INFORMATYKA w krajach RWPG

NT

Autorzy:

A. T. BIELEWCEW
JERZY DAŃDA i IRENA MALERCZYK-DAŃDA
TIBOR PONGRÁCZ
JAROSLAV VLČEK

INFORMATYKA w krajach RWPG

Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977
Издательство «Энергия», Москва
Műszaki Könyvkiadó, Budapest
Nakladatelství technické literatury, Praha

488192
II
M2g
E3a4

Tłumaczyli
część pierwszą (z rosyjskiego) — mgr inż. IZABELLA CHMIELEWSKA i mgr inż. SWIETŁANA JĘDRZEJEWSKA
część trzecią (z węgierskiego) — mgr MAREK CICHY
część czwartą (z czeskiego) — dr inż. ANDRZEJ STOKALSKI

Redaktorzy naukowi
mgr inż. Barbara Osuchowska
dr inż. Andrzej Stokalski (część druga)

Okładkę i strony tytułowe projektowała
art. grafik *Zofia Szymkiewicz*

Redaktor techniczny *Bogumił Marczak*

Dane o oryginałach obcojęzycznych

Część pierwsza:

А. Т. Белевцев — *Вычислительная техника в СССР (применение)* (Издательство „Энергия", Москва 1977), w druku

Część trzecia:

Tibor Pongrácz — *Számítástechnika öt országban* (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1976)

Część czwarta:

Doc. Ing. Dr Jaroslav Vlček, CSc. — *Vypočetni technika v zemich RVHP. Československá Socialistická Republika* (Nakladatelství technické literatury, Praha 1975)

681

Książka jest poświęcona zagadnieniom elektronicznej techniki obliczeniowej i jej zastosowań w krajach socjalistycznych.
W części pierwszej opisano doświadczenia uzyskane w Związku Radzieckim przy tworzeniu zautomatyzowanych systemów sterowania procesami technologicznymi, zarządzania przedsiębiorstwami i zjednoczeniami, branżami, a także zautomatyzowanych systemów zarządzania w sferze nieprzemysłowej.
W następnych częściach książki opisano początki, rozwój i stan obecny informatyki w Polsce, na Węgrzech i w Czechosłowacji, ze szczególnym uwzględnieniem Jednolitego Systemu Elektronicznych Maszyn Cyfrowych. Podano także m.in. przykłady zastosowań systemów liczących i omówiono perspektywy rozwoju informatyki w poszczególnych krajach.
Książka powstała w wyniku współpracy zarówno Autorów, jak i Wydawców krajów socjalistycznych. Ukazuje się równolegle — w różnych wersjach językowych — w Związku Radzieckim, na Węgrzech i w Czechosłowacji.
Jest przeznaczona dla osób interesujących się zagadnieniami elektronicznej techniki obliczeniowej i jej zastosowań oraz osiągnięciami współpracy międzynarodowej krajów socjalistycznych na tym polu.

E0-77/7167
21.4 60,-

Copyright © 1977 by Wydawnictwa Naukowo-Techniczne

Warszawa

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Printed in Poland

Śląska akademia

Spis treści

Przedmowa 9

Część pierwsza
Technika obliczeniowa w Związku Radzieckim (zastosowanie) — A. T. Bielewcew 13

Wstęp 13
1. Zastosowania techniki obliczeniowej w gospodarce 16

1.1. Etapy rozwoju prac nad wdrażaniem elektronicznej techniki obliczeniowej i metod matematyczno-ekonomicznych do zarządzania 16
1.2. Organizacja prac nad tworzeniem zautomatyzowanych systemów zarządzania . . 18
1.3. Rodzaje i podstawowe charakterystyki zautomatyzowanych systemów zarządzania 20

2. Zautomatyzowane systemy sterowania procesami technologicznymi 25

2.1. Szczeble automatyzacji 25
2.2. Założenia podstawowe 26
2.3. Ogólna organizacja prac 28
2.4. Organizacja prac projektowych 29
2.5. Organizacja prac montażowo-nastawczych 31
2.6. Organizacja prac związanych z rozruchem 33
2.7. Przykłady systemów w różnych gałęziach gospodarki 33

3. Zautomatyzowane systemy zarządzania przedsiębiorstwami i zjednoczeniami . . 47

3.1. Założenia podstawowe 47
3.2. Zasady tworzenia systemów na podstawie rozwiązań typowych 48
3.3. Określenie poziomu naukowo-technicznego systemu 53
3.4. Ocena efektywności ekonomicznej 55
3.5. Przykłady systemów w różnych gałęziach gospodarki narodowej 58

4. Branżowe zautomatyzowane systemy zarządzania 66

4.1. Założenia podstawowe 66
4.2. Typowe zadanie techniczne 69
4.3. Materiały metodyczne 71
4.4. Ocena efektywności ekonomicznej 73
4.5. „ASU-Pribor" — typowy system branżowy 75

5. Zautomatyzowane systemy zarządzania w sferze nieprzemysłowej 81

5.1. Założenia ogólne 81
5.2. Zautomatyzowany system zarządzania w budownictwie 82
5.3. Zautomatyzowane systemy zarządzania w transporcie 85
5.4. Zautomatyzowane systemy zarządzania w rolnictwie 88
5.5. Zautomatyzowane systemy zarządzania w handlu 91

6. Główne tendencje i perspektywy stosowania techniki obliczeniowej w Związku Radzieckim 95

Część druga

Informatyka w Polsce — Jerzy Dańda, Irena Malerczyk-Dańda 97

1. Sprzęt informatyczny 97

1.1. Wprowadzenie 97
1.2. Sprzęt informatyczny Jednolitego Systemu EMC 98
1.3. Urządzenia zewnętrzne Jednolitego Systemu EMC 100
1.4. Rodzina maszyn cyfrowych serii Odra 1300 103
1.5. Urządzenia zewnętrzne serii Odra 1300 107
1.6. Minikomputery i zestawy minikomputerowe 107
1.7. Urządzenia zewnętrzne minikomputerów 116

2. Oprogramowanie 120

2.1. Wprowadzenie 120
2.2. Prace w dziedzinie oprogramowania w okresach pionierskim (1948—1962) i przejściowym (1963—1970) 122
2.3. Prace w dziedzinie oprogramowania w okresie „przemysłowym" polskiej informatyki (1971—1975) 130

3. Systemy informatyczne 135

3.1. Wprowadzenie 135
3.2. Informatyka w przemyśle węglowym 135
3.3. Systemy informatyczne w budownictwie węglowym 139
3.4. Informatyka w przemyśle okrętowym 142
3.5. Informatyka dla potrzeb rolnictwa i inwestycji wodno-melioracyjnych 143
3.6. Cyfronet — abonencki system obliczeniowy dla placówek naukowych 144
3.7. Zastosowanie informatyki w statystyce państwowej 145
3.8. Informatyka a gospodarka komunalna 146
3.9. Maszyny cyfrowe w Bibliotece Narodowej — system Arka 148

4. Przeszłość i przyszłość informatyki w Polsce 150

4.1. Zarys rozwoju sprzętu 150
4.2. Oprogramowanie dla użytkowników 156
4.3. Długoterminowe programy rozwoju 157

Literatura 160

Część trzecia

Informatyka na Węgrzech — Tibor Pongrácz 163

Wstęp 163

1. Rozwój informatyki na Węgrzech 167
1.1. Wprowadzenie 167
1.2. Początki rozwoju 167
1.3. Centralny Program Rozwoju Techniki Obliczeniowej 171
1.4. Zadania na najbliższe lata 175

2. Maszyny cyfrowe na Węgrzech 183

2.1. Sprzęt 183

2.2. Oprogramowanie 187
2.3. Kierunki badań rozwojowych 191

3. Problemy nauczania informatyki na Węgrzech 194

4. Zastosowania informatyki 200

4.1. Wprowadzenie 200
4.2. Zastosowania związane z przetwarzaniem danych 203
4.3. Zastosowania w dziedzinie matematyki o profilu ekonomicznym 210
4.4. Automatyzacja prac inżynierskich 220
4.5. Automatyczne sterowanie procesami 222

5. Zadania instytucji odpowiedzialnych za rozwój techniki obliczeniowej 223

5.1. Wprowadzenie 223
5.2. Warunki organizacyjne komputeryzacji na Węgrzech 223

6. Perspektywy rozwoju techniki obliczeniowej w najbliższych latach 228

Literatura 231

Część czwarta
Informatyka w Czechosłowacji — Jaroslav Vlček 235

Wstęp 235

1. Maszyny matematyczne 238

1.1. Rozwój maszyn cyfrowych w Czechosłowacji 238
1.2. Inne urządzenia techniki obliczeniowej 250
1.3. Maszyny matematyczne trzeciej generacji 257

2. Zastosowania maszyn cyfrowych w systemach 274

2.1. Charakterystyka tradycyjnych zastosowań 274
2.2. Wdrażanie elektronicznej techniki obliczeniowej trzeciej generacji 289
2.3. Perspektywy rozwoju systemowych zastosowań maszyn cyfrowych 297
Literatura 307
Skorowidz 309

Jaroslav Vlček

Część czwarta Informatyka w Czechosłowacji

Wstęp

Początkowy okres rozwoju informatyki w Czechosłowacji zasługuje na szczególną uwagę — charakteryzują go zarówno interesujące osiągnięcia, jak i ważkie problemy.

Dzięki uzyskanym wynikom i na przekór przeszkodom, czechosłowacka informatyka nie powinna w przyszłości pozostawać w tyle ani na polu konstrukcyjnym, ani w dziedzinie nowych zastosowań.

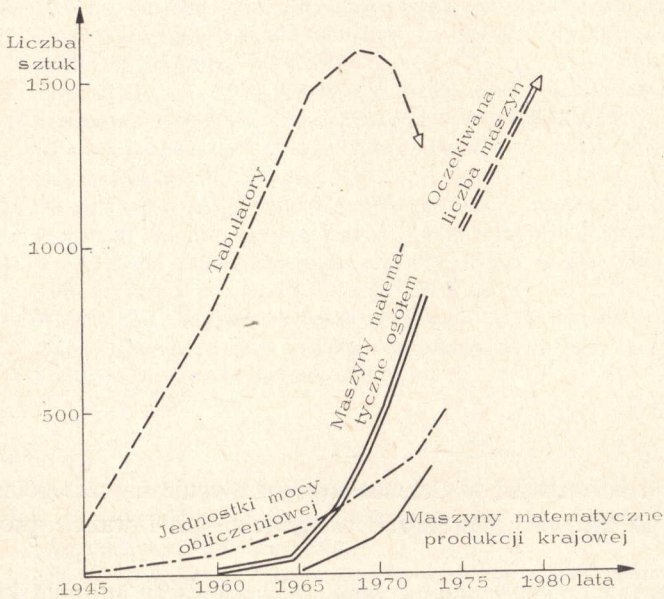
Przedstawione na rysunku tendencje rozwoju wykazują cechy trwałości. Wymagają jednak stałej uwagi i odpowiedniego zaangażowania. Elektroniczna technika obliczeniowa, aczkolwiek jeszcze bardzo młoda, jest już na tyle dojrzała, żeby poważnie liczyć się z nią jako z czynnikiem rozwoju.

Mimo bogactwa literatury dotyczącej maszyn matematycznych, o stanie elektronicznej techniki obliczeniowej w Czechosłowacji wiadomo dotychczas niewiele. Utrudnia to jeszcze i tak niełatwe zadanie, jakim jest próba podsumowania najważniejszych zjawisk w dotychczasowym rozwoju czechosłowackiej informatyki. Jej historia jest jednocześnie zbyt krótka, a zjawiska zbyt dynamiczne, żeby można się było pokusić o daleko idące uogólnienia.

Z tego też powodu zrezygnowano z prób dokonania pełnego przeglądu stanu elektronicznej techniki obliczeniowej, ograniczając się do przedstawienia tej problematyki z punktu widzenia jednej tylko instytucji. Jest nią Instytut Maszyn Matematycznych (Výzkumný Ústav Matematických Strojů, w skrócie VÚMS), w którym koncentrują się badania dotyczące produkcji sprzętu informatycznego i jego zastosowań.

Zależności zachodzące między rzeczywistością a poglądami na temat tendencji rozwojowych i ich perspektyw ujęto w aspekcie systemowym; wszystkie omawiane urządzenia są traktowane z punktu widzenia ich miejsca i roli w systemach.

Zakres problematyki wymaga dalszego jej ograniczenia. Szczególną uwagę poświęcono oryginalnym rodzimym rozwiązaniom, a w zakresie techniki trzeciej genera-



Rys. A. Urządzenia techniki obliczeniowej zainstalowane w Czechosłowacji

cji — urządzeniom Jednolitego Systemu EMC. Stąd też sprzęt produkowany na licencji oraz importowany potraktowano marginesowo. W centrum zainteresowania znalazły się przede wszystkim maszyny cyfrowe przeznaczone dla systemów zarządzania. Ze względu na złożoność i bogactwo tej problematyki jej szersze potraktowanie było niemożliwe.

W pracy skorzystano z danych statystycznych Czechosłowackiego Federalnego Urzędu Statystycznego, a także z prognoz opracowanych w Instytucie Maszyn Matematycznych oraz w przedsiębiorstwie handlowo-usługowym Kancelářské Stroje. Jakkolwiek dane statystyczne szybko tracą aktualność, to jednak dobrze odzwierciedlają tendencje rozwojowe i pozwalają na uogólnienia.

Niezbędny materiał fotograficzny uzyskano dzięki pomocy Instytutu Maszyn Matematycznych, Dyrekcji zakładów Závody Přístrojů a Automatizace i Artima w Pradze, Centralnego Ośrodka Techniki Obliczeniowej Zakładów Tesla oraz dra inż. V. Chlouby.

Celem niniejszego opracowania jest przede wszystkim przedstawienie osiągnięć elektronicznej techniki obliczeniowej w Czechosłowacji. Nie oznacza to jednak, że

w tej ważnej dziedzinie wszystko rozwijało się bez trudności i zgodnie z obiektywnie istniejącymi potrzebami.

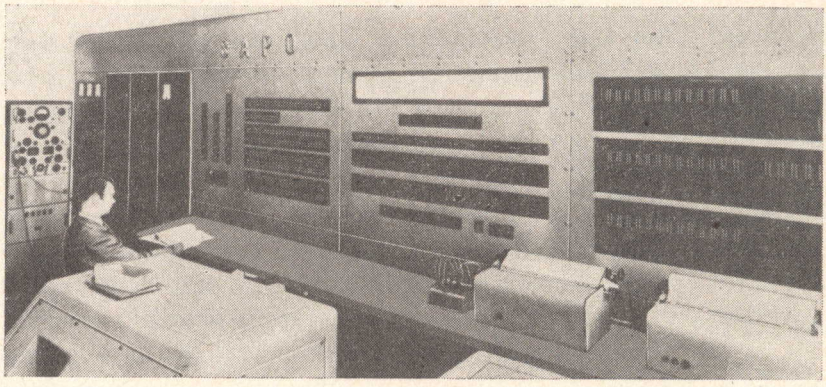
Jeżeli lektura dalszych rozdziałów przyczyni się do zrozumienia znaczenia rozwoju elektronicznych maszyn cyfrowych oraz związanych z tym problemów, a ponadto uświadomi Czytelnikom, że w tej ważnej dziedzinie Czechosłowacja ma również liczące się osiągnięcia, będzie to oznaczało, że opracowanie spełniło swoje zadanie.

1. Maszyny matematyczne

1.1. Rozwój maszyn cyfrowych w Czechosłowacji

Pierwsza maszyna cyfrowa — Sapo

Czechosłowacja od początku aktywnie uczestniczyła w rozwoju cyfrowej techniki obliczeniowej. Fakt, że właśnie w Czechosłowacji zbudowano *pierwszą w obozie państw socjalistycznych i jedną z pierwszych w Europie automatycznych maszyn cyfrowych*, jest zarówno mało znany, jak i nie należycie doceniany.
Przyczyną takiego stanu rzeczy jest, być może, zakorzeniona tradycja ery elektromechanicznych maszyn analitycznych albo po prostu niewłaściwa ocena roli, jaką

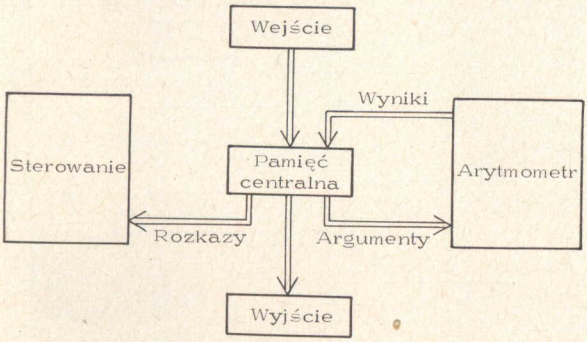


Rys. 1.1. Pierwsza czechosłowacka maszyna cyfrowa — Sapo

mają w nowoczesnym społeczeństwie do spełnienia automatyczne maszyny cyfrowe.
Projekt pierwszej czechosłowackiej maszyny cyfrowej, nazwanej *Sapo* (Samočinný počítač), opracowano w 1947 r. (rys. 1.1) i przedłożono w Instytucie Matematycz-

nym Czechosłowackiej Akademii Nauk. Projekt ten powstał w Laboratorium Maszyn Matematycznych, które na początku lat pięćdziesiątych było oddziałem Instytutu Matematycznego. W 1955 roku laboratorium zostało przemianowane na Instytut Maszyn Matematycznych Czechosłowackiej Akademii Nauk, a w 1958 r. — na samodzielny instytut resortowy o tej samej nazwie.

Projekt techniczny maszyny Sapo opracowano w 1950 r. Zastosowano w niej wiele oryginalnych rozwiązań. Była to maszyna przekaźnikowa, wyposażona w magnetyczną pamięć bębnową o pojemności 1024 słów 32-bitowych. Pracowała w dwójkowym systemie liczenia ze zmiennym przecinkiem. Do wprowadzania programów i danych użyto kart dziurkowanych, z możliwością stosowania kodów dwójkowych lub dziesiętnych. Maszyna składała się z 7 tys. przekaźników i 400 lamp elektronowych. Jej schemat blokowy przedstawiono na rys. 1.2.

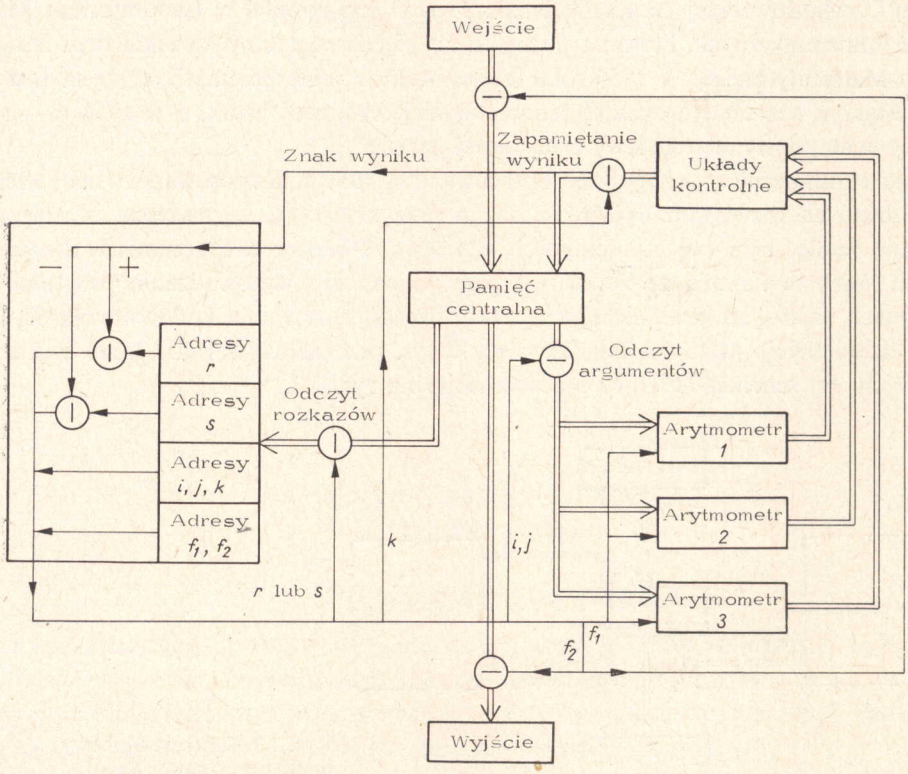


Rys. 1.2. Schemat blokowy maszyny cyfrowej Sapo

W maszynie Sapo można wyróżnić trzy podstawowe zespoły:
— pamięć centralną;
— arytmometr;
— sterowanie.

Maszyna wykonywała średnio 10 tys. operacji/h, tzn. 3 operacje/s, przy maksymalnej szybkości dochodzącej do 10 operacji/s. Zastosowano rozkazy pięcioadresowe (rys. 1.3). Każdy rozkaz składał się z adresów dwóch argumentów i, j, kodów operacji f_1 i f_2, adresu wyniku k oraz adresów dwóch alternatywnych rozkazów r i s, z których jeden wykonywano jako następny. O wyborze następnego rozkazu decydował znak wyniku rozkazu bieżącego.

Dużą niezawodność działania maszyny zapewniono przez zastosowanie trzech współbieżnie działających arytmometrów. Układy kontrolne porównywały wyniki uzyskiwane przez wszystkie trzy arytmometry i za poprawny przyjmowały wartość występującą co najmniej na dwóch wyjściach. Przyjęto przy tym założenie, że prawdopodobieństwo wystąpienia jednoczesnych przekłamań w dwóch arytmometrach jest bliskie zeru. W ten sposób zabezpieczono wyniki przed skutkami przypadkowych przekłamań bez przerywania obliczeń. Układy kontrolne zaprojektowano w taki sposób, aby sprawdzały również poprawność swego działania. Maszyna



Rys. 1.3. Schemat funkcjonalny maszyny cyfrowej Sapo

miała pełne zabezpieczenie przed skutkami pojedynczych błędów. W miejscach, w których mogło dojść do wystąpienia błędów grupowych, wprowadzono odpowiednie układy pozwalające na wykrycie wszystkich błędów i ich zaprotokołowanie.

Celowość takich rozwiązań okazuje się bezsporna, jeżeli uwzględni się zawodność ówczesnych elementów przekaźnikowych. Niektóre z tych rozwiązań wykorzystano później w następnych generacjach maszyn cyfrowych. Na uwagę zasługuje również zastosowanie fotoelektrycznego odczytu z pamięci, omówionego wyczerpująco w pracy [1] (1).

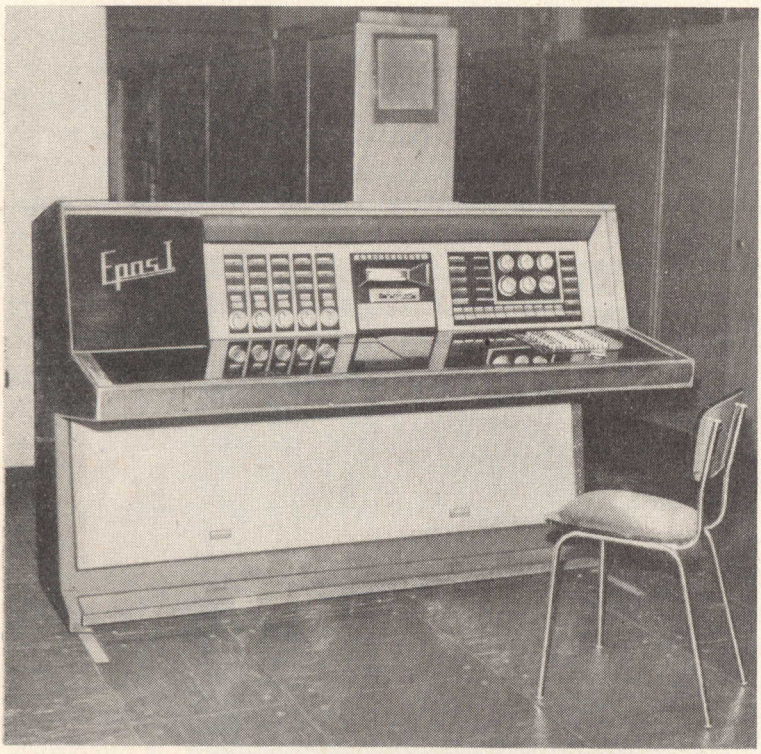
W latach 1953—1958 maszyna służyła jako warsztat badawczy i zarazem narzędzie, dzięki któremu rozwiązano wiele problemów naukowo-technicznych, lingwistycznych itp. Ogólna wartość obliczeń wykonanych dla potrzeb gospodarki narodowej osiągnęła dziesiątki milionów koron. Prowadzone prace badawcze pozwoliły zorganizować wiele konferencji naukowych, które odegrały istotną rolę w procesie kształtowania kadry naukowej i technicznej.

(1) Por. wykaz literatury zamieszczony na końcu tej części książki (przyp. red.).

Oprócz maszyny Sapo w Instytucie Maszyn Matematycznych opracowano w tym czasie kilka innych urządzeń liczących, wśród których na szczególną uwagę zasługuje przekaźnikowa maszyna matematyczna E 1b z pamięcią bębnową, zainstalowana w Brnie.

Rozwój cyfrowej techniki obliczeniowej

Głównym celem, do którego zmierzał w 1958 r. rozwój techniki obliczeniowej w Czechosłowacji, było opanowanie produkcji sprzętu liczącego. Głównym i jedynym realizatorem tego celu był wówczas Instytut Maszyn Matematycznych, który od 1958 r. z powodzeniem przystąpił do projektowania, budowy i uruchamiania *średniej maszyny cyfrowej Epos 1* (rys. 1.4), zainstalowanej u kilku użytkowników w połowie lat sześćdziesiątych.



Rys. 1.4. Czechosłowacka maszyna cyfrowa pierwszej generacji Epos 1

Epos 1 był wprawdzie zrealizowany na lampach elektronowych i dlatego jest zaliczany do maszyn pierwszej generacji, ale charakteryzował się bardzo oryginalną i jak na owe czasy nowoczesną koncepcją działania. Niektóre zastosowane idee pojawiły się u innych producentów sprzętu informatycznego dopiero w maszynach drugiej i trzeciej generacji. Epos 1 był maszyną *wieloprogramową* o szybkości 20 tys. operacji/s. Zastosowana organizacja pozwalała na jednoczesną realizację 5 niezależ-

nych programów. Ówcześni użytkownicy nie potrafili tego jednak odpowiednio wykorzystać.

Istotną zaletą maszyny była ponadto duża niezawodność obliczeń. Epos 1 wyposażono bowiem w układy korekcyjne, które potrafiły pojedyncze błędy poprawiać automatycznie, a błędy grupowe wykrywać i odpowiednio sygnalizować.

Odbiór państwowy maszyny Epos 1 odbył się w 1963 r., a trzy zestawy wykonane w Instytucie Maszyn Matematycznych zainstalowano u użytkowników.

Prace badawcze nad kolejnymi generacjami maszyn cyfrowych rozpoczynano w Instytucie Maszyn Matematycznych w następującej kolejności:

— maszyny drugiej generacji (w 1962 r.);

— maszyny trzeciej generacji (w latach 1966—1967).

Trzecią generację projektowano jako rodzinę maszyn zbudowanych na układach scalonych i dysponujących znacznie większymi szybkościami (p. 1.3).

Do drugiej generacji sprzętu liczącego można zaliczyć:

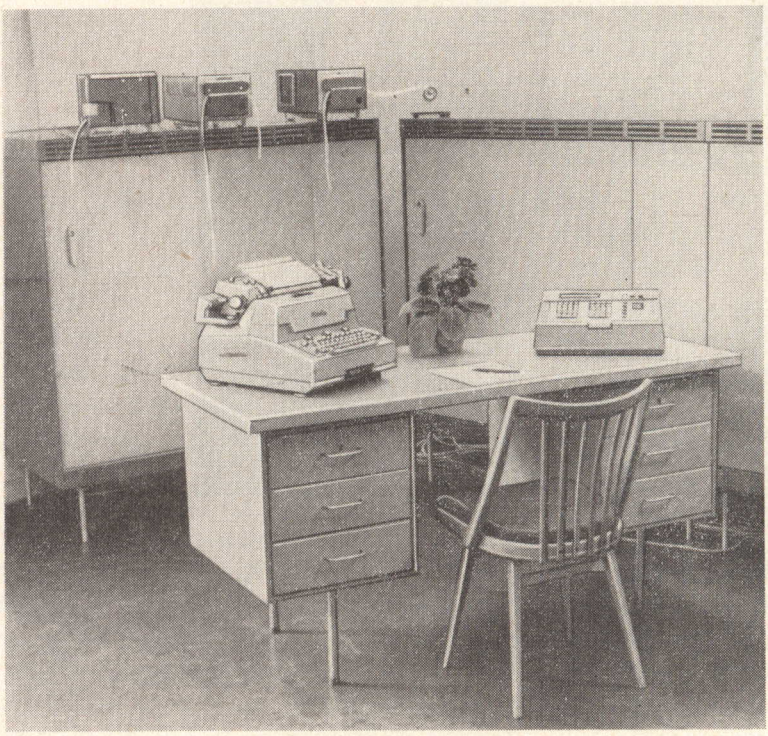
— małą tranzystorową maszynę cyfrową MSP (rys. 1.5);

— średnią tranzystorową maszynę cyfrową Epos 2;

— kalkulator na karty dziurkowane DP 100 (Aritma 100);

— maszynę cyfrową do sterowania procesów ŘÍP 1000.

Zbudowano także różne tranzystorowe maszyny analogowe i hybrydowe, a ponadto



Rys. 1.5. Mała tranzystorowa maszyna cyfrowa MSP

cyfrowe systemy programowanego sterowania w ramach kompleksowych przedsięwzięć inwestycyjnych. Równolegle opracowano pamięć ferrytową oraz różne urządzenia zewnętrzne: elektryczną maszynę do pisania, czytnik taśmy dziurkowanej, dziurkarkę wierszową oraz magnetyczną pamięć taśmową, ograniczając do minimum liczbę urządzeń importowanych.

Coraz więcej uwagi zaczęto poświęcać bazie technologicznej przemysłu informatycznego — głównie perspektywicznej, jak słusznie zauważono, mikroelektronice.

W latach sześćdziesiątych ukształtowała się także baza produkcyjna. Stanowiły ją następujące przedsiębiorstwa:

— Zakłady Tesla, produkujące przede wszystkim elementy elektroniczne, magnetyczne pamięci taśmowe, specjalizowane maszyny do nauczania, maszyny do programowego sterowania i urządzenia pomiarowe;

— Zakłady Zbrojovka, specjalizujące się w produkcji elektrycznych maszyn do pisania i urządzeń techniki taśmy dziurkowanej;

— Zakłady Kovohutě, z produkcją ukierunkowaną na pamięci ferrytowe.

Z punktu widzenia podziału maszyn matematycznych na generacje technologiczne, można w Czechosłowacji wyróżnić cztery etapy rozwoju techniki obliczeniowej.

1. *Okres do 1958 r.*, obejmujący pionierskie prace badawcze związane z maszyną zerowej generacji Sapo. Etap ten pozwolił zapoznać się z podstawową problematyką budowy sprzętu liczącego oraz ukształtować twórczy kolektyw naukowców i techników, który stworzył fundamenty czechosłowackiej szkoły maszyn matematycznych i uzyskał wiele oryginalnych i cennych rozwiązań technicznych.

Zespół ten przekształcił się z niewielkiego laboratorium w Instytut Maszyn Matematycznych.

2. *Okres od 1958 r. do początku lat sześćdziesiątych*, obejmujący projektowanie, budowę i uruchomienie maszyny Epos 1.

W tym czasie elektroniczna technika obliczeniowa spotyka się z coraz większym zainteresowaniem także poza instytutem, ale przede wszystkim ze strony teoretyków.

3. *Pierwsza połowa lat sześćdziesiątych* charakteryzuje się wzmożonym zainteresowaniem zastosowaniami maszyn matematycznych. Przy użyciu importowanego sprzętu liczącego przystąpiono na dużą skalę do badań zastosowaniowych i szkolenia specjalistów wszystkich specjalności, związanych z wdrażaniem i użytkowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej. Podstawowym problemem tego okresu było wytyczenie w sposób kompleksowy kierunku rozwoju maszyn matematycznych i dziedzin ich zastosowań. W konsekwencji opracowano program badań i rozwoju elektronicznej techniki obliczeniowej drugiej generacji oraz teoretyczne i metodologiczne koncepcje rozwoju informatyki jako dziedziny przemysłu, co znalazło odbicie w rządowych aktach normatywnych.

4. *Druga połowa lat sześćdziesiątych* obejmuje dwa podokresy. W latach 1966—1968 w wyniku prowadzonych eksperymentów prac koncepcyjnych i decyzji organów rządowych, doszło do gwałtownego przyspieszenia rozwoju informatyki we

wszystkich głównych kierunkach. Znacznie zwiększył się import sprzętu liczącego, przede wszystkim radzieckich maszyn Mińsk 22, które dzięki jednorodności techniki i oprogramowania pozwoliły na realizację zastosowań o charakterze systemowym. Jednocześnie systematyczny rozwój bazy technologicznej i wdrażanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych pozwoliły zwiększyć zarówno produkcję, jak i zastosowania własnych maszyn matematycznych i innych urządzeń elektronicznej techniki obliczeniowej 2–3-krotnie w stosunku do pierwotnych planów. W ten sposób wytworzyły się warunki do nawiązania międzynarodowej współpracy i wprowadzenia specjalizacji produkcyjnej również i w tej dziedzinie.

W *latach 1968—1969* położono szczególny nacisk na opracowanie trzeciej generacji czechosłowackich maszyn matematycznych w ramach szeroko zakrojonej współpracy międzynarodowej. Jednocześnie przystąpiono na dużą skalę do wdrażania do eksploatacji maszyn drugiej generacji. Tę działalność kontynuowano *na początku lat siedemdziesiątych*, kierując wysiłki przede wszystkim na dokończenie prac nad maszynami trzeciej generacji. Pełne zaspokojenie zapotrzebowania na sprzęt liczący przewiduje się w latach 1975—1980. Wraz z ilościowym wzrostem zaangażowania w badania i produkcję dochodzi równocześnie do stopniowego ograniczania asortymentu produkowanych wyrobów i zawężania programów badawczych.

Maszyna cyfrowa ZPA 601

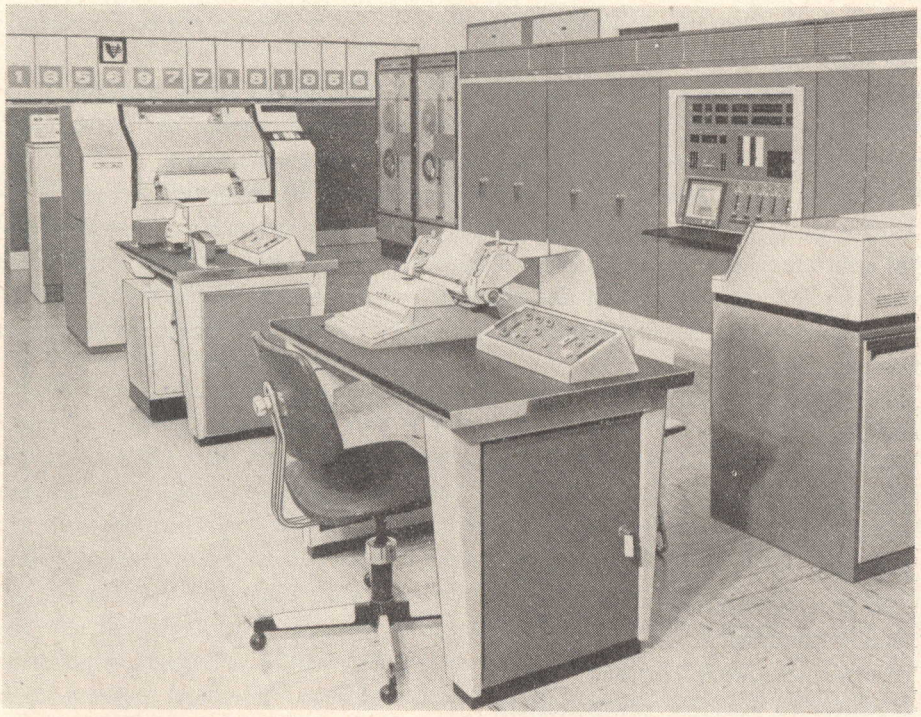
Do szczytowych osiągnięć w produkcji czechosłowackich maszyn cyfrowych drugiej generacji należy *maszyna cyfrowa ZPA 601* (rys. 1.6), zaprojektowana w Instytucie Maszyn Matematycznych pod nazwą Epos 2 i wykazująca wiele cech wykraczających poza ramy charakterystyczne dla maszyn drugiej generacji.

Maszyna cyfrowa ZPA 601 jest udoskonaloną wersją maszyny ZPA 600. Jest maszyną cyfrową średniej wielkości, pracującą w dziesiętnym systemie liczenia i przeznaczoną do przetwarzania danych, obliczeń naukowo-technicznych i prac eksperymentalnych.

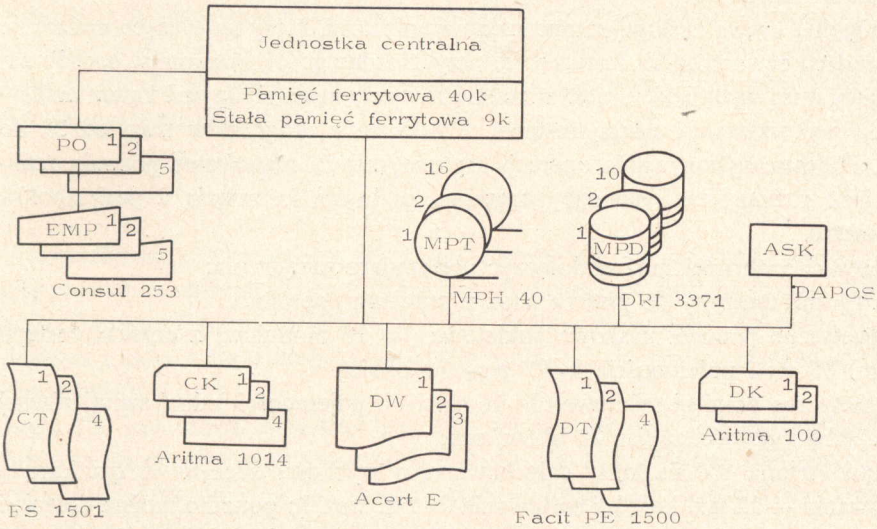
Zbudowano ją przy użyciu germanowych i krzemowych elementów półprzewodnikowych. Wyposażono w układy automatycznego podziału czasu procesora między pięć programów użytkowych oraz układy wykrywania i korekcji przypadkowych błędów przy liczeniu. Długość słowa wynosi 12 pozycji dziesiętnych, przy czym w liście rozkazów istnieją rozkazy umożliwiające również działania na słowach o podwójnej długości i na pojedynczych znakach. Maszyna osiąga szybkość 40 tys. operacji/s.

System operacyjny, wraz z bogatą biblioteką programów i możliwością zdecentralizowanego sterowania programów przy użyciu elektrycznych maszyn do pisania, ułatwia obsługę operatorską i pozwala efektywnie korzystać z przetwarzania wieloprogramowego.

Schemat blokowy maszyny cyfrowej ZPA 601 przedstawiono na rys. 1.7. Obok symboli graficznych i skrótów wyjaśnionych w podpisie, podano oznaczenia sto-



Rys. 1.6. Średnia maszyna cyfrowa drugiej generacji ZPA 601



Rys. 1.7. Schemat blokowy maszyny cyfrowej ZPA 601
PO — pulpit operatora; EMP — elektryczna maszyna do pisania; CT — czytnik taśmy; CK — czytnik kart dziurkowanych; DW — drukarka wierszowa; MPT — magnetyczna pamięć taśmowa; MPD — magnetyczna pamięć dyskowa; DT — dziurkarka taśmy; ASK — automatyczny stół kreślarski; DK — dziurkarka kart

sowane w nomenklaturze Jednolitego Systemu. Cyfry w rogach symboli oznaczają liczbę urządzeń, które mogą być dołączone.

W strukturze maszyny ZPA 601 można wyróżnić następujące grupy urządzeń:

1. Jednostkę centralną, wyposażoną w modułową pamięć operacyjną na rdzeniach ferrytowych (o pojemności 40 tys. słów) oraz ferrytową pamięć stałą.

2. Urządzenia zewnętrzne w liczbie nie przekraczającej 40, dołączane do centralnego kanału przesyłowego. Kanał ten obejmuje przewody przesyłania danych z jednostki centralnej do urządzeń zewnętrznych i z powrotem, przewody przesyłania rozkazów z jednostki centralnej do urządzeń oraz przewody sygnałów informacyjnych, nadawanych przez urządzenia do tzw. organizatora sterującego zewnętrznym podziałem czasu.

W skład jednostki centralnej wchodzą następujące zespoły:

— organizator;
— koordynator;
— pamięć buforów;
— rejestr uniwersalny;
— sumator;
— układy arytmetyczne;
— układy pomocnicze;
— przełącznica pamięci rdzeniowej;
— przełącznica urządzeń zewnętrznych;
— pulpit operatora;
— generator impulsów.

Na szczególną uwagę zasługuje koncepcja organizatora, który na bieżąco nadzoruje stan urządzeń zewnętrznych i procesora, przydzielając go programom w sposób zapewniający dużą wydajność przetwarzania. Priorytety są ustalane pod kątem maksymalizacji wykorzystania całego zestawu. Przełączanie programów trwa od 39 do 130 μs. Podczas wykonywania operacji arytmetycznych organizator pozwala realizować inne rozkazy tego samego programu, o ile nie korzystają z podzespołów arytmometru.

Do jednostki centralnej można dołączyć następujące urządzenia:

— elektryczne maszyny do pisania wraz z pulpitem operatora;
— magnetyczne pamięci dyskowe pakietowe (do 10 modułów) z czasem dostępu (średnim) 85 ms i pojemnością $8 \cdot 10^6$ znaków/pakiet;
— magnetyczne pamięci taśmowe (do 16 stacji) o pojemności jednej szpuli równej 800 tys. słów i gęstości zapisu 20 bitów/mm;
— zestaw Aritma 100 na karty dziurkowane, o szybkości odczytu 48 tys. kart/h, dziurkowania — 12 tys. kart/h i sortowania 24 tys. kart/h; ponadto można dołączyć indywidualnie do 4 czytników kart Aritma 1014, pracujących z szybkością od 40 do 60 tys. kart/h;
— cztery czytniki taśmy dziurkowanej FS 1501, pracujące z szybkością 1500 znaków/s;

— drukarki wierszowe alfanumeryczne (do 3 sztuk) o szybkości 600 wierszy/min;
— cztery dziurkarki taśmy papierowej o szybkości 150 znaków/s;
— współrzędnościowy plotter (automatyczny stół kreślarski) o wymiarach powierzchni roboczej 1000×800 mm, pracujący z szybkością 100 mm/s i dokładnością ±0,05 mm.

Maszynę wyposażono w system operacyjny, w skład którego weszły następujące elementy:
— translator języka typu assembler;
— system sterowania wejścia/wyjścia;
— monitor z programem nadzorczym;
— ładowacz-konsolidator;
— biblioteka systemowa i biblioteka programów użytkowych.

Dzięki możliwości programowania w językach Fortran ZPA 600/601, Cobol ZPA 600/601 i RPG oraz bogatej bibliotece programów z dziedziny zastosowań matematycznych i ekonomicznych, uzyskano dużą uniwersalność użytkową maszyny. Ponadto specjalny program tłumaczący MAT-ZPA pozwala na tłumaczenie programów maszyny Mińsk 22 na język wewnętrzny maszyny ZPA 601.

Na szczegółowy opis techniczny i operacyjny omawianej maszyny brak tutaj miejsca. Należy jednak podkreślić, że maszyna ZPA 601 jest końcowym etapem zainicjowanej w Instytucie Maszyn Matematycznych koncepcji rozwoju maszyn cyfrowych średniej wielkości i pod wieloma względami przerasta ówczesne światowe osiągnięcia na tym polu.

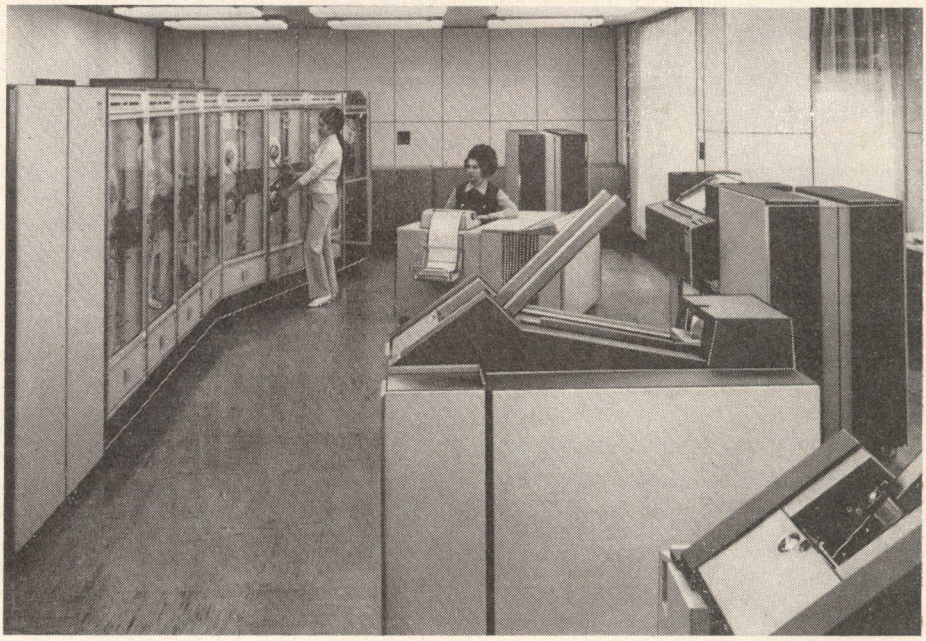
Faktu tego nie jest w stanie podważyć okoliczność, że ta wysokiej klasy maszyna znalazła dość niewielkie zastosowanie, znacznie mniejsze, niż to pierwotnie planowano. Przyczyną tego stanu rzeczy było zbyt powolne angażowanie się zakładów produkcyjnych (w pierwszym okresie), później zaś — podjęcie produkcji maszyn trzeciej generacji.

Maszyna cyfrowa Tesla 200

W związku ze zwiększającym się zapotrzebowaniem na maszyny cyfrowe, w drugiej połowie lat sześćdziesiątych zakupiono francuską licencję na maszyny Bull-General Electric Gamma 140/145, których produkcję podjęły Zakłady Tesla. Po pewnym czasie wdrożeniowym, na rynku pojawiła się nowa maszyna cyfrowa — *Tesla 200* (rys. 1.8).

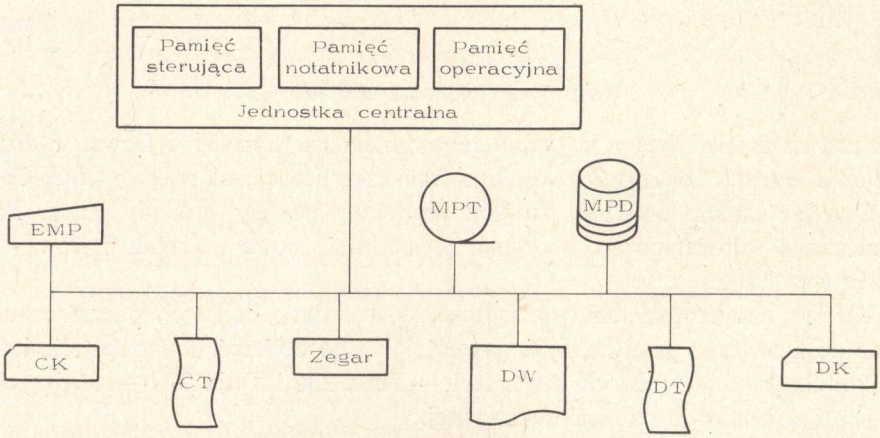
Tesla 200 jest uniwersalną maszyną cyfrową o strukturze bajtowej, przeznaczoną zarówno do masowego przetwarzania danych, jak i do obliczeń naukowo-technicznych. Produkowano ją w dwóch wariantach — Tesla 230 i Tesla 270 — różniących się cyklem i pojemnością pamięci operacyjnej.

Nowoczesny system operacyjny działa pod nadzorem programów sterujących o nazwach Supervisor i Monitor, a w jego skład wchodzą m.in. translatory języków APS, Fortran, Algol, Cobol, Tesla Kompita i Tesla Format.



Rys. 1.8. Maszyna cyfrowa Tesla 200

Do budowy maszyny cyfrowej Tesla 200 użyto magnetycznych elementów cienkowarstwowych oraz szybkich układów logicznych w połączeniu z mikroprogramowaniem. Schemat blokowy maszyny przedstawiono na rys. 1.9.
Najważniejszym zespołem jednostki centralnej jest szybka pamięć notatnikowa (*ang.*



Rys. 1.9. Schemat blokowy maszyny cyfrowej Tesla 200
CK — czytnik kart dziurkowanych; EMP — elektryczna maszyna do pisania; CT — czytnik taśmy; MPT — magnetyczna pamięć taśmowa; MPD — magnetyczna pamięć dyskowa; DW — drukarka wierszowa; DT — dziurkarka taśmy; DK — dziurkarka kart

scratch-pad memory) o pojemności 2560 bitów. Dzięki zastosowaniu cienkich warstw magnetycznych uzyskano czas dostępu 155 ns. Pamięć ta zawiera rejestry operacyjne arytmometru oraz rejestry robocze pamięci sterującej i kanałów zewnętrznych.
Pamięć sterująca (stała) zawiera mikroprogramy realizacji rozkazów. Ma pojemność 1024 słów 64-bitowych i czas dostępu 155 ns.
Pamięć operacyjną zrealizowano na rdzeniach ferrytowych. W pierwszym wariancie może mieć pojemność od 16 384 do 32 768 b i cykl 2,8 μs/b (Tesla 230), natomiast w drugim — pojemność od 32 768 do 131 072 b i cykl 1,7 μs/b (Tesla 270). Służy do przechowywania programów i danych podczas pracy maszyny.
Kanały zewnętrzne mają przepustowość 200 kb/s lub 250 kb/s. Można do nich dołączać szybkie urządzenia:
— czytnik kart dziurkowanych;
— drukarkę;
— magnetyczne pamięci dyskowe (do 4 stacji);
— magnetyczne pamięci taśmowe (do 8 stacji).
Ponadto do kanału multiplekserowego o przepustowości 17 lub 28 kb/s można dołączać wolne urządzenia wejścia/wyjścia:
— czytniki i dziurkarki taśmy;
— dziurkarki kart;
— elektryczne maszyny do pisania.
W czasie produkcji maszyny Tesla 200 wprowadzono do niej wiele ulepszeń. Przede wszystkim zapewniono możliwość zastąpienia importowanych urządzeń zewnętrznych i elementów urządzeniami i elementami produkcji krajowej o lepszych parametrach technicznych.
Rozwiązano również problem dołączania urządzeń zewnętrznych Jednolitego Systemu, przede wszystkim magnetycznej pamięci taśmowej MPP 120 T (zmodyfikowana pamięć 5022 według nomenklatury Jednolitego Systemu), drukarki wierszowej ACERT i czytnika kart dziurkowanych Aritma 1014. Do najistotniejszych modyfikacji należy zaliczyć rozszerzenie zestawu o pamięci dyskowe. Urządzenia Jednolitego Systemu dołącza się za pośrednictwem specjalnego adaptera ART 200.
Ośrodek techniki obliczeniowej zakładów Tesla świadczy użytkownikom maszyn Tesla 200 wszechstronne usługi. Oferuje m.in. kilka wersji rozbudowanych systemów operacyjnych oraz wiele specjalistycznych pakietów oprogramowania użytkowego, nawiązujących do programów już istniejących i sprawdzonych w praktyce (Mińsk Ardis itp.).
Maszyna Tesla 200 z powodzeniem wypełnia lukę, jaka pojawiła się w związku z zakończeniem produkcji rodzimych maszyn tranzystorowych i zaangażowaniem potencjału naukowo-badawczego w opracowywanie sprzętu liczącego trzeciej generacji. Jest najbardziej rozszerzoną maszyną cyfrową drugiej generacji w Czechosłowacji (nie biorąc pod uwagę kalkulatora Aritma 100).
W tablicy 1.1 zestawiono dane o typach i liczbie zainstalowanych maszyn produkcji czechosłowackiej.

Tablica 1.1. Maszyny cyfrowe produkcji czechosłowackiej

Typ maszyny	Liczba zainstalowanych maszyn (stan na 31.12.1974 r.)
Epos 1	Wycofano z eksploatacji
MSP 2A	10
ZPA 200	1
ZPA 600	15
ZPA 601	8
Tesla 200	95
Aritma 100	169
Aritma 1010	27
EC 1021	31
Aritma 101	1
ADT 4000	1
Razem	358

1.2. Inne urządzenia techniki obliczeniowej

Urządzenia techniki kart dziurkowanych

Technika obliczeniowa w Czechosłowacji wciąż jeszcze opiera się w dużym stopniu na maszynach analitycznych, które pozwoliły po 1945 r. zmechanizować przetwarzanie danych administracyjnych na wielką skalę. Produkcję sprzętu skupiono w zakładach Aritma. Przyjęto za podstawę system 90-kolumnowych kart dziurkowanych Powersa. Stopniowo opanowano produkcję rodziny urządzeń numerycznych, w skład której weszły: dziurkarka 140, sprawdzarka 600, tabulator 300, dziurkarka sumaryczna 400, kalkulator 500, sorter 200, reproducer 710 i programowany kalkulator 520.

Podczas gdy w 1950 r. zapotrzebowanie na sprzęt techniki kart dziurkowanych zaspokajano przede wszystkim importem, to po 1950 r. rodzima produkcja nie tylko zaczęła pokrywać potrzeby krajowe, lecz także pozwoliła na znaczny rozwój eksportu.

Na początku lat sześćdziesiątych zakłady Aritma wprowadziły na rynek wiele urządzeń, pozwalających na przetwarzanie danych alfanumerycznych: dziurkarkę 150, sprawdzarkę 610, elektroniczny sorter 220, tabulator 320, reproducer-kolator 720 i opisywacz 700.

Roczna produkcja wynosząca blisko 200 zestawów numerycznych lub 100 kompletnych zestawów alfanumerycznych, stawiała zakłady Aritma na pierwszym miejscu w obozie państw socjalistycznych. Ogółem wyprodukowano ponad 2250 zestawów z czego ponad jedną trzecią przeznaczono na eksport.

Na początku lat siedemdziesiątych pracowało w Czechosłowacji 1595 zestawów

maszyn analitycznych. Jest to największa liczba, jaką w ogóle dotychczas odnotowano. Ośrodki obliczeniowe wyposażone w urządzenia techniki kart dziurkowanych umożliwiły na szeroką skalę mechanizację rachunkowości, planowania, gospodarki materiałowej i w ogóle — przetwarzania danych w takich gałęziach gospodarki, jak bankowość, komunikacja, łączność itp. Ponadto te urządzenia znalazły pewne zastosowanie w dziedzinie obliczeń naukowo-technicznych i innych.

Tradycja związana ze stosowaniem kart 90-kolumnowych i produkcją przystosowanego do nich sprzętu, niezależność patentowa i finansowa od zagranicy i fakt zgodnego współistnienia na świecie systemów 80- i 90-kolumnowych wywarły istotny wpływ na rozwój całej techniki kart dziurkowanych w Czechosłowacji.

Stopniowo jednak system 90-kolumnowy stawał się przeszkodą w rozwijaniu ściślejszej współpracy z zagranicą, zwłaszcza zaś z krajami obozu socjalistycznego, które przyjęły system 80-kolumnowy.

Maszyny cyfrowe radykalnie zmieniły rolę i przeznaczenie kart dziurkowanych i związanego z nimi sprzętu. Jego część znalazła szerokie zastosowanie w przygotowaniu danych i jako urządzenia wejścia/wyjścia.

W związku z tym w drugiej połowie lat sześćdziesiątych przyjęto system 80-kolumnowy, a Aritma przystąpiła do modernizacji produkcji pod kątem potrzeb maszyn cyfrowych. Kierowano się przy tym następującymi zasadami:

— zapewnić pełne wykorzystanie istniejącego systemu przetwarzania danych, opierającego się na sieci 667 stacji maszyn analitycznych;

— dostosować produkcję urządzeń techniki kart dziurkowanych do potrzeb maszyn matematycznych;

— korzystać z osiągnięć techniki kart dziurkowanych na polu automatyzacji, a także w gospodarce narodowej w dziedzinie organizacji, projektowania i kadr.

W myśl tych zasad przystąpiono do produkcji *programowanego kalkulatora Aritma 100* (DP 100), będącego w zasadzie małą maszyną cyfrową z wejściem i wyjściem na kartach dziurkowanych (rys. 1.10). Kalkulator ten wprowadzono na rynek z myślą o modernizacji klasycznych zestawów analitycznych przez stopniowe zastępowanie urządzeń wycofanych z produkcji (tabulatora 320, kalkulatora 520 i reproducera 720).

Kalkulator jest wprawdzie przystosowany do pracy z kartami 90-kolumnowymi, używanymi w klasycznych zestawach licząco-analitycznych, ale po dołączeniu elektronicznego czytnika kart Aritma 1014 może również pracować przy użyciu kart 80-kolumnowych (z szybkością odczytu 60 tys. kart/h).

W skład programowanego kalkulatora Aritma 100 (rys. 1.11) mogą wchodzić następujące urządzenia:

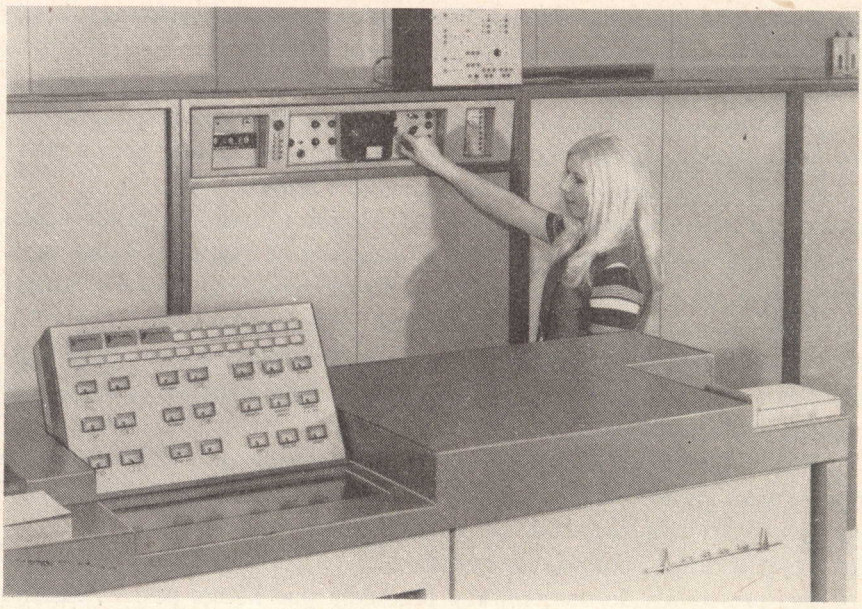
— jednostka centralna;

— zespół wejścia/wyjścia na karty dziurkowane;

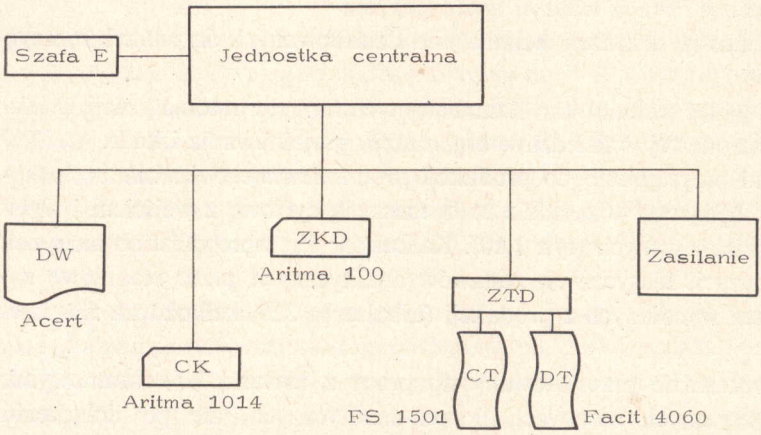
— alfanumeryczna dziurkarka wierszowa o szybkości 600 wierszy/min;

— zespół zasilania;

— czytnik kart dziurkowanych 1014, pracujący z szybkością 1 tys. kart/min;



Rys. 1.10. Kalkulator Aritma 100



Rys. 1.11. Schemat blokowy kalkulatora Aritma 100
DW — drukarka wierszowa; CK — czytnik kart dziurkowanych; ZKD — zespół wejścia/wyjścia na karty dziurkowane; ZTD — zespół wejścia/wyjścia na taśmę dziurkowaną; CT — czytnik taśmy; DK — dziurkarka taśmy

— czytnik taśmy dziurkowanej (FS 1501);
— szafa E.

W pełnym zestawie kalkulator pozwala rozwiązywać problemy nie rozwiązalne przy użyciu klasycznych maszyn analitycznych. Te zalety, w połączeniu z dość niską ceną (2,5 mln koron), zadecydowały o dużej popularności kalkulatora nie tylko w Cze-

chosłowacji, lecz także w Polsce, NRD i Jugosławii. Do chwili obecnej zainstalowano 150 zestawów.

W najbliższych latach trzeba będzie wymienić część sprzętu w ponad 400 klasycznych stacjach maszyn analitycznych. Do tego celu przewidziano *mały kalkulator dziesiętny Aritma 1010*, przeznaczony przede wszystkim do masowego przetwarzania danych. Będzie on zainstalowany u tych użytkowników, którzy podczas najbliższych 3 do 5 lat nie zamierzają stosować urządzeń trzeciej generacji.

Kalkulator Aritma 1010 jest wyposażony w urządzenia (dziurkarkę, sprawdzarkę, czytniki kart i taśmy dziurkowanej, drukarkę wierszową) przewidziane w ramach Jednolitego Systemu. W ten sposób kalkulator ten jest niejako kontynuatorem linii małych maszyn cyfrowych drugiej generacji u niektórych użytkowników klasycznego sprzętu liczącego na karty dziurkowane.

Technika kart dziurkowanych odegrała w Czechosłowacji bardzo istotną rolę w procesie modernizacji i utechnicznienia administracji. Wprawdzie obecnie jest wypierana przez elektroniczną technikę obliczeniową, ale zarówno sama karta, jak i wiele podstawowych urządzeń, znalazły zastosowanie w nowoczesnych systemach elektronicznego przetwarzania informacji.

Rodzaje i liczbę eksploatowanych w 1972 r. urządzeń techniki kart dziurkowanych podano w tabl. 1.2.

Maszyny analogowe i inne środki automatyzacji

Maszyny analogowe i hybrydowe zajmowały w Czechosłowacji od dawna poczesne miejsce wśród środków automatyzacji obliczeń. Ich początki sięgają 1951 r. W wyniku prac prowadzonych w Instytucie Maszyn Matematycznych i w zakładach Aritma szybko osiągnęły poziom światowy.

Na wysoką jakość czechosłowackich maszyn analogowych i hybrydowych miał niewątpliwie wpływ fakt, że budowano je do różnych zastosowań specjalnych, np. w przemyśle lotniczym. Uzyskane w ten sposób doświadczenia i technologie wykorzystano później przy opracowywaniu zarówno maszyn uniwersalnych, jak i unikalnych urządzeń analogowych i hybrydowych.

Efektem współpracy Instytutu Maszyn Matematycznych z zakładami Aritma były *małe lampowe maszyny analogowe MEDA 1* i *MEDA 2*, produkowane do 1964 r.

W ten sam sposób opracowano typizowane serie podstawowych analogowych elementów funkcjonalnych — wzmacniaczy operacyjnych, generatorów funkcji, potencjometrów, kondensatorów i rezystorów.

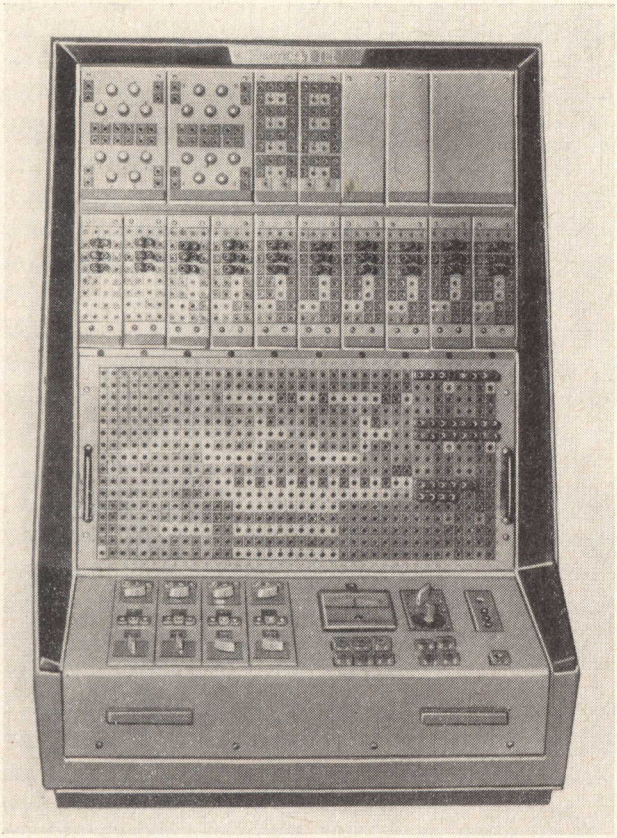
Na podstawie doświadczeń uzyskanych przy projektowaniu, uruchamianiu i produkcji *małych* i *średnich tranzystorowych maszyn analogowych typu MEDA T*

Tablica 1.2. Obciążenie eksploatacyjne urządzeń techniki kart dziurkowanych

	Typy urządzeń	Liczba urządzeń		Moc przerobowa (h/rok)	Obciążenie w 1972 r. (h)		Średnie obciążenie miesięczne (h)	
		do 31.12.1972	średnio		planowane	rzeczywiste	na jedno urządzenie	na jeden tabulator
System 80-kolumnowy	Sortery	368	348,4	1438 195	569 250	500 803	119,8	208,7
	Tabulatory	205	199,9	825 188	419 987	403 194	168,1	168,1
	Kalkulatory, mnożarki	71	70,9	292 675	89 028	76 159	89,5	31,7
	Reproducery, opisywacze, kolatory	227	218,3	901 143	166 302	124 295	47,5	51,8
System 90-kolumnowy	Sortery	1779	1783,5	7362 287	2936 092	2274 738	106,3	151,8
	Tabulatory	1213	1248,9	5155 457	2383 068	2043 726	136,4	136,4
	Kalkulatory, mnożarki	513	499,3	2061 114	697 210	484 367	80,8	32,3
	Reproducery, opisywacze, kolatory	985	986,8	4073 511	928 510	739 727	62,5	49,4
Ogółem	Sortery	2147	2131,9	8000 482	3505 342	2775 541	108,5	159,6
	Tabulatory	1418	1448,8	5980 645	2803 055	2446 920	140,7	140,7
	Kalkulatory, mnożarki	584	570,2	2353 784	786 238	560 516	81,9	32,2
	Reproducery, opisywacze, kolatory	1212	1205,1	4974 654	1094 812	864 022	59,7	49,7

można było przystąpić do budowy większych tranzystorowych maszyn analogowych — nie tylko w Czechosłowacji, lecz także w innych krajach obozu socjalistycznego.

Na szczególną uwagę zasługuje, dzięki znakomitym parametrom, *tranzystorowa maszyna TL 29*, przeznaczona do kabiny treningowej znanego samolotu L 29. Na jej podstawie opracowano rodzinę tranzystorowych maszyn analogowych MEDA 41 TC (rys. 1.12), MEDA 12 TA i 42 TB. Maszyny te uzupełniono później urządzeniem łącznicowym SPOZA i minikomputerem, tworząc w ten sposób system hybrydowy.



Rys. 1.12. Maszyna analogowa MEDA 41 TC

Znany jest system HRA 4241, utworzony z maszyny analogowej MEDA 41 TC, urządzenia SPOZA 2 oraz maszyny cyfrowej KSR 4200 firmy Robotron (NRD).

Największym osiągnięciem techniki analogowej i hybrydowej jest niewątpliwie *hybrydowy system ADT 4000*, wymieniony w zestawieniu maszyn trzeciej generacji, produkowanych w Czechosłowacji. Znaczny udział w rozwoju maszyn analogowych mają także zakłady Tesla.

Urządzenia zewnętrzne maszyn matematycznych

Problematyka urządzeń zewnętrznych jest dziś wyjątkowo obszerna, bo obejmuje również środki automatyki przemysłowej, sprzęt teletransmisyjny i to wszystko, co pośredniczy w komunikacji człowiek-maszyna lub, ogólniej, maszyna-otoczenie. Czechosłowacki przemysł informatyczny może i na tym polu odnotować znaczne sukcesy. Można tutaj dla przykładu wymienić *fotoelektryczny czytnik taśmy dziurkowanej FS 1500*, który ze względu na dużą szybkość (1500 znaków/s) i dużą niezawodność cieszy się uznaniem na całym świecie, oraz elektryczną maszynę do pisania Consul, stosowaną w Czechosłowacji i za granicą. Dane o zastosowaniu różnych urządzeń do przygotowywania maszynowych nośników danych zamieszczono w tabl. 1.3 (aktualne na koniec 1974 r.).

Tablica 1.3. Urządzenia do przygotowywania maszynowych nośników danych

Typ urządzenia	Liczba urządzeń (stan na 31.12.1974)	Obciążenie w 1974 r. (h)
Dziurkarki kart	5858	8042 042
Sprawdzarki kart dziurkowanych	3667	5107 536
Dziurkarki taśmy	1630	1909 257
Sprawdzarki taśmy dziurkowanej	72	82 099
Pozostałe urządzenia na taśmę dziurkowaną	1679	1916 607
Automaty księgujące	1131	1933 957
Rejestratory na taśmę magnetyczną	184	141 120
Urządzenia czytające	40	10 918

Wypada przy tym stwierdzić, że do czasu nawiązania szerokiej międzynarodowej współpracy nad maszynami trzeciej generacji, zaspokajanie potrzeb w dziedzinie urządzeń zewnętrznych pozostawiało wiele do życzenia, zwłaszcza przy projektowaniu bardziej rozbudowanych systemów sterowania. Kompleksowy program rozwoju i produkcji opracowano dopiero w ramach międzynarodowej współpracy na polu maszyn matematycznych trzeciej generacji.

1.3. Maszyny matematyczne trzeciej generacji

Przesłanki współpracy międzynarodowej

Pod względem liczby instalacji import maszyn matematycznych w latach sześćdziesiątych zdecydowanie przewyższał czechosłowacką produkcję krajową. Istniała już wprawdzie zaawansowana baza naukowo-badawcza (Instytut Maszyn Matematycznych), ale baza produkcyjna znajdowała się dopiero w trakcie organizacji. W tej sytuacji zakup maszyn za granicą był obiektywnie konieczny, ponieważ pozwalał na gromadzenie doświadczeń i szkolenie fachowców.

Z wyjątkiem początkowej fazy, kiedy to zakupiono pewną liczbę jednolitych maszyn i urządzeń, import charakteryzował się dużą różnorodnością zarówno producentów, jak i wyrobów. Z punktu widzenia eksperymentów i uniwersalności szkolenia specjalistów było to zjawisko korzystne, ale w tych warunkach nie dało się opracować jednolitego programu rozwoju elektronicznej techniki obliczeniowej, odpowiadającego potrzebom i aspiracjom gospodarki narodowej.

Różnorodność sprzętu i oprogramowania utrudniały ponadto tworzenie systemów zintegrowanych, a także zaopatrzenie w części zamienne. Te trudności trwają do dnia dzisiejszego.

W związku z powyższym zakup blisko 60 maszyn Mińsk 22 był decyzją trafną, tym bardziej że popartą jednoczesnym zawężeniem asortymentu importowanych urządzeń. Zapotrzebowanie na sprzęt informatyczny próbowano zaspokajać przede wszystkim produkcją krajową oraz w drodze współpracy z krajami obozu socjalistycznego. Poza tymi ramami przewidywano import tylko unikalnych urządzeń do celów specjalnych.

Zdając sobie sprawę z zakresu problemów związanych z produkcją sprzętu informatycznego i odpowiedniego oprogramowania, Czechosłowacja od początku doceniała rolę międzynarodowego podziału pracy i koordynacji. Komputeryzacja jest zjawiskiem przenikającym stopniowo do wszystkich dziedzin życia społecznego. Sterować nią — oznacza świadomie wpływać na rozwój gospodarki narodowej, nauki i kultury.

Z drugiej strony nie wolno zapominać, że efektywną i konsekwentną współpracę międzynarodową można nawiązać jedynie wtedy, gdy dana dziedzina osiągnie we własnym kraju odpowiedni poziom rozwoju technicznego i organizacyjnego. Chodzi przy tym nie tylko o jej atrakcyjność dla partnera; praktyka wykazuje, że zaawansowaną technikę można przejmować jedynie w odpowiednio rozwiniętej dziedzinie.

Mimo wielu trudności, w drugiej połowie lat sześćdziesiątych stworzono w Czechosłowacji odpowiednie warunki (przede wszystkim dzięki istnieniu rozwiniętej bazy naukowo-badawczej) do nawiązania współpracy międzynarodowej. Do prac nad trzecią generacją sprzętu informatycznego można było przystąpić w roli pełnowartościowego partnera Związku Radzieckiego i pozostałych państw obozu socjalistycznego.

Zakres współpracy udało się skonkretyzować dopiero w drugiej połowie lat sześćdziesiątych, gdy koncepcja sprzętu informatycznego trzeciej generacji osiągnęła odpowiedni stopień zaawansowania, a możliwości produkcyjne dawały, przy odpowiednio sprawnej organizacji i kierownictwie, gwarancje celowości międzynarodowego podziału pracy. Z tego powodu import został podporządkowany planom współpracy w ramach obozu socjalistycznego.

Najważniejszym wydarzeniem w tej dziedzinie była umowa zawarta w pierwszej połowie 1968 r. między rządami Czechosłowacji i Związku Radzieckiego, dotycząca wspólnych badań i produkcji maszyn matematycznych trzeciej generacji. Umowa przewidywała, że Czechosłowacja przejmie badania i produkcję jednego lub dwu modeli z rodziny maszyn Jednolitego Systemu, rozszerzając równocześnie eksport urządzeń zewnętrznych o jednostki centralne i układy scalone, produkowane w ramach międzynarodowej specjalizacji.

Dokonano wymiany informacji na temat koncepcji i stanu dotychczasowych prac nad trzecią generacją. Specjaliści czechosłowaccy poinformowali o realizowanych od 1966 r. pracach nad czechosłowacką maszyną cyfrową, a specjaliści radzieccy poinformowali o koncepcji i postępie prac nad rodziną radzieckich maszyn „R", odstopniowanych pod względem mocy obliczeniowej i przeznaczonych do masowego przetwarzania danych i obliczeń naukowo-technicznych.

Zaawansowanie prac pozwoliło planować rozpoczęcie produkcji na początek lat sześćdziesiątych, co oznaczało skrócenie założonych pierwotnie terminów.
Rozmowy te wykazały, że Czechosłowacja może być aktywnym partnerem Związku Radzieckiego, a współpraca powinna być atrakcyjna dla obydwu stron.

Na podstawie wspomnianej umowy, przy aktywnym poparciu czechosłowackich specjalistów, doszło jeszcze w 1968 r. do zainicjowania, a w 1969 r. do pełnego rozwinięcia działalności międzynarodowej komisji do spraw współpracy krajów obozu socjalistycznego w dziedzinie techniki obliczeniowej. Komisja ta utworzyła specjalistyczne organa, które kierowały w szerokim zakresie działalnością tej bezprecedensowej bazy badawczej i rozwojowej całościowego programu Jednolitego Systemu Elektronicznych Maszyn Cyfrowych (JS EMC) trzeciej generacji.

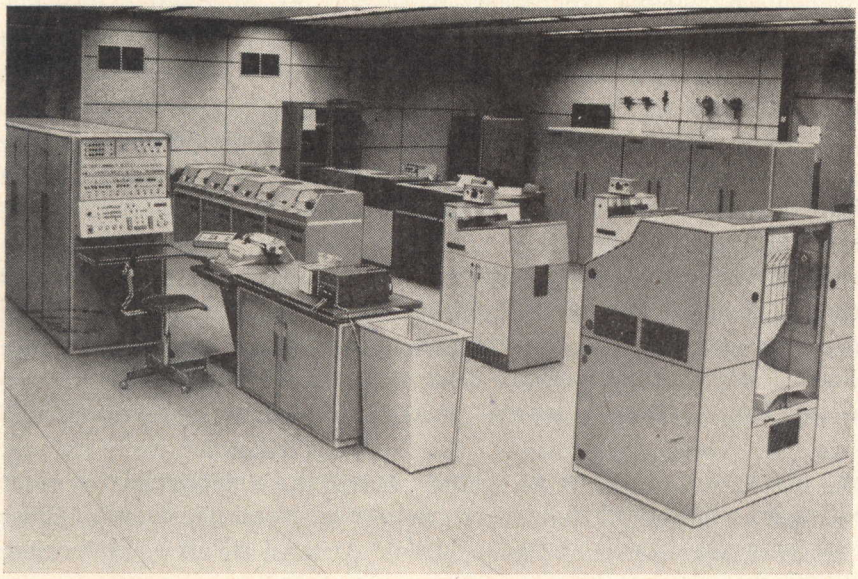
Dzięki poziomowi dotychczasowych prac badawczych i wdrożeniowych, czechosłowacka baza przestawiła się elastycznie na program Jednolitego Systemu i w ramach przygotowywanej rodziny maszyn przyjęła do realizacji w Instytucie Maszyn Matematycznych, przy współpracy niektórych innych instytucji, maszynę cyfrową EC 1021 (pierwotne oznaczenie R 20A) oraz około piątej części asortymentu planowanych urządzeń zewnętrznych.

Już w 1970 r. zanotowano pierwszy konkretny sukces w ramach tego programu. Niektóre urządzenia zewnętrzne przeszły pozytywnie przez międzynarodowe próby testowe, a prototyp czechosłowackiej maszyny cyfrowej EC 1021 (R 20A), po zatwierdzeniu projektu przez komisję międzynarodową, przygotowano do uruchomienia.

Jednocześnie przystąpiono do organizacyjnego przygotowywania bazy produkcyjnej, tak aby czechosłowackie zakłady wiodące w dziedzinie techniki obliczeniowej — ZPA, Zbrojovka i Tesla — mogły w latach 1971—1975 przystąpić do zadań wynikających z międzynarodowego podziału pracy.
W ten sposób dziesięciolecie 1958—1968, w którym ostatecznie ukształtowała się w Czechosłowacji elektroniczna technika obliczeniowa, zakończono jej aktywnym włączeniem do programu szeroko zakrojonej współpracy międzynarodowej.

Maszyna cyfrowa trzeciej generacji EC 1021

Wkładem Czechosłowacji do Jednolitego Systemu Elektronicznych Maszyn Cyfrowych krajów socjalistycznych jest *maszyna cyfrowa EC 1021* (rys. 1.13).



Rys. 1.13. Maszyna cyfrowa trzeciej generacji EC 1021

Określając formy udziału Czechosłowacji w produkcji liczącego Jednolitego Systemu, uzgodniono, że należy ograniczyć się do tych typów maszyn i urządzeń zewnętrznych, które będą najbardziej potrzebne w kraju. Pozostałe typy będą importowane, przy czym import należy kompensować eksportem własnych wyrobów.
Pierwotnie Czechosłowacja zamierzała podjąć produkcję dwóch typów maszyn cyfrowych; po dokonaniu oceny możliwości ograniczono się do wspomnianej maszyny EC 1021.
Maszyna cyfrowa EC 1021 jest małą maszyną do przetwarzania danych. Jej przeznaczenie wynikło z dwóch przesłanek:

— celu projektu i konstrukcji maszyny cyfrowej trzeciej generacji (aczkolwiek należało podporządkować bardzo zaawansowane już w tym czasie rozwiązanie czechosłowackiej maszyny cyfrowej trzeciej generacji wymaganiom zgodności z Jednolitym Systemem;
— zamierzeń pierwotnych, przedłożonych do wstępnej oceny przez projektantów maszyny.

Wiązało się to z koniecznością szybkich zmian jakościowych w sposobie korzystania z techniki obliczeniowej przez kierownictwa przedsiębiorstw, instytutów i innych organizacji. Utrzymanie odpowiednio wysokiego stopnia rozwoju technicznego i ekonomicznego kraju wymaga radykalnego wzrostu liczby stosowanych maszyn. Spowoduje to odpowiednie rozszerzenie kręgu użytkowników, wymagających przede wszystkim przetwarzania o małej, lub co najwyżej średniej pracochłonności. Użytkownicy o wymaganiach średnich i dużych będą mogli korzystać z większych maszyn Jednolitego Systemu, korzystając z maszyny EC 1021 jako z maszyny satelitarnej. A więc właśnie maszyna cyfrowa, przeznaczona dla szerokiego kręgu co najwyżej średnich użytkowników, najlepiej przyczyni się do jakościowych zmian w metodach kierowania.

W odniesieniu do małych maszyn ważną rolę odgrywają zarówno możliwości funkcjonalne, jak i cena, przy czym te oba elementy są ze sobą ściśle związane. Niższą cenę można osiągnąć, wprowadzając uproszczenia konstrukcyjne i ograniczając realizowane funkcje.

W maszynie EC 1021 poddano ograniczeniu szerokość dróg przesyłowych, liczbę i przepustowość kanałów zewnętrznych oraz listę rozkazów i pojemność pamięci operacyjnej. Konsekwencją dwóch pierwszych ograniczeń jest zmniejszenie szybkości obliczeń i stopnia współbieżności działania urządzeń zewnętrznych (zwłaszcza szybkich). Druga własność zawęża ponadto możliwości pracy wieloprogramowej.

Wybór listy rozkazów z orientacją na operacje dziesiętne i stałoprzecinkowe wiąże się z dziedziną przewidywanych zastosowań (masowe przetwarzanie danych). Drugą grupę rozkazów tworzą rozkazy niezbędne do efektywnego działania systemu operacyjnego.

Pojemność pamięci operacyjnej można dobierać, stosownie do potrzeb, w granicach od 17 do 64 kb. Jest to zakres typowy dla średnich i małych użytkowników, eksploatujących maszyny w trybie jednoprogramowym, przy użyciu dysków magnetycznych jako głównej pamięci zewnętrznej.

Przewiduje się, że podczas najbliższych 5 do 7 lat zapotrzebowanie na zestawy EC 1021 wyniesie od 700 do 1000 (100 do 150 zestawów rocznie). Przez pojęcie zestawu rozumie się jednostkę centralną z pamięcią operacyjną o pojemności 16 kb, stacją dysków, maszyną elektryczną do pisania, czytnikiem kart dziurkowanych i drukarką wierszową.

Realność powyższych założeń wynika z prostego rachunku: Jeżeli np. przeciętna cena zestawu wynosi 10 mln koron, a inwestycje 5 mln koron, to 150 zestawów

wymaga rocznej akumulacji w wysokości 2¼ mld koron. W sytuacji, gdy akumulacja dochodzi do 60—70 mld koron, jest oczywiste, że zamiary są realne i ekonomicznie efektywne. Próby dokonania jakościowego skoku w automatyzacji gospodarki narodowej Czechosłowacji przy użyciu systemów większych (i tym samym droższych) przekraczałyby w sposób oczywisty możliwości czechosłowackiej ekonomiki.

Możliwość dokonania zasadniczej modernizacji metod zarządzania zależy jednak nie tylko od liczby maszyn matematycznych. Jest to problem kompleksowy, przy czym jednym z jego etapów jest definiowanie cech, za których pośrednictwem nowoczesność może się przejawić. Oprócz cech tradycyjnych, takich jak wzrost szybkości obliczeń i obiektywność ocen, należy również wymienić zmianę nośników informacji (z „ręcznych" na taśmy i dyski), częściowe przeniesienie „odpowiedzialności" za poprawność danych i obliczeń na sprzęt, a także stworzenie możliwości integracji danych i funkcji ich przetwarzania. Nie można też pominąć zjawisk psychologicznych związanych z adaptacją kadry kierowniczej do działania w warunkach „wyobcowania" w procesie zarządzania, do którego niewątpliwie prowadzi zastosowanie maszyn matematycznych na wielką skalę. Wymienione cechy tworzą przesłanki metodycznej spójności zarządzania niezbędnej w warunkach zarządzania scentralizowanego, przy zdecentralizowanym wykonawstwie. Na marginesie powyższych rozważań warto wspomnieć, że maszyna cyfrowa EC 1021 może również pracować w systemie jako maszyna satelitarna lub komunikacyjna.

Ostatecznym warunkiem realizacji wszystkich omówionych celów jest aktywna, jednolita i konsekwentna polityka techniczna państwa w dziedzinie zastosowań metod informatyki w gospodarce narodowej — przede wszystkim w procesie zarządzania.

Nie można oczekiwać, aby przyszli użytkownicy przejawiali równie ożywioną inicjatywę na polu wdrażania elektronicznej techniki obliczeniowej, jak użytkownicy z pewną tradycją w tej dziedzinie, którzy już potrafią oceniać znacznie trafniej potrzeby oraz formułować problemy i wymagania. Mechanizmy naszego ustroju społecznego pozwalają jednak, przy użyciu odpowiedniej polityki techniczno-ekonomicznej, skutecznie sterować realizacją interesów ogólnospołecznych.

Jest zrozumiałe, że nową technologię układów scalonych można łatwiej opanować — zarówno na poziomie produkcji, jak i zastosowań — w systemach o mniejszym stopniu złożoności. Zostało to m.in. potwierdzone podczas projektowania i wdrażania maszyn drugiej generacji.

Zalety mniejszych systemów są również bezsporne z punktu widzenia możliwości produkcyjnych, których nie można przecież oceniać tylko w kategoriach ilościowych. Ważną, a niekiedy nawet decydującą rolę odgrywają bowiem względy organizacyjne, kwalifikacyjne itp.

Pozostaje jeszcze wyjaśnić, w jaki sposób zamierza się zaspokajać potrzeby dużych i wymagających użytkowników. Odpowiedź wynika z faktu, że Jednolity System, do którego należą maszyny EC 1021, tworzy rodzinę bardzo liczną i zróżnicowaną

pod względem mocy obliczeniowej i innych parametrów. W związku z tym każdy z użytkowników będzie mógł rozbudowywać swój system lub zainstalować większy z tej samej rodziny, ale budowany w innych partnerskich krajach obozu socjalistycznego.

Przykładem nowoczesności rozwiązań przyjętych w maszynie EC 1021 jest np. pamięć notatnikowa i mikroprogramowane sterowanie (pamięć sterująca). Zespoły te jest łatwiej wykonać i uruchomić w mniejszych maszynach.

Tak więc przystąpienie Czechosłowacji do międzynarodowego programu rozwoju Jednolitego Systemu postawiło przed Instytutem Maszyn Matematycznych następujące zadania:

— stopniowo zwiększać szybkość obliczeniową w stosunku do maszyn drugiej generacji;
— zwiększyć niezawodność działania;
— dostosować strukturę operacyjną maszyn do standardów Jednolitego Systemu;
— zapewnić spójność z maszynami średniej wielkości;
— rozwiązać problem dołączania urządzeń zewnętrznych;
— rozszerzyć asortyment urządzeń zewnętrznych;
— opracować nowoczesny system operacyjny;
— opracować oprogramowanie podstawowe o odpowiednim zakresie wymienności z innymi maszynami Jednolitego Systemu;
— do budowy sprzętu użyć układów scalonych.

Obecnie można stwierdzić, że maszyna EC 1021 ma wszystkie cechy nowoczesności sprzętu i oprogramowania, które przypisuje się maszynom trzeciej generacji. Jest zbudowana przy użyciu układów scalonych TTL produkcji czechosłowackiej oraz czterowarstwowych obwodów drukowanych. Ponadto zastosowano łączenie przez nawijanie, które zdało egzamin już przy produkcji maszyn ZPA 600 i ZPA 601. Półprzewodnikowa pamięć notatnikowa pozwala osiągnąć bardzo dużą szybkość obliczeń, mimo małych rozmiarów maszyny.

Dla zwiększenia niezawodności działania wprowadzono kontrolę parzystości w zakresie każdego bajtu. Z tego powodu każdy 8-bitowy bajt uzupełniono dziewiątym bitem kontrolnym. W punktach szczególnie newralgicznych kontrolę wzmocniono przez wprowadzenie kodu „jeden z dwu".

Dzięki bardzo skupionej konstrukcji i czterowarstwowym obowodom drukowanym udało się zmniejszyć liczbę połączeń i tym samym osiągnąć dużą szybkość i niezawodność działania przy niewielkich rozmiarach maszyny.

Jednostkę centralną wyposażono w złącza spełniające standardy Jednolitego Systemu. Zapewnia to wymienność urządzeń zewnętrznych i możliwość rozszerzania konfiguracji zgodnie z potrzebami użytkownika. Istotną cechą funkcjonalną maszyny jest pakietowa pamięć dyskowa. Spełnia ona rolę zewnętrznej pamięci systemowej; charakteryzuje się krótkim czasem dostępu i pozwala na zastosowanie dyskowego systemu operacyjnego. Jednocześnie zwiększa elastyczność systemu.

Dyski pozwalają ponadto przygotować się do wdrażania elektronicznej techniki

obliczeniowej tym małym i średnim użytkownikom, którzy wymagają przetwarzania przy użyciu pamięci o dużych pojemnościach z dostępem przypadkowym, np. w zautomatyzowanych systemach sterowania.

Podczas badań i projektowania nie zapomniano także o potrzebie tworzenia zestawów wielomaszynowych — maszyna EC 1021 jest przygotowana do najróżniejszych rodzajów współpracy.

System wyposażenia programowego zapewnia wymienność (kompatybilność) i zachowuje jednolitość użytkową, programową i operacyjną: jest zorganizowany w efektywny system operacyjny, dostosowany do funkcjonalnego przeznaczenia maszyny cyfrowej EC 1021.

Gwarantem optymalnej konstrukcji maszyny EC 1021 są nowoczesne technologie, korzystające ze zautomatyzowanych metod projektowania, stosowanych podczas badań i projektowania jej poszczególnych części.

Wymienność (*kompatybilność*) programów i urządzeń z maszynami cyfrowymi Jednolitego Systemu i z maszynami czołowych producentów światowych uzyskano m.in. dzięki:

— zachowaniu międzynarodowych standardów dla taśm i kart dziurkowanych, taśm magnetycznych i wymiennych dysków;

— zastosowaniu międzynarodowych standardów i kodu ISO dla wszystkich nośników za wyjątkiem 80-kolumnowych kart dziurkowanych, na których użyto kodu EBCDIC;

— możliwości wprowadzania i wyprowadzania danych w dowolnym kodzie niestandardowym;

— bajtowej strukturze danych alfanumerycznych; każdy bajt zawiera jeden znak alfanumeryczny, 2 cyfry dwójkowo-dziesiętne albo 8 cyfr dwójkowych;

— zmiennej długości słowa (4, 2 lub 8 bajtów) oraz możliwości przetwarzania danych zorganizowanych w pola o długości do 256 bajtów;

— strukturze rozkazów, zgodnej ze standardami obowiązującymi w Jednolitym Systemie oraz w maszynach produkowanych przez czołowych producentów światowych (IBM, RCA);

— zaletom adresowania względnego, przy którym adresy są modyfikowane zawartością rejestrów bazowych;

— wymienności programów pisanych w assemblerze lub językach wyższego poziomu (Fortran, Cobol);

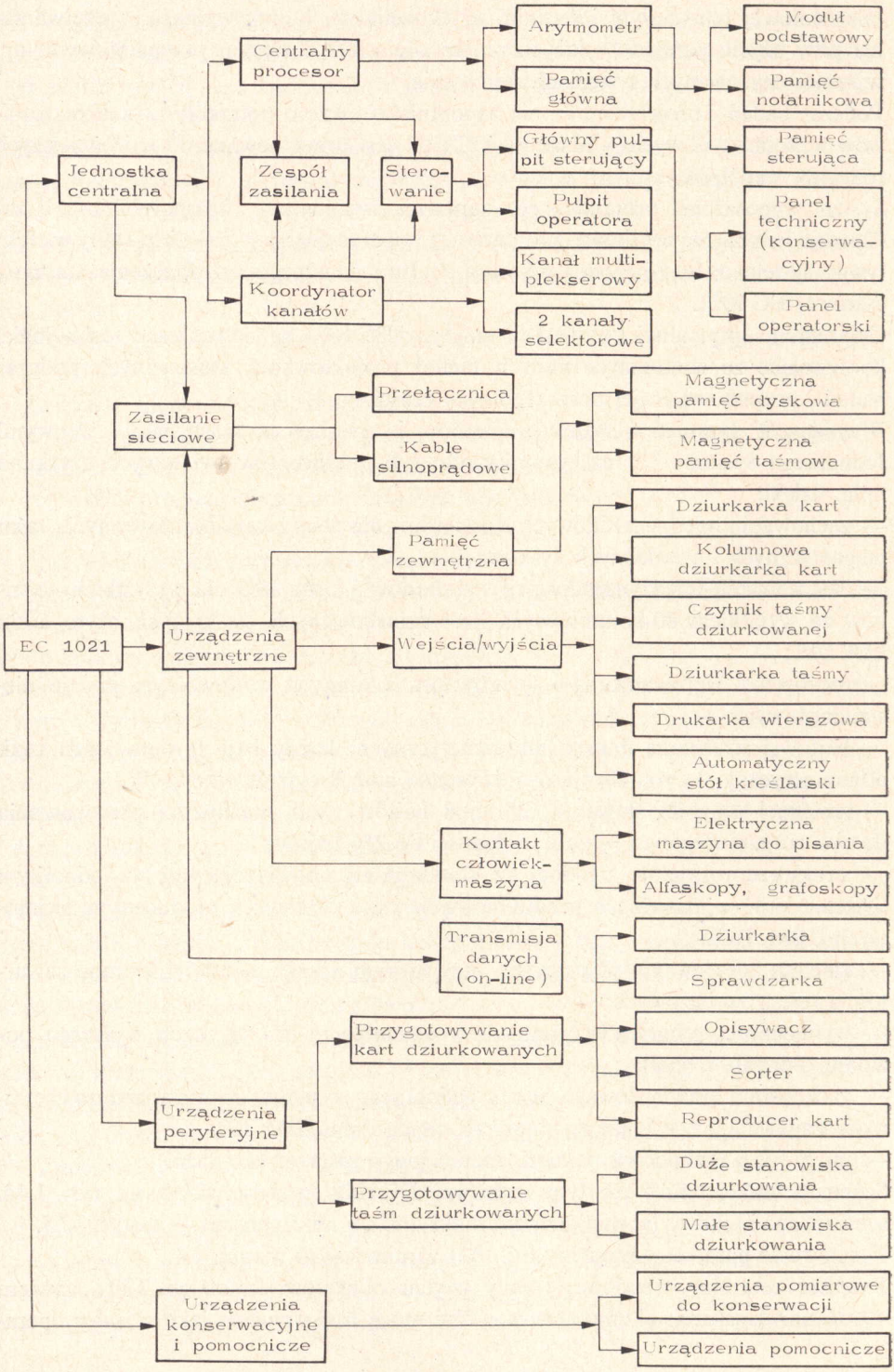
— zachowaniu standardowego złącza Jednolitego systemu dla urządzeń zewnętrznych, zapewniającego także zgodność ze standardami IBM/360;

— możliwości rozbudowy pamięci operacyjnej i zestawu urządzeń.

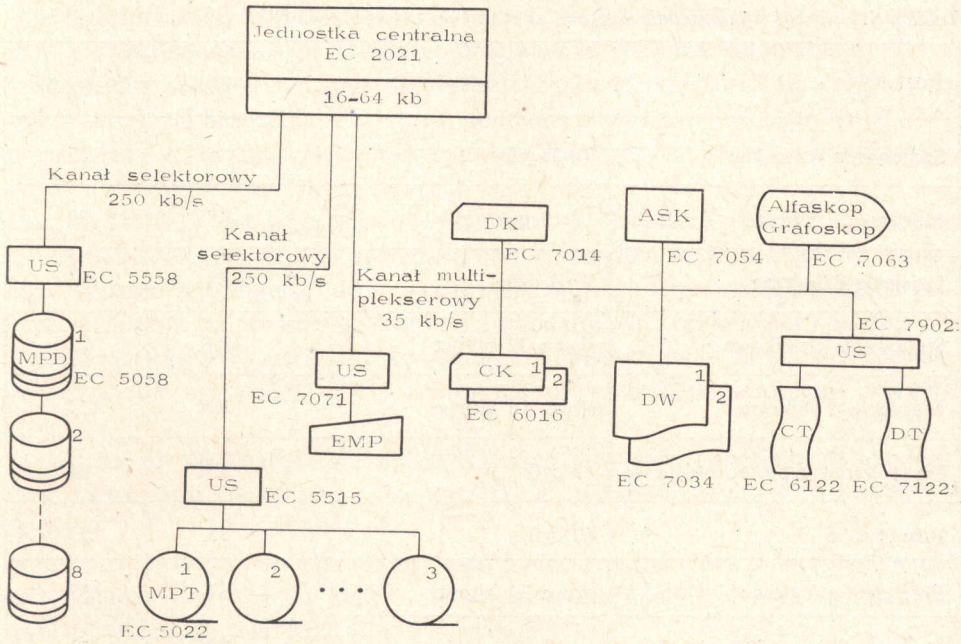
Schemat funkcjonalny maszyny cyfrowej EC 1021 przedstawiono na rys. 1.14, schemat zaś blokowy (w minimalnej i maksymalnej konfiguracji) — na rys. 1.15.

Podstawowe parametry maszyny EC 1021 zamieszczono w tabl. 1.4.

Procesor centralny, zbudowany przy użyciu obwodów scalonych TTL, zawiera 4×16 uniwersalnych akumulatorów, które mogą być używane jako rejestry opera-



Rys. 1.14. Schemat funkcjonalny maszyny cyfrowej EC 1021



Rys. 1.15. Schemat blokowy maszyny cyfrowej EC 1021
US — urządzenie sterujące; MPD — magnetyczna pamięć dyskowa; MPT — magnetyczna pamięć taśmowa; EMP — elektryczna maszyna do pisania; DK — dziurkarka kart; CK — czytnik kart; ASK — automatyczny stół kreślarski; DW — drukarka wierszowa; CT — czytnik taśmy; DT — dziurkarka taśmy

cyjne. Długość akumulatorów — 4 bajty; szyny przesyłowe mają szerokość 1 bajtu. Liczba rozkazów jest równa 66, długość części adresowej — 16 bitów. Układowo zrealizowano działania na bajtach, liczenie dziesiętne i z podwójną precyzją, sterowanie urządzeń wejścia/wyjścia, odwoływanie do programowych zegarów itp. Zmienny przecinek — tylko programowany. Długość cyklu mikroinstrukcji wynosi od 380 do 400 ns.

Charakterystyki pamięci maszyny cyfrowej EC 1021 przedstawiono w tabl. 1.5. Jednostkę centralną wyposażono w kanał multiplekserowy i kanały selektorowe, których parametry przedstawiono w tabl. 1.6.

Jednostka centralna jest zaprojektowana bardzo ekonomicznie; poszczególne bloki i układy służą do realizacji wielu różnorodnych funkcji. Znamienne cechy tej koncepcji są następujące:

— pamięć maszyny ma strukturę trójpoziomową i obejmuje:
  bardzo szybką pamięć wewnętrzną;
  pamięć główną (operacyjną);
  pamięć zewnętrzną (dyski, taśmy magnetyczne);
— istnieje prosty technicznie i programowo, a jednocześnie dość szybki aparat przemieszczania danych między różnymi poziomami pamięci;

Tablica 1.4. Czasy wykonywania operacji w maszynie cyfrowej EC 1021

Rozkazy	Argumenty	Format	Czas (μs)
Sumowanie dziesiętne	7+3 cyfry	SS	75
Mnożenie dziesiętne	7×3 cyfry	SS	80
Dzielenie dziesiętne	7 : 3 cyfry	SS	164
Sumowanie dwójkowe	słowa 32 bitowe	RR	22
Mnożenie dwójkowe	słowa 16 bitowe	RX	135
Tłumaczenie na postać dwójkową	7 cyfr	RX	98
Przesunięcie	40 cyfr	SS	253
Porównanie logiczne	słowa 32 bitowe	SS	37
Skok warunkowy BC	warunek spełniony warunek niespełniony	RX	32 29
Kompresja liczb	4 znaki → 2 znaki	SS	73

Tablica 1.5. Pamięci maszyny cyfrowej EC 1021

Pamięć	Pojemność	Cykl	Technologia
Sterująca	3072 słowa po 72 bity	250 ns	Transformatorowa
Notatnikowa	384 b	150 ns	Półprzewodnikowa
Główna	16,32 lub 64 kb	2 μs	Rdzenie ferrytowe o średnicy 0,8 mm

Tablica 1.6. Parametry kanałów maszyny cyfrowej EC 1021

Parametr	Kanał	
	multiplekserowy	selektorowy
Liczba podkanałów	16	—
Przepustowość przy pracy multiplekserowej	36 kb/s	—
Przepustowość przy pracy selektorowej	220 kb/s	250 kb/s
Maksymalna liczba urządzeń sterujących	10	10
Maksymalna liczba urządzeń zewnętrznych	136	160

— podczas przerwań bieżący stan przerywanego programu zapisuje się automatycznie do pamięci notatnikowej; powrót do programu jest również automatyczny;
— urządzenia zewnętrzne i inne zespoły funkcjonalne przydziela się programom według określonej hierarchii priorytetów, podobnie przebiega obsługa przerwań;
— specjalne układy zapewniają efektywną współbieżną pracę kanałów multiplekserowych i selektorowych;

Maszyna EC 1021 jest przystosowana do pracy w systemach wielomaszynowych, przy czym zakłada się, że rolę nadrzędną będzie spełniała większa maszyna Jednolitego Systemu. Współpracę między maszynami można zorganizować na trzech poziomach (zależnie od potrzeb i dopasowania standardów) w następujący sposób:
— przez bezpośredni kontakt między pamięciami operacyjnymi za pomocą specjalnych rozkazów uprzywilejowanych, służących do przesyłania informacji sterujących;
— przez kanały selektorowe lub multiplekserowe, przy użyciu specjalnego adaptera międzykanałowego (w ramach jednego ośrodka); osiągalna szybkość przesyłań — 250 kb/s;
— za pośrednictwem wspólnie użytkowanej pamięci zewnętrznej, dołączonej (w ramach jednego ośrodka) do kanałów zewnętrznych dwóch jednostek centralnych (szybkość przesyłań zależy od typu pamięci).

Architektura pamięci i struktura oprogramowania podstawowego są uwarunkowane dwoma celami: dążeniem do minimalizacji kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych (łącznie z kosztami programów użytkowych) oraz dążeniem do zapewnienia wymienności programów z innymi maszynami Jednolitego Systemu. Znalazło to odbicie w następujących cechach technicznych i technologicznych:
— zachowano międzynarodowe normy dotyczące wewnętrznej struktury rozkazów i danych;
— zachowano międzynarodowe normy dotyczące przedstawiania kodów wewnętrznych na zewnętrznych nośnikach informacji;
— racjonalnie ograniczono wielkość i koszt maszyny przez wyeliminowanie pewnych funkcji i możliwości, gwarantując jednocześnie zachowanie standardów Jednolitego Systemu dla funkcji zrealizowanych;
— zapewniono wymienność programów użytkowych na poziomie assemblera (z ograniczeniami wynikającymi z zawężenia listy rozkazów);
— zapewniono wymienność danych na wszystkich nośnikach zewnętrznych;
— zapewniono jednolitą strukturę systemu operacyjnego i technologię współpracy operatorów i programistów z systemem.

Oprogramowanie podstawowe jest zorganizowane w dyskowy system operacyjny o nazwie Malý Operační Systém (Mały System Operacyjny), w skrócie MOS. System operacyjny jest nierozłączną częścią maszyny i wraz ze sprzętem tworzy system liczący EC 1021.

System operacyjny MOS jest systemem wsadowym jednostrumieniowym. Zaprojektowano go pod kątem maksymalizacji wydajności przetwarzania, przede wszystkim

przez automatyzację czynności operatorskich. Ponadto ułatwia przygotowywanie programów użytkowych i korzystanie z różnorodnych programów usługowych, znajdujących się pod nadzorem systemu.

Programy systemu operacyjnego są przechowywane w pamięci dyskowej. Pewną ich część wprowadza się do pamięci głównej, gdzie przebywają stale podczas działania systemu, pozostałe zaś programy wprowadza się do pamięci głównej zależnie od potrzeb. System operacyjny MOS gwarantuje wymienność programów EC 1021 z pozostałymi maszynami Jednolitego Systemu na poziomie assemblera i języków wysokopoziomowych, jednak z ograniczeniami wynikającymi z węższej listy rozkazów. Zapewnia też wymienność danych na nośnikach zewnętrznych.

W systemie operacyjnym MOS można wyróżnić następujące części składowe:

1. program nadzorczo-sterujący (wieloprogramowy):
   — supervisor;
   — podsystem sterowania zadań;
   — ładowacz programu nadzorczo-sterującego (Initial Program Loading, w skrócie IPL);
   — pakiet programów sterowania wejścia/wyjścia IOCS (Input/Output Control System) na poziomie logicznym.
2. Programy obsługowe:
   — konsolidator;
   — programy zarządzania i obsługi bibliotek;
   — generator programów sortujących (dla danych o stałej i zmiennej długości pól);
   — programy tłumaczące i programy obsługi zbiorów;
   — programy wyprowadzania obszarów pamięci głównej i ponownego startu;
   — uniwersalny program uruchamiania.

Maszyna jest wyposażona w assembler oraz translatory języków wyższego poziomu — RPG, Fortranu i Cobolu. Ponadto w skład systemu operacyjnego wchodzą biblioteki funkcji standardowych, testów technicznych, różnych funkcji wykonywanych w trybie interpretacyjnym itp.

Urządzenia zewnętrzne i peryferyjne [1] *trzeciej generacji*

Czechosłowacja, prócz jednostki centralnej omówionej maszyny cyfrowej EC 1021, produkuje 33 urządzenia z nomenklatury Jednolitego Systemu, obejmującej 142 pozycje. Są to urządzenia skomplikowane, o rozbudowanych funkcjach sterowania, a więc zawierające odpowiednie układy sterujące. Ich produkcję skupiono w zakładach podległych zjednoczeniom ZPA, Tesla i Zbrojovka. Oto zestawienie niektórych typów urządzeń produkowanych w Czechosłowacji:

[1] Na przykład urządzenia służące do przygotowania maszynowych nośnika informacji. Niekiedy nazywa się je urządzeniami pomocniczymi (przyp. tłum.).

Urządzenia	Nomenklatura JS	Podstawowe urządzenia
Magnetyczna pamięć dyskowa DP 4	EC 5058	pakiet 7,25 Mb Szybkość 156 kb/s Czas dostępu 30—150 ms
Urządzenie sterujące pamięci dyskowej	EC 5558	
Magnetyczna pamięć taśmowa MPP 120 A	EC 5022	Taśma 12,7 mm; długość do 750 m Szybkość 126 kb/s Gęstość 31 bitów/mm
Urządzenie sterujące pamięci taśmowej	EC 5515	
Automatyczny stół kreślarki (plotter) Digigraf 1612 (z układami sterowania)	EC 7054	Powierzchnia 1600×1200 mm Szybkość 50 mm/s Dokładność 0,05 mm 4 pisaki, 64 symbole Możliwość rycia i kreślenia promieniami świetlnymi
Dziurkarka kart z opisywaczem Aritma 131	EC 9015	Szybkość 60 kolumn/s
Sprawdzarka kart dziurkowanych Aritma 631	EC 9018	Szybkość 290 kolumn/s
Czytnik kart dziurkowanych Aritma 1114 (z układami sterowania)	EC 6016	Szybkość 1000 kart/min
Urządzenie wyjściowe na karty dziurkowane Aritma 1122 (z układami sterowania)	EC 7014	Szybkość 120 kolumn/s 3500—7000 kart/h
Drukarka alfanumeryczna RTB	EC 7034	Szybkość 600—900 wierszy/min
Czytnik taśmy dziurkowanej FS 1503	EC 6122	Szybkość 1500 znaków/s
Czytnik taśmy dziurkowanej (zbudowany na zespołach mechanicznych) Consul 337.4	EC 6121	Szybkość 350 znaków/s
Czytnik taśmy dziurkowanej i kart obrzeżnie dziurkowanych Consul 337.2	EC 6191	Szybkość 300 znaków/s (start-stop 100 znaków/s)
Dziurkarka taśmy i kart obrzeżnie dziurkowanych Consul 333	EC 7191	Szybkość 55 znaków/s
Elektryczna maszyna do pisania (z układami sterowania)	EC 7071	Szybkość 10 znaków/s

Urządzenia	Nomenklatura JS	Podstawowe urządzenia
Elektryczna maszyna do pisania Consul 254	EC 7172	Szybkość 10 znaków/s
Monitor ekranowy	EC 7063	67 dostępnych znaków, 960 znaków na ekranie klawiatura
Czytnik i dziurkarka taśmy papierowej (z układami sterowania)	EC 7902	Szybkość: czytanie 1500 znaków/s dziurkowanie 100 znaków/s
Stanowisko robocze (małe) do przygotowywania i kontroli taśmy papierowej	EC 9022	Szybkość: czytanie 300 znaków/s dziurkowanie 55 znaków/s
Stanowisko robocze (duże) do przygotowywania i kontroli taśmy papierowej	EC 9021	Szybkość: czytanie 300 znaków/s dziurkowanie 55 znaków/s nadruki 10 znaków/s
Modem Tesla MDS 200	EC 8002	szybkość 200 bodów
Modem Tesla MDS 1200	EC 8006	Szybkość 1200 bodów

Ponadto można wymienić automaty księgujące Consul, dalekopis T 100, klawiaturę alfanumeryczną, monitor ekranowy, drukarkę numeryczną, zestawy teletransmisyjne itp., nie należące do nomenklatury Jednolitego Systemu.

Maszyny matematyczne nie należące do Jednolitego Systemu

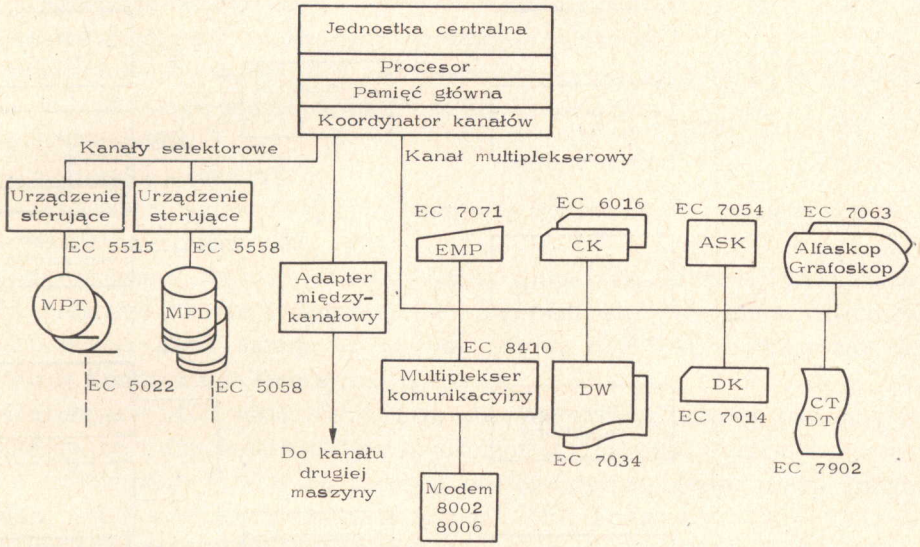
Maszyna cyfrowa R 30A. W pierwotnym programie badań i rozwoju maszyn cyfrowych trzeciej generacji wchodzących w skład Jednolitego Systemu, obok maszyny EC 1021 znalazła się także średnia maszyna cyfrowa R 30A, opracowywana również w Instytucie Maszyn Matematycznych.

Maszyna ta należała do kategorii oznaczonej w ramach Jednolitego Systemu symbolem R 30 i nawiązywała do maszyny EC 1021. Z punktu widzenia przewidywanych potrzeb, produkcja maszyny cyfrowej tej kategorii w Czechosłowacji była zamierzeniem celowym.

Ponieważ jednak należało skupić siły i środki w interesie efektywnej współpracy w ramach Jednolitego Systemu, prace nad maszyną R 30A wstrzymano i zajęto się projektowaniem maszyny EC 1021. Wspominamy tutaj jednak o realizacji projektu R 30A po to, aby czytelnik mógł sobie wytworzyć pełny obraz prac nad czechosłowackimi maszynami cyfrowymi trzeciej generacji.

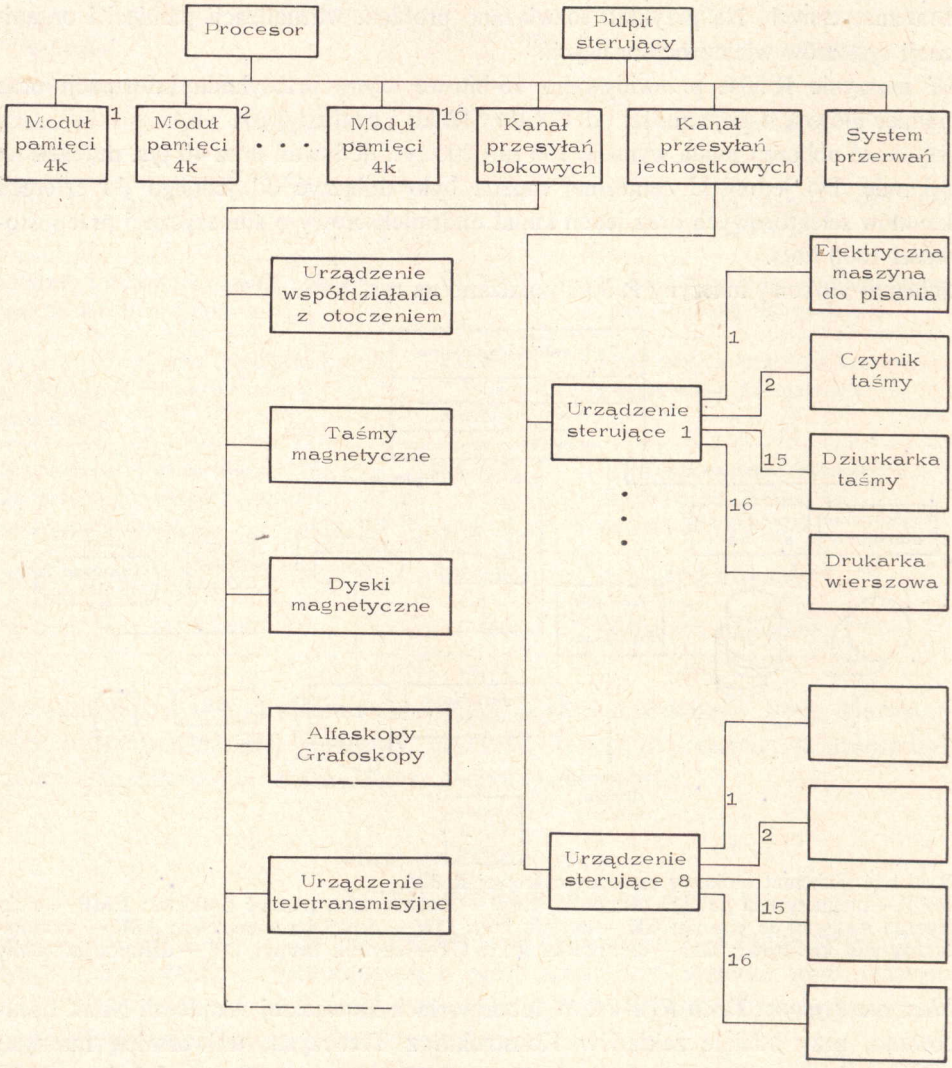
Mimo krótkiego czasu trwania prac badawczych uzyskano wiele cennych wyników, które stały się wartościowym dorobkiem naukowo-badawczym Instytutu Maszyn

Matematycznych. Na przykład rozwiązano problem wirtualizacji pamięci i organizacji systemów wieloprocesorowych.
W maszynie R 30A przewidywano 16-bitowe szyny przesyłania informacji oraz pamięć główną o pojemności od 128 do 512 kb i cyklu 1,3 μs.
Szybkość obliczeń miała wynosić 100 lub 200 tys. dodawań oraz 40 tys. mnożeń na sekundę. Do jednostki centralnej można było dołączyć od jednego do czterech kanałów selektorowych oraz jeden kanał multiplekserowy o sumarycznej przepustowości 1000 kb/s.
Schemat blokowy maszyny R 30A pokazano na rys. 1.16.



Rys. 1.16. Schemat blokowy maszyny cyfrowej R 30A
MPT — magnetyczna pamięć taśmowa; MPD — magnetyczna pamięć dyskowa; EMP — elektryczna maszyna do pisania; CK — czytnik kart; DW — drukarka wierszowa; ASK — automatyczny stół kreślarski; DK — dziurkarka kart; CT — czytnik taśmy; DT — dziurkarka taśmy

Maszyna cyfrowa Tesla RPP 16. W laboratoriach Słowackiej Akademii Nauk opracowano, przy udziale zakładów Konstrukta z Trenczyna, uniwersalną maszynę cyfrową do sterowania procesów — Tesla RPP 16 (rys. 1.17); produkcję podjęły zakłady Tesla w Orawie.
Maszyna RPP 16 jest jednoadresową maszyną o arytmetyce dwójkowej, przeznaczoną do przetwarzania w czasie rzeczywistym. Przewiduje się jej zastosowanie w energetyce, przemyśle chemicznym, hutnictwie, przemyśle maszynowym, spożywczym itp., a także do obliczeń naukowo-technicznych. Może pracować w systemach hierarchicznych jako satelita lub jako partner innych maszyn tego samego typu.
Pod względem możliwości zespołu wejścia/wyjścia, systemu przerwań i listy rozkazów, RPP 16 ma cechy maszyny średniej wielkości. Jest też wyposażona w układy ochrony pamięci operacyjnej, kontrolę parzystości i kanały bezpośredniego dostępu.



Rys. 1.17. Schemat blokowy maszyny cyfrowej Tesla RPP 16

Dla programisty są dostępne operacje arytmetyczne i logiczne, skoki, modyfikacje, operacje bezadresowe na literalnym argumencie, manipulacje na bitach itp. Pewną wadą może być brak układowej realizacji operacji zmiennoprzecinkowych.

Jednostka centralna jest zbudowana z elementów produkcji czechosłowackiej i wykazuje wszystkie cechy nowoczesności, znamienne dla maszyn tej wielkości. A oto niektóre z nich:

— równoległa organizacja pamięci;
— słowo (16+1)-bitowe;
— cykl pamięci 2 μs;

— pojemność pamięci operacyjnej od 4096 do 65 536 słów;
— adresowanie względne i pośrednie wielopoziomowe;
— czas trwania operacji arytmetycznych i logicznych 4 μs;
— czas trwania operacji sterujących i międzyrejestrowych 2 μs;
— czas trwania operacji mnożenia i dzielenia przekracza 10 μs;
— priorytetowy system przerwań;
— zabezpieczenie przeciwko awarii zasilania;
— układy ochrony pamięci;
— układy kontroli parzystości;
— zegar czasu rzeczywistego;
— kanał współpracy z otoczeniem (sterowanym procesem).

Oprogramowanie maszyny RPP 16 ma strukturę pozwalającą na łatwe dostosowanie do konkretnych potrzeb. Własność tę uzyskano dzięki:
— modularności;
— możliwości rozbudowy;
— zapewnieniu niezawodności programu przy sterowaniu w zamkniętej pętli;
— wymienności programów.

Oprogramowanie obejmuje monitor, system operacyjny, assembler SAM, Fortran IV, programy testowe i diagnostyczne oraz bibliotekę programów użytkowych. W wariancie „mini" stosuje się maszynę cyfrową RPP 16M, produkowaną przez zakłady Konstrukta w Trenczynie.

Minikomputer ADT 4000. Najmniejszą maszyną cyfrową trzeciej generacji, jaką opracowano w Czechosłowacji, jest minikomputer ADT 4000 (część cyfrowa systemu hybrydowego ADT). Tę maszynę opracowano wspólnymi siłami Instytutu Maszyn Matematycznych, zakładów Aritma i ZPA Trutnow.

System hybrydowy ADT jest kolejnym etapem rozwoju techniki analogowej. Należy do systemów średniej wielkości i składa się z dwu części: analogowej ADT 3000 i cyfrowej ADT 4000. Każdą z nich zaprojektowano jako autonomiczną jednostkę, dzięki czemu mogą pracować samodzielnie.

Minikomputer ADT 4000 jest na tyle typowy, że pozwala korzystać z oprogramowania najbardziej rozszerzonych typów maszyn tej klasy. Jak dotychczas, spotkał się z dużym zainteresowaniem użytkowników sprzętu liczącego, co pozwala się spodziewać, że znajdzie również szerokie zastosowanie.