCJI ZAGRANICZNEJ

Pierwszymi producentami elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania informacji była Wielka Brytania, gdzie w 1954 r. wyprodukowano maszynę LEO I i Stany Zjednoczone, gdzie w tym samym roku firma REMINGTON RAND przekazała do eksploatacji maszynę UNIVAC I.

Szybki rozwój maszyn cyfrowych nastąpił od 1958 r. kiedy do konstrukcji wprowadzono znacznie pewniejszą technikę tranzystorową. Mimo tego, firmy amerykańskie IBM, NCR, RCA, CDC, HONEYWELL, GE, BURROUGHS, PHILCO, UNIVAC wyprodukowały do 1968 r. około 60 000 maszyn oraz otrzymały zamówienia na dalsze 26 000 maszyn.

Pomimo wniesienia istotnego wkładu do światowego rozwoju konstrukcji elektronicznych maszyn cyfrowych przez firmy europejskie, pozostają one daleko w tyle w stosunku do Stanów Zjednoczonych AP.

Należy jednak zaznaczyć, że mimo pewnego opóźnienia w porównaniu ze Stanami Zjednoczonymi ilość instalowanych maszyn w Europie systematycznie wzrasta.

W ciągu ostatnich pięciu lat średni przyrost maszyn cyfrowych wahał się w granicach 60%. Przykładowo w 1962 r. było w Europie Zachodniej zainstalowanych 2100 elektronicznych maszyn cyfrowych, natomiast pod koniec 1967 r. zainstalowano już 14 000 maszyn. Programy perspektywiczne z 1961 r. przewidywały stan nasycenia maszynami dopiero w 1970 r. Prognozy zaś z 1968 r. (tabl. 6) zakładające w 1975 r. instalację w Europie Zachodniej 32 000 maszyn cyfrowych okażą się na pewno liczbami znów zaniżonymi.

W związku z coraz większym popytem na elektroniczne maszyny cyfrowe, amerykańscy producenci zakładają filie swoich przedsiębiorstw w Europie.

Firmy europejskie produkujące elektroniczne maszyny cyfrowe nie wytrzymują tak silnej konkurencji i zmuszone są do łączenia ze sobą. Przykładem może być utworzenie na terenie Wielkiej Brytanii nowego Koncernu International Computers Ltd, które powstało z przedsiębiorstw British Tabulating Machine Com-

Tablica 6. Ilość zainstalowanych elektronicznych maszyn cyfrowych w Europie Zachodniej

Lp.	Kraj	Rok		
		1962	1965	1975
1	Benelux	225	495	2300
2	Francja	520	1250	5600
3	NRF	640	1800	8200
4	Włochy	340	850	3800
5	Wielka Brytania	510	1400	6400
6	Szwajcaria	130	300	1350
7	Kraje Skandynawskie	165	565	2500
8	Inne kraje	95	300	1550
	Razem	2650	6960	31 750

pany, Emi, Povers, Samas, Ferranti, English Electric Computers Leo Marconi, Elliott Automation i innych.

Do fuzji na gruncie europejskim można wymienić wykupienie zachodnioniemieckiej firmy Zuse przez koncern Siemens, jak też opanowanie firmy Bull we Francji i Olivetti we Włoszech przez General Electric.

Równocześnie na rynku europejskim pojawiają się nowi producenci elektronicznych maszyn cyfrowych (PHILIPS, SAAB) wytwarzający maszyny średniej wielkości.

We Francji natomiast na skutek wykupienia akcji firmy BULL przez General Electric został opracowany na zlecenie rządu Plan Calcul mający na celu walkę konkurencyjną na rynku francuskim z amerykańskimi maszynami cyfrowymi.

7.1. Charakterystyka elektronicznych maszyn cyfrowych konstrukcji zagranicznej stosowanych w Polsce

7.1.1. Zuse Z 23. Elektroniczna maszyna cyfrowa Zuse Z 23 jest. małą lub średniej wielkości elektroniczną maszyną cyfrową przeznaczoną do obliczeń naukowo-technicznych oraz sterowania procesami technologicznymi.

Średnia szybkość maszyny wynosi około 200 operacji na sekundę (dodawanie i odejmowanie — 300 μ s, mnożenie — 13 000 μ s słów 40 bitowych).

Do maszyny Zuse Z 23 dane liczbowe oraz program można wprowadzać za pomocą kart dziurkowanych lub taśmy dziurkowanej.

Do wprowadzania i wyprowadzania informacji z kart perforowanych stosuje się czytnik kart pracujący z szybkością 30 kart/min oraz perforator kart pracujący z szybkością 150 kart/min.

Do wprowadzenia lub wyprowadzenia informacji przy pomocy taśmy dziurkowanej stosuje się czytnik taśmy o szybkości odczytu 300 znaków/s oraz dziurkarki taśmy pracującej z szybkością 50 znaków/s. Oba urządzenia mogą pracować na taśmach 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowych.

Część centralna maszyny wyposażona jest w ferrytową pamięć operacyjną o pojemności 256 słów 40 bitowych. Jako pamięć zewnętrzną może służyć bęben magnetyczny o pojemności 8192 słów oraz taśmy magnetyczne.

Dla programowania obliczeń o charakterze naukowo-technicznym stosuje się języki programowania Frei — Burger, Code oraz Allgorette.

7.1.2. Elliott 803 B. Należy do grupy małych maszyn tranzystorowych przeznaczonych do obliczeń naukowo-technicznych oraz w wąskim zakresie do przetwarzania informacji.

Średnia szybkość maszyny wynosi około 400 operacji na sekundę (dodawanie i odejmowanie — 576 μ s, mnożenie — do 12 096 μ s) słów 39 bitowych.

Pojemność pamięci operacyjnej wynosi 4096 słów 39 bitowych, natomiast pojemność jednej jednostki pamięci zewnętrznej na taśmach magnetycznych 262 000 słów, z tym że do maszyny można podłączyć cztery jednostki pamięci taśmowej.

Jako urządzenia wejściowe zastosowano czytnik kart i czytnik taśmy dziurkowanej. Czytnik kart pracuje z szybkością 300 kart/min czytnik taśmy dziurkowanej — z szybkością 500 znaków/s.

Do wyprowadzania wyników z maszyny stosuje się dziurkarki

kart oraz dziurkarki taśmy papierowej. Dziurkarki kart umożliwiają automatyczne dziurkowanie kart z szybkością 100 kart/min, zaś dziurkarki taśmy papierowej dziurkowanie z szybkością 100 znaków/s.

Dla programowania obliczeń o charakterze naukowo-technicznym maszyna Elliott 803 B wyposażona jest w autokod Mark I.

7.1.3. Minsk 22. Jest średniej wielkości tranzystorową maszyną cyfrową przeznaczoną do wykonywania obliczeń naukowo-technicznych oraz przetwarzania informacji.

Szybkość maszyny wynosi około 6000 operacji na sekundę wykonywanych przy stałym przecinku na słowach 37 bitowych.

Typowy zestaw maszyny składa się z następujących modułów:

1) Części centralnej obejmującej elementy liczące i sterujące maszyny, kanał wewnętrzny oraz ferrytowa pamięć operacyjna o pojemności 8192 słów bitowych (czas dostępu — 24 μ s),

2) Pamięci zewnętrznej na taśmach magnetycznych składających się z 12 przewijaczy o pojemności do 1 600 000 słów i szybkości zapisu (odczytu) 2500 słów/s,

3) Urządzeń wejściowych składających się z:

— czytnika taśmy dziurkowanej pracującej z szybkością 200 lub 300 znaków/s oraz czytnika taśmy pracującego z prędkością 50 znaków/s,

— czytnika kart 80 kolumnowych pracującego z szybkością 250 kart/min,

4) Urządzeń wyjściowych:

dziurkarki taśmy papierowej pracującej z szybkością 20 lub 80 znaków/s (w zależności od modelu dziurkarki),

— dziurkarki kart pracującej z szybkością 100 kart/min,

— drukarki cyfrowej pracującej z szybkością 1200 wierszy/min,

— drukarki wierszowej drukującej zapis literowo — cyfrowy z prędkością 300 wierszy/min (128 znaków alfanumerycznych w wierszu),

— dalekopisu przystosowanego do wyprowadzania informacji z prędkością 7 znaków/s.

Maszyna Minsk 22 wyposażona jest w autokod MAT.

7.1.4. Minsk 32. Jest średniej wielkości maszyną tranzystorową przeznaczoną do przetwarzania informacji.

Czas wykonywania podstawowych operacji jest następujący (słowa 37 bitowe):

dodawanie	40 μ s
mnożenie	125 μ s

Podstawowy zestaw maszyny składa się z następujących modułów:

1) części centralnej obejmującej elementy liczące i sterujące wraz z ferrytową pamięcią operacyjną o pojemności od 16 384 do 65 536 słów 37 bitowych i czasie dostępu 5 μ s,

2) pamięci zewnętrznej na taśmach magnetycznych składających się z 12 przewijaczy o pojemności od 15 000 000 do 20 000 000 słów i szybkości zapisu (odczytu) w granicach 30 000—64 000 słów/s,

3) urządzeń wejściowych składających się z:

— czytnika taśmy dziurkowanej pracującej z szybkością 1500 znaków/s,

— czytnika kart pracującego z szybkością 600 kart/min,

— elektrycznej maszyny do pisania pracujących z szybkością 10 znaków/s,

4) urządzeń wejściowych składających się z:

— dziurkarki taśmy papierowej pracującej z szybkością 80 znaków/s,

— dziurkarki kart pracującej z szybkością 120 kart/min,

— elektrycznej maszyny do pisania pracującej z szybkością 10 znaków/s,

— drukarki wierszowej pracującej z szybkością 400 wierszy/min (w każdym wierszu można drukować 128 znaków alfanumerycznych w alfabecie rosyjskim i łacińskim).

Przewiduje się, że od 1971 r. Minsk 32 dodatkowo będzie wyposażony w dwa zestawy dysków magnetycznych o pojemności 10 000 000 słów każdy.

Podstawowym językiem dla przygotowania programów dla maszyny Minsk 32 jest język symboliczny. W opracowaniu są języki ALGOL 60 i COBOL.

7.1.5. ICT 1300. Jest to maszyna przeznaczona do przetwarzania informacji o następujących szybkościach (słowa 48 bitowe):

dodawanie i odejmowanie	20 μ s
mnożenie	1,5 μ s
operacje logiczne	20 μ s

Typowy zestaw maszyny składa się z następujących modułów:

- 1) pamięci operacyjnej, której objętość jest zmienna i wynosi 400, 800, 1200, 1600 lub 2000 słów,
- 2) pamięci zewnętrznej na bębnie magnetycznym o pojemności 12 000 słów i średnim czasie dostępu do dekadę informacji (10 słów) 5,7 ms. Do maszyny może być podłączonych 8 bębnow, przez co pamięć zwiększa się do 96 000 słów,
- 3) pamięci na taśmach magnetycznych dwóch typów (do max. 8 jednostek):
 - pamięć na taśmach o szerokości 1" i prędkości zapisu (odczytu) wynoszącym 90 000 znaków/s,
 - pamięć na taśmach standardowych 1/2" i szybkości zapisu (odczytu) wynoszącym 22 500 znaków/s,
- 4) czytnika kart o szybkości czytnika 300 lub 600 kart/min (w zależności od typu czytnika),
- 5) dziurkarki kart 80 kolumnowych, dziurkujących z szybkością 100 kart na minutę,
- 6) drukarki wierszowej pracującej przy dwóch prędkościach 300 lub 800 wierszy na minutę przy ilości 120 znaków w wierszu.

Do programowania prac z zakresu przetwarzania informacji stosowany jest autokod MPL-2, MAK i COBOL.

7.1.6. IBM 1440. Maszyna ta produkowana jest w trzech podstawowych wersjach różniących się między sobą doborem urządzeń zewnętrznych. Jednostka centralna jest jednakowa dla wszystkich wersji. Pamięć operacyjna zbudowana jest na rdzeniach ferrytowych, a pojemność jej wynosi od 2000—16 000 znaków.

W pełnym zestawie maszyna składa się z jednostki centralnej z pulpitem, czytnika i dziurkarki kart, z pamięci zewnętrznej na dyskach magnetycznych oraz jednostek pamięci taśmowej.

Biblioteka programów standardowych obejmuje Autocoder, FORTRAN II, FORTRAN IV, COBOL i RPG.

7.1.7. NCR 315. Maszyna cyfrowa NCR 315 została wyprodukowana w 1962 r. przez amerykańską firmę National Cash Register

jako średniej wielkości elektroniczna maszyna cyfrowa przeznaczona do przetwarzania informacji.

Posiada ona podobnie jak większość maszyn do przetwarzania informacji budowę modułową, która pozwala rozszerzać zestaw maszyny w zależności od potrzeb użytkownika.

Elektroniczna maszyna cyfrowa NCR 315 składa się z:

1) Jednostki centralnej zawierającej pamięć ferrytową zbudowaną z krótkich komórek zwanych sylabami, składających się z 12 znaków zerojedynkowych. W zależności od potrzeb pamięć operacyjna może zawierać od 5000—40 000 sylab. Cykl pamięci operacyjnej wynosi 6 μ s.

2) Pamięci na kartach magnetycznych tzw. CRAM o pojemności jednego zasobnika 5 555 000 znaków literowo-cyfrowych z możliwością podłączenia kilku zasobników. Szybkość zapisu — odczytu informacji wynosi 100 000 znaków na sekundę. Przeciętny czas wybierania dowolnej karty wynosi około 200 ms. Zasobniki z kartami są urządzeniami wymiennymi, w związku z czym ogólna pojemność pamięci na kartach magnetycznych może być rozszerzona prawie nieograniczenie,

3) Pamięci na taśmach magnetycznych (do 8 jednostek),

4) Czytnika taśmy dziurkowanej pracującego z szybkością 600 lub 1000 znaków/s,

5) Czytnika kart perforowanych pracującego z szybkością 400 lub 2000 kart/min,

6) Elektrycznej maszyny do pisania,

7) Dziurkarki taśmy papierowej 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej dziurkującej z szybkością 110 znaków/s,

8) Dziurkarki kart pracującej z szybkością 100 lub 250 kart/min,

9) Drukarki wierszowej (do maszyny cyfrowej może być podłączonych do 4 drukarek), pracujących z szybkością 880 lub 1000 wierszy/min przy szerokości wiersza do 120 znaków. Drukarki mogą być wyposażone w 120 miejscową pamięć buforową, dzięki czemu jednostka centralna podczas drukowania może wykonywać dalszy ciąg programu obliczeniowego.

Przeciętna szybkość maszyny NCR 315 wynosi 21 000 operacji dodawania na sekundę.

Podstawowym językiem programowania maszyny jest tzw. generatorowe programowanie BEST. Programy dla przetwarzania informacji mogą być pisane w autokodzie COBOL.

7.2. Charakterystyka ważniejszych maszyn cyfrowych konstrukcji zagranicznej

7.2.1. **Seria ICT 1900.** Składa się z kilku modeli opartych na jednolitych zasadach konstrukcyjnych, organizacji logicznej oraz jednolitym systemie programowania. Maszyny te (rys. 28) posiadają budowę modułową, co pozwala na dobranie odpowiedniego zestawu maszyn, w zależności od potrzeb użytkownika.

Seria ICT 1900 składa się z ośmiu podstawowych typów maszyn od 1901 do 1909. Różnica między poszczególnymi jednostkami sprowadza się głównie do wielkości pamięci jednostki centralnej oraz różnych kombinacji urządzeń zewnętrznych.

Ważną charakterystyczną cechą maszyn cyfrowych Serii 1900 jest możliwość równoczesnej pracy kilku urządzeń zewnętrznych oraz wieloprogramowość umożliwiająca jednoczesne rozwiązywanie kilku zadań.

Jednostka centralna maszyny cyfrowej posiada urządzenia arytmetyczne, urządzenia sterujące i ferrytową pamięć operacyjną. Pamięć jest podzielona na słowa, jednakowe dla całej Serii 1900, o długości 24 bitów. W jednym słowie można zapisać 4 znaki alfanumeryczne.

W skład typowego zestawu maszyn Serii 1900 wchodzi następujące urządzenia zewnętrzne:

1) Pamięć bębnowa, występująca w trzech jednostkach różniących się między sobą objętością pamięci oraz prędkością zapisu i odczytu informacji. Pojemność waha się w granicach od 131 072 do 2 097 152 znaków dziesiętnych, średni czas dostępu do informacji zapisanej na bębnie wynosi 10—20 ms, zaś szybkość przenoszenia informacji do pamięci operacyjnej i z pamięci wynosi 50 000—1 000 000 słów/s,

2) Pamięć na dyskach magnetycznych wykonywana w dwóch odmianach. Model 1956 posiada pamięć na 16 dyskach stałych

o pojemności 31 500 000 milionów znaków dziesiętnych, zaś model 1953 składa się z wymiennej jednostki dysków magnetycznych (6 kompletów dysków) o pojemności 1 030 000 znaków dziesiętnych i o czasie dostępu do jednego bloku informacji (105 słów) około 75 ms. Przeciętna szybkość zapisu — odczytu informacji wynosi około 70 000 słów/s,

3) Jednostki taśm magnetycznych różnych typów o prędkości zapisu (odczytu) informacji od 16 000 do 96 000 słów/s. Wszystkie typy jednostek taśm magnetycznych przystosowane są do taśmy o szerokości 1/2" w szpulach po 730 metrów,

4) Pamięć na kartach magnetycznych składa się z wymiennych pojemników kart magnetycznych o łącznej pojemności 5 400 000 000 znaków dziesiętnych. Średni czas wybrania karty wynosi 393 ms zaś szybkość przesyłania informacji pomiędzy kartami a jednostką centralną wynosi 80 000 słów/s.

Maszyny Serii 1900 mogą być wyposażone w następujące urządzenia wejściowo-wyjściowe

1) Urządzenia wejściowe

— czytnik taśmy dziurkowanej pracującej z szybkością 300 lub 1000 znaków/s przy stosowaniu taśmy 5-, 6-, 7- lub 8-mio kanałowej,

— czytnik kart pracujący z szybkością 300, 600 lub 900 kart/min,

— elektrycznej maszyny do pisania,

— czytnik — sorter dokumentów odczytujący znaki pisane atramentem magnetycznym z szybkością 1200 dokumentów na minutę.

2) Urządzenie wyjściowe

— dziurkarka kart 80 kolumnowych o szybkości dziurkowania do 350 kart/min,

— dziurkarka taśmy pracująca z szybkością 110 znaków/s,

— urządzenia do automatycznego kreślenia (pisaki XY),

— urządzenia wyjścia na lampę kineskopową pozwalającą przedstawić zawartość dowolnego rodzaju pamięci w postaci liter, cyfr lub symboli na ekranie monitora,

— drukarki wierszowej pracującej z szybkością 300, 600 lub 1350 wierszy/min,

Seria 1900 wyposażona jest dodatkowo w urządzenie do transmisji informacji pracujące z szybkością:

- linie telegraficzne — 10 znaków/s,
- linie telefoniczne — 100 znaków/s,
- bezpośredniego wyjścia z klawiatury maszyny do pisania — 10 znaków/s.

Do programowania stosować można autokody FORTRAN, ALGOL oraz EMA (Extended Mercury Autocode) lub PLAN (Programming Nineteen Hundred), COBOL oraz jego skróconą formę znaną pod nazwą Ict Rapidwrite.

7.2.2. Seria BGE 400. Maszyny tej serii produkowane są przez francusko-amerykańską firmę Bull — General Electric i należą do maszyn przeznaczonych zarówno do przetwarzania informacji jak też do obliczeń naukowo-technicznych.

Seria maszyn BGE 400 składa się z pięciu podstawowych modeli posiadających budowę modułową, co pozwala uzyskiwać małe, średnie i duże zestawy maszyn.

7.2.3. Seria IBM 360. Nowa seria elektronicznych maszyn cyfrowych IBM 360 oparta jest na ostatnich osiągnięciach z zakresu konstrukcji, organizacji i programowania, wprowadzenie zaś szeregu oryginalnych rozwiązań pozwoliło stworzyć maszynę zminiaturyzowaną lecz o bardzo dużej mocy obliczeniowej. Istotną zaletą Serii 360 jest zastosowanie technologii SLT (Solid Logic Technology), polegającą na stosowaniu zminiaturyzowanych podstawowych elementów elektronicznych maszyny, dzięki czemu osiągnięto bardziej ekonomiczne wykorzystanie powierzchni montażowej przy wielokrotnym przyspieszeniu operacji arytmetycznych.

Pojemność pamięci operacyjnej waha się w granicach od 8192 do 1 048 576 znaków alfanumerycznych przy możliwości dalszej rozbudowy.

Jako pamięć zewnętrzna mogą być stosowane następujące elementy.

1) Pamięć na bębnie magnetycznym dwóch typów o pojemności 830 000 byte'ów tj. 1 660 000 znaków alfanumerycznych, przeciętnym czasie dostępu 8,6 ms i szybkości zapisu (odczytu) 136 000 byte'ów/s lub o pojemności 4 090 000 byte'ów tj. 8 180 000 znaków

alfanumerycznych, przeciętnym czasie dostępu 8,6 ms i szybkości zapisu (odczytu) 1 200 000 byte'ów/s,

2) Pamięci na wymiennych dyskach magnetycznych (6 dysków w komplecie) o objętości 7 250 000 byte'ów tj. 14 500 000 znaków alfanumerycznych i przeciętnym czasie dostępu 75 ms,

3) Pamięci na stałych dyskach magnetycznych o pojemności od 112 000 000 do 224 000 000 miliona byte'ów tj. od 224 000 000 do 449 000 000 znaków alfanumerycznych i przeciętnej szybkości zapisu — (odczytu) 156 000 byte'ów/s,

4) Pamięci na kartach magnetycznych o pojemności około 400 000 000 byte'ów tj. około 800 000 000 znaków alfanumerycznych o czasie dostępu do bloku informacji wahającym się w granicach 175—600 ms,

5) Pamięci na taśmach magnetycznych (1/2") prędkość zapisu od 30 000 do 180 000 byte'ów/s tj. od 60 000 do 360 000 znaków alfanumerycznych przy gęstości zapisu od 315 do 630 byte'ów na jeden centymetr bieżący taśmy. W omawianych maszynach można stosować także jednostki pamięci na taśmach magnetycznych o wielkiej wydajności tzw. Hypertype Drive o prędkości zapisu (odczytu) wynoszącym 340 000 byte'ów tj. około 680 000 znaków alfanumerycznych na sekundę.

Do wprowadzenia informacji do omawianej serii maszyn służą następujące urządzenia:

1) Czytnik taśmy papierowej pracującej z szybkością 1000 znaków/s,

2) Czytnik — dziurkarka kart,

3) Czytnik — sorter dokumentów pracujący z szybkością 1600 dokumentów na minutę (kodzie E 13 B i CMC 7),

4) Urządzenie do transmisji informacji przy pomocy łącz telefonicznych i telegraficznych.

Do wyprowadzania informacji służą następujące urządzenia:

1) Dziurkarki kart pracujące z szybkością do 500 kart/min,

2) Drukarki wierszowe o szybkości do 1100 wierszy/min przy zapisie 120 znaków w wierszu,

3) Mogą być podłączone urządzenia umożliwiające bezpośredni kontakt ustny z maszyną, urządzenia do sporządzania wykresów graficznych, czy też urządzenia do ukazywania wyników wizualnych przy pomocy lampy katodowej.

Wszystkie maszyny serii 360 posiadają oprogramowanie w autokodzie FORTRAN i COBOL (model 360/30 posiada tylko oprogramowanie FORTRAN).

Pod koniec 1967 r. wypuszczony został na rynek model 91 z serii 360, który jest aktualnie najszybszą seryjnie produkowaną maszyną cyfrową na świecie (16 600 000 operacji na sekundę). Tak dużą szybkość osiągnięto dzięki zastosowaniu do budowy poszczególnych zespołów maszyny techniki molekularnej. Czas połączenia układów logicznych w maszynie wynosi około 1,8 nanosekundy (średni czas cyklu pracy 4—5 nanosekund). Pojemność pamięci głównej wynosi około 4 000 000 cyfr dziesiętnych. Do maszyny jednocześnie można wprowadzić 15 programów, z których 5 może być realizowanych natychmiast.

Powyższy model maszyny został zainstalowany w Ośrodku Lotów Kosmicznych NASA w Stanach Zjednoczonych i może opracowywać dziennie około 1000 zagadnień, każde po kilka milionów operacji.

ZASTOSOWANIE ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH

8.1 Zastosowanie maszyn cyfrowych w zarządzaniu przedsiębiorstwami przemysłowymi

8.1.1. Przygotowanie przedsiębiorstwa do automatycznego przetwarzania informacji. W przedsiębiorstwie przemysłowym automatyzację przetwarzania informacji rozpoczynamy nie od zakupu maszyny cyfrowej, lecz od prac przygotowawczych jak:

- stworzenie odpowiednich warunków organizacyjnych w zakresie zbierania i opracowywania informacji w przedsiębiorstwie oraz warunków technicznych i kadrowych dla przeprowadzenia prac projektowych,
- przeprowadzenie analizy stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa oraz kierunków zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej,
- opracowanie projektu technicznego z programami dla celów przetwarzania informacji.

Wymienione prace poprzedzające w przedsiębiorstwie instalację elektronicznej maszyny cyfrowej są problemami bardzo złożonymi i długotrwałymi.

Pracochłonność samego projektowania w dużym stopniu zależy od wielkości przedsiębiorstwa, rodzaju jego działalności i przede wszystkim od jego stanu organizacyjnego.

Koszt przygotowania przedsiębiorstwa do wdrażania systemu elektronicznego przetwarzania informacji według opinii zachodnich specjalistów równa się kosztom instalacji maszyny cyfrowej.

Efekty przetwarzania w dużym stopniu zależą od właściwego doboru projektantów systemów. Pracownicy ci powinni posiadać bardzo wysokie kwalifikacje zawodowe, znać dokładnie różne rodzaje technicznych środków obliczeniowych, jak też posiadać wrodzone zdolności organizatorskie oraz umiejętność krytycznego i obiektywnego spojrzenia na istniejącą organizację w przedsiębiorstwie.

Aktualnie istnieją dwa kierunki kształcenia projektantów. Pierwszy kierunek kształci projektantów spośród osób legitymujących się wyższym wykształceniem technicznym lub ekonomicznym oraz co najmniej 2—4 letnią praktykę w przedsiębiorstwie przygotowującym się do automatycznego przetwarzania informacji. Tego rodzaju specjaliści zdobywają wykształcenie z dziedziny elektronicznej techniki obliczeniowej i metod projektowania samego systemu przetwarzania na specjalnych kilkumiesięcznych kursach. Absolwent takiego kursu przy pewnych konsultacjach z zewnątrz może samodzielnie projektować w macierzystym przedsiębiorstwie. Zwolennicy tego kierunku twierdzą, że wiedza o danym przedsiębiorstwie jest o wiele trudniejsza do osiągnięcia niż szkolenie na studiach stacjonarnych czy podyplomowych.

Drugi kierunek opiera się na kształceniu projektantów systemów na uczelniach technicznych i ekonomicznych w normalnym trybie studiów. W celu rozpoczęcia normalnej pracy projektowej w przedsiębiorstwie wystarczy jedno lub dwuroczna praktyka. Zwolennicy tego kierunku uważają, że najważniejszą cechą projektanta musi być dokładna znajomość i wiedza o elektronicz-

nych maszynach cyfrowych, programowaniu, technice i technologii projektowania, którą trudno przekazać słuchaczom na kilkumiesięcznych kursach.

W związku z występującym brakiem projektantów systemów automatycznego przetwarzania informacji przedsiębiorstwa szukają różnych form prowadzenia prac projektowych w zależności od swoich możliwości.

Najczęściej są stosowane poniższe formy projektowania:

1. Przedsiębiorstwo zleca opracowanie projektu specjalistom z zewnątrz. Projekty przez nich opracowane są następnie wprowadzane w życie przez pracowników danego przedsiębiorstwa.

2. Prace projektowe prowadzone są przez przedsiębiorstwo we własnym zakresie, opierając się na umiejętnościach własnych pracowników,

3. W przedsiębiorstwie zostaje wydzielona grupa pracowników, którzy przy współudziale specjalistów z zewnątrz opracowują projekt automatycznego przetwarzania informacji. Ten sam zespół jednocześnie wciela projekt w życie.

Z przykładów zaobserwowanych przez autora wynika, że omówione w pierwszym punkcie projekty realizowane przy pomocy wysokowykwalifikowanych projektantów systemów z zewnątrz przedsiębiorstwa nie dają oczekiwanych wyników. Spowodowane jest to tym, że projektanci nie mogą dokładnie poznać działalności przedsiębiorstwa na podstawie ogólnych rozmów i nie odpowiadają za późniejsze funkcjonowanie systemu.

W drugim przypadku wszystkie prace wykonywane są przez pracowników przedsiębiorstwa. Tego rodzaju prowadzenie prac także nie daje spodziewanych rezultatów, ponieważ pracownicy wdrażający ten system nie znają możliwości wszystkich ośrodków elektronicznej techniki obliczeniowej. Długoletni staż w przedsiębiorstwie pozbawił także tych pracowników krytycznego spojrzenia na istniejącą organizację w przedsiębiorstwie, nie zauważają oni braków organizacyjnych, które mają później decydujący wpływ na opracowany system automatycznego przetwarzania informacji.

Najlepsze wyniki osiąga się przy połączeniu metody pierwszej i drugiej. Najważniejszą jej zaletą jest połączenie wysiłków pracowników znających przedsiębiorstwo z wysiłkami specjalistów

znających różne środki techniczne oraz różne problemy organizacyjne, które są związane z zastosowaniem w przedsiębiorstwach elektronicznej techniki obliczeniowej.

Po podjęciu decyzji przez kierownictwo przedsiębiorstwa o przystąpieniu do przetwarzania informacji przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych, należy powołać komórkę organizacyjną składającą się z projektantów systemów przetwarzania informacji oraz specjalistów wszystkich ważniejszych zainteresowanych komórek organizacyjnych przedsiębiorstwa. Od właściwego doboru ludzi w tej komórce zależy realizacja całego przedsięwzięcia.

Opracowanie nowej organizacji przetwarzania informacji w przedsiębiorstwie musi opierać się na szczegółowej analizie dotychczasowego systemu przetwarzania informacji, zwanego analizą istniejącego systemu i stanowiącego pierwszy etap prac projektowych.

Przy przeprowadzeniu analizy, należy zwrócić uwagę na następujące elementy odgrywające bardzo poważną rolę przy dalszych pracach projektowych:

- przeanalizowanie stosowanego systemu przetwarzania informacji pod kątem zastosowania go po ewentualnych zmianach do przetwarzania,
- dostosowanie symboliki w przedsiębiorstwie do systemu automatycznego przetwarzania informacji,
- zebranie wszelkich dokumentów biorących udział w przetwarzaniu, które są niezbędne do zaprojektowania systemu,
- analiza stosowanej dokumentacji oraz układu informacji w dokumentach, które mają brać udział w przetwarzaniu,
- analiza liczby przetwarzanych informacji w pewnych odstępach czasu,
- powiązanie zagadnień w procesie przetwarzania i źródeł informacji dla każdego etapu przetwarzania.

Należy zaznaczyć, że w przedsiębiorstwie obok wyżej wymienionych zagadnień, mogą występować zagadnienia typowe dla konkretnego przedsiębiorstwa, a wymagające dokładnej analizy.

W czasie przeprowadzania analizy należy pamiętać o celach jej opracowania, sprowadzających się do wytypowania zagadnień organizacyjnych, które mają ulec zmianie przed przystąpieniem

do projektowania systemu oraz określenia zakresu przetwarzania informacji i kolejności realizacji prac w zakresie automatyzacji przetwarzania.

Analiza stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa powinna być zakończona harmonogramem uwzględniającym szacunkową pracochłonność projektu, podział tematów na etapy oraz terminy zakończenia całości realizacji prac.

Po przeprowadzeniu analizy stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa, projektanci przystępują w oparciu o przeprowadzoną analizę do opracowywania zakresów i kierunków zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej.

W kierunkach zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej należy przedstawić ramowy, kompleksowy system przetwarzania informacji, wskazać miejsca powstania wydawnictw oraz komórek, w których wydawnictwa będą wykorzystane, rodzaje maszyn cyfrowych na których będzie realizowany system, rodzaj zastosowanych maszynowych nośników informacji itp. Niezbędne jest również określenie wielkości i obsady własnej komórki przetwarzania informacji.

Kierunki zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej, która wraz z analizą stanu organizacyjnego stanowi pierwszy etap prac projektowych, powinny być zakończone harmonogramem omawiającym zakończenie prac z podziałem na etapy odnoszące się do zakresów i terminów realizacji poszczególnych prac. Do każdego punktu harmonogramu należy dołączyć szacunkową pracochłonność realizacji prac i termin zakończenia całości z podziałem na określone etapy.

Kierunki i analiza powinny być przedyskutowane przez zainteresowane osoby w przedsiębiorstwie i zaopiniowane przez specjalistów z zewnątrz przedsiębiorstwa.

Drugi etap wprowadzenia automatyzacji w przedsiębiorstwie dotyczy opracowania projektu ogólnego, mogącego się odnosić do jednej agendy, jak też do kilku, związanych ze sobą w procesie przetwarzania. W projekcie ogólnym należy szczegółowo sformułować problem przetwarzania, zakres prac w tym problemie oraz określenie środków technicznych, które powinny być oddane do dyspozycji przedsiębiorstwa, aby przetwarzanie informacji było jak najefektowniejsze. Projekt ogólny powinien opierać

się na opracowanych kierunkach zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej oraz w pełni zabezpieczać przewidziany tam zakres prac, jak też środki potrzebne do wykonywania tych prac. W projekcie ogólnym jest możliwe zastosowanie pewnych zmian w stosunku do przewidzianych kierunków, o ile zaszyły uzasadnione ku temu potrzeby.

W projekcie ogólnym jest możliwe zastosowanie pewnych zmian

- zakres i przedmiot przetwarzania informacji,
- metody rozwiązywania zagadnień związanych z automatycznym przetwarzaniem informacji,
- niezbędne warunki do wprowadzenia automatyzacji,
- określenie maszyny cyfrowej oraz jej podstawowego wyposażenia,
- określenie maszynowych nośników informacji,
- ustalenie schematu ogólnego elektronicznego przetwarzania informacji,
- ustalenie wstępnego wykazu programów,
- ustalenie pracochłonności i kosztu przetwarzania,
- wstępne oszacowanie ilości prac do przetwarzania w przekroju poszczególnych urządzeń technicznych,
- wstępne określenie kosztu ruchu zautomatyzowanego systemu przetwarzania informacji,
- ramowy harmonogram prac przygotowawczych,
- określenie ekonomicznej efektywności różnych wariantów automatyzacji i przetwarzania informacji.

Trzecim i zarazem ostatnim etapem projektowania jest opracowanie projektu technicznego, opartego na projekcie ogólnym.

- Projekt techniczny powinien uwzględniać następujące elementy:
- założenia projektowe jednostek przetwarzania,
 - szczegółowe wzory przygotowania informacji, wyników, stałych zbiorów itp.,
 - plany operacyjne przetwarzania,
 - projekty symboli oraz instrukcji organizacyjnych,
 - dane próbne (modelowe).

Etapy programowania w projekcie technicznym powinny ujmować następujące zagadnienia:

- opracowanie schematów blokowych, programów oraz listy rozkazów,

- przygotowanie maszynowych nośników programów i danych próbnych,
- kolejne translacje programu źródłowego na program wynikowy aż do wykrycia i poprawienia wszystkich błędów formalnych,
- uzgodnienie programu poprawionego,
- sprawdzenie przetwarzania według kolejnych programów całej jednostki przetwarzania,
- wydawanie wyników,
- uzgodnienie instrukcji zapisu informacji oraz instrukcji organizacyjnych,
- przedstawienie wyników na podstawie danych rzeczywistych.

Projekt techniczny pozwala więc rozwiązać zagadnienie przygotowania przedsiębiorstwa do przetwarzania informacji oraz sprawdzić poprawność jego wykonania. Pozwala także na dokonanie odbioru opracowanego systemu bez szczegółowego analizowania poszczególnych odcinków projektu.

Tak więc przy projektowaniu systemów automatycznego przetwarzania informacji należy pamiętać o następujących zagadnieniach:

- Projektowany system automatycznego przetwarzania informacji musi być tak opracowany, by w pełni uwzględnił wszystkie potrzeby elektronicznej techniki obliczeniowej. Należy pamiętać o tym, że nawet najmniejsze zmiany w zaprojektowanym systemie są bardzo kosztowne.
- Projektowany system musi uwzględniać prowadzenie dalszych etapów prac bez potrzeby przeprojektowania całego systemu.
- Należy w przedsiębiorstwie opracować prawidłową symbolikę, gdyż błąd w jej opracowaniu, powoduje błędy w wynikach otrzymywanych z maszyny cyfrowej. Symbolika w przedsiębiorstwie przystępującym do automatyzacji powinna być opracowana w pierwszej kolejności.
- Po podjęciu decyzji o przygotowaniu przedsiębiorstwa do automatyzacji przetwarzania informacji, należy powołać zakładową komórkę do przetwarzania oraz szybko przeszkolenie tych pracowników, którzy w niewielkim zakresie zetknęli się z elektroniczną techniką obliczeniową.

8.1.2. Przykłady zastosowania maszyn cyfrowych w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego. Maszyny cyfrowe w przy-

gotowaniu produkcji są najczęściej stosowane do obliczeń konstrukcyjnych, do szybkiego sporządzania specyfikacji elementów i zespołów, wykazów materiałowych, zbiorów zestawień norm materiałowych, norm pracy w przekroju wyrobów, wydziałów itp. Maszyny cyfrowe przy pomocy odpowiedniego programu mogą być zastosowane również do np. przeprowadzania analizy konstrukcji nowych wyrobów pod względem ich technologiczności konstrukcji.

Przy pomocy maszyn cyfrowych najczęściej automatyzowane są następujące prace:

- zestawienie danych analityczno-sprawozdawczych dla analizy rezerw produkcyjnych,
- planowanie techniczne przygotowania produkcji nowych wyrobów,
- zestawienie rocznych, kwartalnych i miesięcznych planów produkcji zarówno dla całego przedsiębiorstwa, jak też i dla poszczególnych działów produkcyjnych,
- opracowywania planów zaopatrzenia materiałowo-technicznego wraz z zadaniami dla gospodarki magazynowej itp.

Przy opracowywaniu planów techniczno-ekonomicznych przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych, należy dokonywać jednocześnie obliczeń z zakresu optymalizacji programów produkcyjnych.

Przedstawione powyżej obliczenia dokonywane są przy pomocy pracochłonnych metod programowania liniowego i rachunku prawdopodobieństwa, które bez elektronicznej maszyny cyfrowej praktycznie są nie do rozwiązania.

Planowanie operatywne i ewidencja produkcji w przedsiębiorstwach budowy maszyn muszą uwzględniać następujące czynniki:

- wytyczne do planów rocznych i miesięcznych,
- zaawansowanie robót w poprzednich okresach,
- przebieg procesów technologicznych według poleceń operacyjnych lub instalacji technologicznych,
- optymalne obciążenie stanowisk roboczych,
- optymalny okres cyklu produkcyjnego poszczególnych wyrobów.

Należy zaznaczyć, że odpowiednio zaprogramowana elektroniczna maszyna cyfrowa może drukować na drukarce wierszowej zle-

czenia warsztatowe, które wraz z przewodnikami i kartami warsztatowymi stanowią wystarczający komplet dokumentacji planistycznej dla poszczególnych stanowisk roboczych.

Niezależnie od tego elektroniczna maszyna cyfrowa powinna jednocześnie wykonywać operatywną sprawozdawczość potrzebną do kierowania przedsiębiorstwem, przynajmniej w zakresie następujących informacji:

- ilość elementów zamówionych na poszczególne zlecenia,
- ilość wykonywanych elementów,
- ilość elementów pozostałych do wykonania,
- zapas produkcji w toku lub magazynach,
- stan zaawansowania robót według poszczególnych operacji w roboczo-godzinach,
- miejsca, gdzie w danym czasie znajdują się poszczególne elementy, podzespoły, zespoły itp.,
- elementy opóźnione w produkcji oraz przyczyny tych opóźnień.

Dla sprawnego operatywnego kierowania produkcją niezbędne jest dysponowanie tymi danymi, które można osiągnąć w przewidzianym terminie jedynie przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania informacji.

W gospodarce materiałowej przetwarzać przy pomocy maszyn cyfrowych można następujące informacje:

- normatywy zapasów materiałowych,
- ewidencja materiałów i dostawców,
- zapotrzebowanie materiałowe i techniczne,
- magazynowanie materiałów,
- bilanse materiałowe,
- rozdzielniki materiałowe,
- gospodarka zapasami materiałowymi,
- ewidencja wyrobów i odbiorców,
- normatywy zapasów wyrobów,
- kontrola zapasów.

Przetwarzanie informacji w zakresie gospodarki materiałowej jest jedną z najszerzej rozwiniętych dziedzin przetwarzania przy pomocy maszyn licząco-analitycznych. Zastosowanie maszyn cyfrowych pozwala jednak na wielokrotne skrócenie okresu przetwarzania, a tym samym wpływa na prawidłowe planowanie zu-

życia i zaopatrzenia oraz rozliczania materiałowego wraz z kontrolą odchyleń w stosunku do zużycia normatywnego.

Obliczenia i rozliczanie płac stanowi jedną z najstarszych i najbardziej tradycyjnych dziedzin przetwarzania informacji. Dziedzina ta oznacza się szczególnymi wymaganiami co do dokładności i terminowości wykonywania obliczeń. W związku z ogromną ilością dowodów i składników płacowych, dużą różnorodnością obowiązujących systemów płac oraz złożonym systemem obliczania podatków od wynagrodzeń, obliczanie płac w przemyśle maszynowym jest uciążliwym procesem i jak najbardziej celowe jest przetwarzanie ich na maszynach elektronicznych.

Rachunek kosztów i księgowość jest poza płacami jedną z najczęściej stosowanych dziedzin, w której wykorzystywane są różne środki mechanizacji. W zakresie tym można przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych opracowywać następujące zagadnienie:

- finansowanie środków obrotowych;
- finansowanie środków trwałych,
- operacje kasowe,
- operacje kredytowe,
- analiza efektywności finansowej,
- kontrola dyscypliny finansowej,
- redystrybucja środków finansowych,
- księgowość materiałowa,
- księgowość kosztów,
- księgowość finansowa,
- sprawozdawczość finansowa itp.

8.2. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do obliczeń naukowo-technicznych

Współczesna gospodarka przemysłowa i jej potrzeby rozwojowe prowadzą do pojawienia się coraz bardziej skomplikowanych zagadnień, które wymagają rozwiązań matematycznych zarówno teoretycznych jak i praktycznych.

Stykamy się często z zagadnieniami matematycznymi, które

nie dadzą się wyrazić w prostej postaci analitycznej. Najszybsze i najwygodniejsze rozwiązanie tego rodzaju zagadnień możemy osiągnąć poprzez wyznaczenie ciągu kolejnych przybliżeń o malejącym błędzie. Tego rodzaju czasochłonne obliczenia można szybko przeprowadzić na elektronicznych maszynach cyfrowych.

Użycie elektronicznych maszyn cyfrowych umożliwia w szeregu przypadkach podejmowanie decyzji opartej na naukowych przesłankach a nie w sposób intuicyjny. Przypisując wynikom i sposobom działań liczby, dąży się do wyznaczania decyzji optymalnych. Na tym tle pojawiły się m.in. badania operacyjne, programowanie liniowe i nieliniowe, teoria gier, metoda Monte Carlo [4] i inne, które można rozwiązywać przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych.

Ustawicznie zaostrzające się wymagania techniczno-ekonomiczne stawiane maszynom i urządzeniom zmuszają do eliminowania zbędnych rezerw i niepewności obliczeń. Wymagają one rozwoju bardziej efektywnych metod obliczeń, które mogą zabezpieczyć jedynie maszyny cyfrowe.

Pod koniec lat pięćdziesiątych, wykorzystując duże możliwości obliczeniowe maszyn cyfrowych, zostały opracowane w Stanach Zjednoczonych metody optymalnego planowania i kontroli skomplikowanych projektów i przedsięwzięć pod nazwą PERT (Programme Evaluation and Review Technique — technika oceny i kontroli programu), nazwane techniką drogi krytycznej.

W metodzie PERT można rozróżnić 6 etapów:

- podział całego procesu na czynności oraz sporządzenie wykresu tych czynności,
- określenie kolejności występujących po sobie czynności i sporządzenie graficznego wykresu tych czynności,
- określenie czasu trwania tych czynności oraz środków potrzebnych na wykonanie tych czynności,
- obliczanie terminów rozpoczęcia i zakończenia czynności oraz wyznaczenie drogi krytycznej i decydującego ciągu czynności,
- analiza wyników i modyfikacja założeń,
- wykorzystanie wyników przy sporządzaniu dokumentacji wykonawczej.

Podstawą metody drogi krytycznej jest sporządzenie wykresu

sieciowego przedstawiającego w formie graficznej kolejność oraz wzajemne powiązanie pomiędzy poszczególnymi zadaniami i czynnościami składającymi się na całość prac realizowanego przedsięwzięcia.

8.3. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych poza przedsiębiorstwami przemysłowymi

Oprócz szerokiego zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych w przedsiębiorstwach przemysłowych istnieje jeszcze szereg dziedzin nauki i techniki, w których stosowanie maszyn cyfrowych staje się nieodzowne.

Wyszukiwanie informacji z określonego zbioru zapisanego na taśmie magnetycznej jest jednym z najnowszych kierunków wykorzystania maszyn cyfrowych do celów zarządzania. Znalezienie potrzebnej informacji w zbiorze liczącym kilka milionów informacji, w szczególności przy poszukiwaniu elementów odpowiadających kilku różnym kryteriom, przy stosowaniu metod konwencjonalnych byłoby praktycznie niewykonalne. Maszyna cyfrowa potrzebuje na wyszukanie odpowiedniej informacji jedynie kilku sekund.

Problemy symulacyjne rozwiązywane na maszynach cyfrowych można stosować w ekonomii o ile zawierają element czasu. Symulacja zagadnień ekonomicznych może dotyczyć przykładowo sytuacji rynkowej danej dziedziny wyrobów. Ułatwia to znakomicie podejmowanie ewentualnych decyzji.

Zastosowanie maszyn cyfrowych do diagnostyki chorób. Medycyna dysponuje już tak olbrzymią ilością informacji o organizmie człowieka, że żaden lekarz nie jest ich w stanie zapamiętać, a tym bardziej zrealizować. W związku z tym stanem zastosowanie maszyn cyfrowych pozwala w diagnostyce lekarskiej na korzystanie z ogólnego dorobku, a tym samym eliminowanie pomylek w praktyce lekarskiej, powstających nie z powodu ograniczonej wiedzy lekarza, lecz przede wszystkim z małej ilości czasu jaką ma przeznaczoną do namysłu.

9. Perspektywy rozwoju elektronicznych maszyn cyfrowych

Aktualnie pracuje na świecie kilkadziesiąt tysięcy maszyn cyfrowych, lecz stan ten można uważać jeszcze daleki od nasycenia. Przewiduje się, że w najbliższym dziesięcioleciu ilość zainstalowanych maszyn wzrośnie wielokrotnie, tak że korzystanie z nich stanie się powszechne. Aby osiągnąć tak szybki rozwój maszyn cyfrowych należy rozwiązać wiele problemów konstrukcyjnych oraz stworzyć odpowiednią sieć teletransmisji.

W technologii elektronicznych maszyn cyfrowych dominują obecnie układy tranzystorowe oraz pamięć ferrytowa. Wydaje się jednak, że sytuacja ta będzie zachowana jedynie przez kilka najbliższych lat.

Prowadzone intensywne badania na całym świecie nad udoskonaleniem maszyn cyfrowych zmierzają w następujących kierunkach:

- zwiększenia szybkości liczenia,
- zwiększenia pojemności pamięci oraz zwiększenia szybkości dostępu do pamięci,
- mikrominiaturyzacja,
- wieloprogramowość,
- niezawodności pracy,
- zwiększenia szybkości pracy urządzeń wejściowych i wyjściowych,
- doskonalenia logicznej struktury maszyn,
- doskonalenia charakterystyk technicznych elementów oraz zespołów funkcjonalnych.

W celu zwiększenia szybkości pracy maszyn liczących prowadzone są prace w następujących kierunkach:

1) Stosowanie szybkich i o dużej objętości pamięci budowanych w oparciu, o elementy na warstwach cienkich z różnych materiałów (ferromagnetyki, półprzewodniki, izolatory itp.);

2) Wykorzystanie zjawiska nadprzewodnictwa w temperaturach bliskich absolutnemu zeru przy użyciu elementów kriotronowych. Elementy te są proste w konstrukcji, mają małe rozmiary i mały poziom zakłóceń, zaś procesy chemiczne i dyfuzyjne w bardzo niskich temperaturach przebiegają bardzo powoli, co zwiększa niezawodność pracy tych urządzeń. Kriotrony mogą być stosowa-

ne zarówno jako elementy logiczne jak też i pamięciowe, co jest ich największą zaletą;

3) Wykorzystanie elementów z zakresu bardzo wielkich częstotliwości (falowodorów, lamp o fali bieżącej, parametronów itp.) do budowy szybkich elementów z amplitudowym, falowym lub częstotliwościowym przedstawianiem informacji;

4) budowy układów techniki cyfrowej wykorzystującej zjawiska i efekty kwantowo-mechaniczne w ciałach stałych i gazowych, zjawiska wymuszonego promieniowania (generacji drgań) w zakresie radiowym i optycznym, zjawiska odbarwiania ośrodków barwnych kryształów pod wpływem zjawiska zewnętrznego promieniowania elektromagnetycznego, zjawiska spin-echa oraz procesów w rozrzedzonych gazach;

5) stosowanie zjawiska optyki (polaryzacji światła), zjawiska podwójnego załamania (efekty Kerra i Faradaya) do budowy elementów pamięciowych optycznych i elektrooptycznych.

Nie wszystkie powyższe zagadnienia zostały technicznie rozwiązane do końca. Niektóre metody zwiększenia szybkości pracy jak do tej pory zostały sformułowane w sposób teoretyczny, niektóre zaś zostały opracowane w laboratoriach i uzyskane wyniki rokują nadzieję, że mogą być podstawą do konstrukcji szybkich elementów elektronicznych maszyn cyfrowych.

W związku z tym, że do budowy elektronicznych maszyn cyfrowych potrzeba wiele tysięcy elementów, wysiłki konstruktorów idą także w kierunku miniaturyzacji elementów maszyn cyfrowych. Możemy rozróżnić trzy podstawowe kierunki w tym zakresie:

1) Miniaturyzacja polegająca na zmniejszeniu podstawowych urządzeń takich jak diody, tranzystory, kondensatory, opory itp. i instalowanie ich na obwodach drukowanych. Średnia gęstość montażu wynosi około 10—100 elementów na cm^2 ;

2) Mikrominiaturyzacja polegająca na połączeniu funkcji takich elementów jak tranzystory, diody, opory i kondensatory w jeden kompleksowy element zwany mikromodułem. Tworzy się go przez nanoszenie na wspólną podstawę różnymi sposobami niektórych substancji o właściwościach magnetycznych. Przy zastosowaniu mikrominiaturyzacji można osiągnąć gęstość rzędu przekraczającego 1000 elementów na cm^2 . Dzięki zagęszczeniu elemen-

tów osiągnięto zmniejszenie objętości pamięci oraz zwiększenie szybkości pracy maszyn do rzędu nanosekund;

3) Mikrominiaturyzacja molekularna (elektronika molekularna) polegająca na zastosowaniu obwodów molekularnych wykazanych z półprzewodników takich jak krzem lub german, które drogą odpowiedniej modyfikacji fizyko-chemicznej są przystosowywane do równoczesnego pełnienia szeregu funkcji elektronicznych. Stosuje się w tym zakresie różne techniki, jak napyłanie, galwanizacja, zmiana struktury kryształów itp. Przy mikrominiaturyzacji molekularnej średnia ilość podzespołów w cm^3 idzie w dziesiątki tysięcy.

Rozwój elektronicznych maszyn cyfrowych zmierza nie tylko w kierunku doskonalenia ich techniki ale także w kierunku skrócenia okresu wprowadzenia maszyn do produkcji. Szybki rozwój nauki i techniki prowadzi do tego, że po rozpoczęciu produkcji seryjnej maszyny cyfrowe stają się już właściwie przestarzałe.

Miniaturyzacja i zwiększenie szybkości pamięci nie stanowią także najważniejszych problemów technicznych warunkujących dalszy rozwój maszyn cyfrowych. Urządzenia wejścia-wyjścia stanowią znacznie ważniejszy problem ze względu na ich niedokładność oraz powolność pracy. Dlatego właśnie trwają prace nad opracowaniem urządzeń do optycznego odczytywania znaków.

Niezmiernie istotny i ważny problem stanowi programowanie maszyny. Ocenia się, że na programowanie przeznaczają się około połowy kosztów budowy całej maszyny. Języki proceduralne tego typu co ALGOL lub COBOL dochodzą do pewnej stabilizacji w zakresie swego rozwoju. Dlatego należy przypuszczać, że rozwój programowania pójdzie zapewne w kierunku języków problemowych (wyspecjalizowanych), które stają się koniecznością, o ile zastosowanie maszyn cyfrowych ma objąć bardzo szeroki zakres użytkowników. Wydaje się, że w przyszłości zagadnienia oprogramowania będą zdecydowanie dominować przy opracowaniu nowych maszyn i związanych z tym systemów.

W niedalekiej przyszłości należy przypuszczać, że będą głównie instalowane elektroniczne maszyny cyfrowe bardzo duże, obsługujące użytkowników przy pomocy specjalnych łącz telekomunikacyjnych. Połączone przy pomocy łącz transmisji informacji

z wieloma użytkownikami, maszyny cyfrowe będą mogły dokonywać szybko i sprawnie ogromną ilość obliczeń przyczyniając się w ten sposób do zintegrowania w jedną całość działającego przedtem w izolacji liczne organizacje gospodarcze i administracyjne. Można powiedzieć, że ośrodki obliczeniowe będą przekształcać się stopniowo w ośrodki przetwarzania masowych informacji w życiu i działalności społecznej, a w ślad za tym w ośrodki centralnej dyspozycji i zarządzania.

LITERATURA

1. *Amber G. H.*: Anatomy of Automation, Prentice — Hall Inc. New York 1962.
2. *Berkeley E. C.*: Rewolucja maszyn matematycznych. PWN. Warszawa 1969.
3. *Bielostocki A. A.*: Zastosowanie maszyn matematycznych do kompleksowej automatyzacji procesów produkcyjnych. WNT. Warszawa 1967.
4. *Bąbiński Cz.*: Inżynieria projektowania przemysłowego t. I i II. Warszawa 1965. WNT.
5. *Bańkowski I., Fiałkowski K.*: Fortron IV. Maszyny matematyczne. 1968 z. 9—12.
6. COBOL Programming Language ICT Series. London 1966. ICT No 1588TL.
7. *Doroszewicz M.*: Mechanizacja i automatyzacja zarządzania. Warszawa 1965. PWE.
8. *Empacher A. B.*: Maszyny liczą same. Warszawa 1960. Wiedza Pow-szechna i Sztandar Młodych.
9. *Fiałkowski K.*: Autokody i programowanie maszyn cyfrowych. Warszawa 1958. WNT.
10. *Gackowski Z.*: Encyklopedyczne wiadomości o urządzeniach i zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej. Warszawa 1967. SIMP.
11. *Gościński J.*: Elementy cybernetyki w zarządzaniu. Warszawa 1968. PWN.
12. *Golden I. T.*: Fortran IV. Prentice — Hall, Inc. 1965.
13. *Greniewski M.*: Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych. Warszawa 1967. PWN.
14. *Greniewski H.*: Cybernetyka. Materiały CODKK wyd. CODKK 1962.
15. *Hellwig Z.*: O maszynach cyfrowych. Warszawa 1968. PWE.
16. *Klepacz W.*: Zastosowanie maszyn matematycznych w automatyzacji zarządzania. Warszawa 1965. WNT.
17. *Leveson J. H.*: Electronic Business Machines. London 1966. Heywood & Co Ltd.
18. *Łukasiewicz L., Mazarkiewicz A.*: Systemy Automatycznego Kodowania. Wrocław 1961. Wyd. PAN.
19. *Marcińczak R.*: Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do zarządzania przedsiębiorstwami przemysłowymi. Warszawa 1968 WPL.

20. *Marcińczak R.*: Konstrukcja i zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych produkcji krajowej. Warszawa 1969 WPL.
21. *Sowiński A.*: Elektroniczne maszyny liczące. Warszawa 1965. WKŁ.
22. *Paszkowski S.*: Algol 60. Warszawa 1965. PWN.
23. *Walczak T.*: Maszyny liczące. Mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych. Warszawa 1968. PWE.
24. *Wienikow G. W.*: Ultraszybkie maszyny matematyczne. Warszawa 1968. WNT.

DO CZYTELNIKÓW

Doświadczenie z przebiegu konkursu „Czytelnicy mówią o książce technicznej” uzasadnia celowość rozszerzenia tej bezpośredniej formy współpracy Czytelnika z wydawcą. Sprzyja ona nawiązywaniu i umacnianiu więzi wydawcy ze środowiskiem czytelniczym, orientuje w potrzebach, zwraca uwagę na błędy i niedociągnięcia, a ponadto stwarza możliwość wylaniania z rzeszy czytelniczej kandydatów na opłodawców i autorów książek w zakresie tematyki związanej z ich specjalnością i działalnością podstawową.

Zachęcamy więc do udziału w konkursie każdego Czytelnika, w szczególności prosimy o nadesłanie uwag, jakie nasunęły się przy zaznajamianiu się z niniejszą książką.

Wypowiedzi prosimy kierować pod naszym adresem — w miarę możliwości w terminie półrocznym po ukazaniu się książki. Wypowiedzi nadesłane z jakichkolwiek powodów po tym terminie będą również wykorzystane i objęte konkursem.

Po informacje szczegółowe prosimy zwracać się do nas: Regulamin konkursu można otrzymać w każdej Księgarni „Dom Książki”, posiadającej dział książki technicznej.

**KOMISJA UPOWSZECHNIANIA
KSIĄŻKI I PRASY TECHNICZNEJ
WARSZAWA, UL. MAZOWIECKA 2/4
TEL. 26-82-93**

Armin Sudorej 26, 393-79 8-18.

BIBLIOTEKA ORGANIZATORA PRODUKCJI

obejmuje dotychczas następujące tytuły:

- L. Kazalski:* Techniczne normowanie pracy
- F. Haratym:* Techniczne przygotowanie produkcji
- B. Obirek:* Maszyny licząco-analityczne. Organizacja zmechanizowanego obrachunku
- T. Hanusz:* Organizacja przedmiotowego gniazda produkcyjnego
- M. Gula:* Gospodarka materiałowa
- Z. Zapolski:* Koszty własne produkcji
- J. Bursche:* Planowanie wewnątrzzakładowe i ewidencja produkcji
- Z. Siuzdak i J. Wiśniewski:* Obróbka grupowa
- J. Włoczewski:* Organizacja wydziału mechanicznego
- J. Wasiak:* Organizacja stanowisk roboczych
- S. Sudol:* Dokumentacja produkcyjna
- F. Perzyna:* Automatyczna rejestracja pracy maszyn
- W. Stolarek:* Organizacja cyklu produkcyjnego wyrobu
- F. Haratym:* Organizacja wydziału montażowego
- A. Wiśniewski:* Organizacja kontroli technicznej w przemyśle maszynowym
- J. Tuszyński:* Automatyzacja produkcji
- Z. Jodelko:* Ocena ekonomiczna mechanizacji i automatyzacji w przemyśle maszynowym
- Z. Heidrich:* Zasady organizacji i kierownictwa
- J. Bursche:* Metody usprawnienia organizacji przedsiębiorstw
- W. Stolarek:* Podstawy organizacji produkcji
- B. Obirek:* Środki organizacyjno-techniczne w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego
- F. Perzyna:* Gospodarka remontowa
- J. Wasiak:* Gospodarka narzędziowa
- L. Kazalski:* Planowanie i ocena wydajności w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego
- Z. Zapolski:* Wewnątrzzakładowy rozrachunek gospodarczy
- A. Stolarek:* Organizacja wydziałów obróbki powierzchniowej i cieplnej
- A. Pelowski:* Organizacja oddziału obróbki drewna
- J. Indraszkiewicz:* Psychologia i socjologia w przedsiębiorstwie przemysłowym
- R. Krzykawa:* Organizacja oddziałów tworzyw sztucznych
- J. Piekutowski:* Organizacja odlewni
- S. Kasprzyk:* Ocena i kształtowanie jakości wyrobów.

Jan 9/94

Cena z 10.

do 65 Bremen

Hus

[Large, illegible cursive scribbles]