

22075  
70353  
82720  
37082

*Automatyczne  
przetwarzanie  
informacji*

07282  
77030  
32078  
57223  
23507

Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne

07590

Nakładem PWE ukazały się  
następujące pozycje:

*Władysław Radzikowski*  
METODY MATEMATYCZNE  
I STATYSTYCZNE  
W PRZEDSIĘBIORSTWIE  
s. 275, cena zł 35, —

\*

*Mieczysław Lesz*  
MATEMATYCZNE MODELOWANIE  
PLANU ZAKŁADU  
PRODUKCYJNEGO  
s. 152, cena zł 15, —

\*

*L. Tieriechow*  
METODY  
EKONOMICZNO-MATEMATYCZNE  
tłum. z ros.  
s. 343, cena zł 35, —

\*

*Richard Stone*  
MATEMATYKA W NAUKACH  
SPOŁECZNYCH  
tłum. z ang.  
s. 331, cena zł 55, —







*Automatyczne  
przetwarzanie  
informacji*





# *Automatyczne przetwarzanie informacji*

---

PRACA ZBIOROWA

*pod redakcją naukową*

ZDZISŁAWA HELLWIGA

---

WARSZAWA 1971

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO EKONOMICZNE

Autorzy poszczególnych rozdziałów

STANISŁAW KRAWCZYK, URSZULA KRÓLIK, ELŻBIETA NIEDZIELSKA,  
STANISŁAWA NITEK, ADAM NOWICKI, WALENTY OSTASIEWICZ,  
WIESŁAW PLUTA, ANDRZEJ RAMUŁT, JAN SZTAJER, JERZY  
TRYBULSKI

Okladkę i obwolotę projektował  
TADEUSZ CHLEBOWSKI

Redaktor  
ZBIGNIEW MIRECKI



## SPIS TREŚCI

Od wydawcy . . . . .	11
Przedmowa . . . . .	13

### Część I

### TECHNIKA — METODY

<b>1. Wprowadzenie (Elżbieta Niedzielska)</b> . . . . .	17
1.1. Uwagi wstępne . . . . .	17
1.2. Rys historyczny rozwoju środków liczących . . . . .	20
1.3. Klasyfikacja i charakterystyka ogólna środków technicznych przetwarzania informacji . . . . .	27
Bibliografia . . . . .	31
<b>2. Środki techniczne mechanizacji przetwarzania informacji (Elżbieta Niedzielska)</b> . . . . .	33
2.1. Charakterystyka ogólna środków małej, średniej i wielkiej mechanizacji . . . . .	33
2.2. Środki techniczne małej mechanizacji . . . . .	36
2.2.1. Biurowe maszyny dwudziałaniowe . . . . .	36
2.2.2. Biurowe maszyny czterodziałaniowe . . . . .	37
2.2.3. Elektroniczne arytometry biurowe . . . . .	39
2.3. Środki techniczne średniej mechanizacji . . . . .	43
2.3.1. Maszyny do księgowania . . . . .	43
2.3.2. Maszyny do fakturowania . . . . .	46
2.4. Środki techniczne wielkiej mechanizacji . . . . .	48
2.4.1. Karta perforowana jako techniczny środek powiązania dokumentacji źródłowej z pracą maszyn analitycznych . . . . .	48
2.4.2. Zestaw maszyn jako podstawowa jednostka techniczno-eksploatacyjna . . . . .	51
2.4.3. Dziurkarka kart . . . . .	53
2.4.4. Sprawdzarka kart . . . . .	55
2.4.5. Sorter . . . . .	57
2.4.6. Tabulator . . . . .	59
2.4.7. Dziurkarka sumaryczna . . . . .	62
2.4.8. Kalkulator . . . . .	63
2.4.9. Reprodicer . . . . .	66

2.4.10. Kolator . . . . .	67
2.4.11. Opisywacz . . . . .	69
2.4.12. Dziurkarka kart oznaczonych znakami grafitowymi . . . . .	69
2.5. Uwagi końcowe . . . . .	70
Bibliografia . . . . .	71
<b>3. Środki techniczne automatyzacji przetwarzania informacji — elektroniczne maszyny cyfrowe (Wiesław Pluta 3.1—3.3, Urszula Królik 3.4) . . . . .</b>	<b>74</b>
3.1. Elektroniczna maszyna cyfrowa jako automatyczne urządzenie do liczenia	74
3.2. Organizacja funkcjonalna elektronicznej maszyny cyfrowej do przetwarzania danych . . . . .	78
3.2.1. Schemat organizacji wewnętrznej maszyny cyfrowej . . . . .	78
3.2.2. Jednostka centralna . . . . .	81
3.2.3. Urządzenia pamięci zewnętrznej . . . . .	85
3.2.4. Urządzenia peryferyjne wejścia i wyjścia . . . . .	88
3.2.5. Taśma perforowana . . . . .	90
3.2.6. Taśma magnetyczna . . . . .	93
3.2.7. Transmisja danych. Sposoby przesyłania informacji . . . . .	95
3.2.8. Urządzenia zewnętrzne wejścia . . . . .	100
3.2.9. Urządzenia zewnętrzne wyjścia . . . . .	101
3.3. Charakterystyka techniczno-eksploatacyjna trzech podstawowych rodzajów maszyn cyfrowych . . . . .	104
3.4. Współczesne tendencje rozwojowe maszyn cyfrowych . . . . .	107
3.4.1. Produkcja i użytkowanie maszyn cyfrowych na świecie . . . . .	107
3.4.2. Rozwój i eksploatacja maszyn cyfrowych w Polsce . . . . .	114
3.4.3. Aktualne tendencje i prognozy rozwojowe elektronicznych maszyn cyfrowych . . . . .	124
Bibliografia . . . . .	129
<b>4. Procesy automatycznego przetwarzania informacji (Jerzy Trybalski) . . . . .</b>	<b>131</b>
4.1. Pojęcia podstawowe . . . . .	131
4.2. Proces automatycznego przetwarzania danych i jego projektowanie . . . . .	142
4.2.1. Fazy procesu przetwarzania danych . . . . .	143
4.2.2. Etapy projektowania systemu automatycznego przetwarzania danych . . . . .	145
4.3. Koncepcja organizacji projektowania systemu automatycznego przetwarzania danych . . . . .	150
4.3.1. Organizacja zespołu projektującego . . . . .	151
4.3.2. Wybór problematyki i etapowanie projektu . . . . .	153
Bibliografia . . . . .	155
<b>5. Opis i analiza istniejącego systemu przetwarzania danych (Adam Nowicki) . . . . .</b>	<b>157</b>
5.1. Cel opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych . . . . .	157
5.2. Sposoby zbierania informacji o istniejącym systemie przetwarzania danych . . . . .	161
5.3. Elementy opisu systemu przetwarzania danych . . . . .	162
5.3.1. Charakterystyka badanego przedsiębiorstwa . . . . .	162



5.3.2. Spis dokumentów źródłowych, pośrednich i zestawień końcowych	163
5.3.3. Opis poszczególnych dokumentów wchodzących w skład systemu przetwarzania danych	167
5.3.4. Zestawienie ilości dokumentów i bilans danych	171
5.3.5. Schemat powiązań dokumentów	172
5.3.6. Schemat powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi	174
5.3.7. Opis i liczbowa charakterystyka stosowanej symboliki	177
5.4. Analiza istniejącego systemu przetwarzania danych	179
5.5. Wnioski do projektu systemu automatycznego przetwarzania danych	182
Bibliografia	183
<b>6. Projektowanie danych i wyników (Jan Sztajer 6.1—6.5, Urszula Królik 6.6—6.7)</b>	185
6.1. Zakres informacji na dokumentach źródłowych	185
6.2. Projektowanie kodów	190
6.3. Projektowanie wzorów i obiegów dokumentów źródłowych	197
6.3.1. Projektowanie formularzy dokumentacji źródłowej	197
6.3.2. Projektowanie karto-dokumentów (kart dualnych)	206
6.3.3. Obiegi dokumentów źródłowych i karto-dokumentów	208
6.4. Projektowanie wzorów maszynowych nośników informacji	209
6.4.1. Projektowanie kart perforowanych	209
6.4.2. Projektowanie taśm perforowanych	215
6.5. Projektowanie wzorów zestawień końcowych	216
6.6. Sposoby kontroli danych	218
6.6.1. Rodzaje kontroli	218
6.6.2. Kontrola dokumentów źródłowych	220
6.6.3. Kontrola maszynowych nośników informacji	221
6.6.4. Kontrola opracowań końcowych	223
6.7. Organizacja splywu dokumentów	224
Bibliografia	225
<b>7. Metodyka projektowania przetwarzania danych (Andrzej Ramult, z wyjątkiem 7.1.3 — Stanisława Nitek)</b>	226
7.1. Sekwencyjne przetwarzanie danych	226
7.1.1. Zasady sekwencyjnego przetwarzania danych	226
7.1.2. Zbiory na taśmie magnetycznej	227
7.1.3. Sortowanie danych na taśmie magnetycznej	235
7.1.4. Aktualizacja (modyfikacja) zbiorów na taśmie magnetycznej	242
7.2. Ogólny schemat blokowy Systemu Elektronicznego Przetwarzania Danych i jego podziału na przebiegi	246
7.2.1. Zasady budowy ogólnego schematu SEPD	246
7.2.2. Zasady sporządzania schematów przebiegów pracy maszyny cyfrowej	249
7.3. Rozplanowanie wyników pośrednich	253
Bibliografia	253



<b>8. Programowanie maszyny cyfrowej (Walenty Ostasiewicz)</b>	254
8.1. Uwagi wstępne	254
8.2. Schematy blokowe	257
8.3. Programowanie bezpośrednie	266
8.4. Programowanie automatyczne	273
8.5. Translacja	278
8.6. Oprogramowanie maszyn cyfrowych	281
8.7. Dokumentacja programów	283
8.8. Uwagi końcowe	285
Bibliografia	291

## Część II

### ZASTOSOWANIA

<b>9. Programowanie liniowe (Stanisława Nitek)</b>	293
9.1. Sformułowanie zagadnienia	293
9.2. Matematyczny model programowania liniowego	294
9.3. Zastosowania programowania liniowego	295
9.3.1. Model mieszanki	295
9.3.2. Model transportowy	300
9.4. Metody rozwiązywania i maszynowe rozwiązywanie zagadnień programowania liniowego	306
Bibliografia	309
<b>10. Programowanie sieciowe (Walenty Ostasiewicz)</b>	310
10.1. Uwagi wstępne	310
10.2. Budowa modelu sieciowego	312
10.3. Parametry modelu sieciowego	314
10.4. Analiza sieci zależności	317
10.5. Optymalizacja kosztów realizacji przedsięwzięcia	319
10.6. Optymalizacja rozdziału zasobów	322
10.7. Uwagi końcowe	325
Bibliografia	326
<b>11. Systemy informacyjne (Stanisław Krawczyk)</b>	327
11.1. Uwagi wstępne	327
11.2. Analiza systemu informacyjnego	328
11.3. Wybrane projekty automatycznych systemów informacyjnych	334
Bibliografia	339
<b>12. Systemy ewidencyjne (Jan Sztajer)</b>	340
12.1. Charakterystyka agendy	341
12.2. Opisowa definicja problemu	344
12.3. Nośniki informacji	347
12.4. Zakres i wielkość informacji na dokumentach źródłowych	351
12.5. Budowa kodów cyfrowych	351
12.6. Wzory dokumentów źródłowych i maszynowych nośników informacji	355

12.7. Wzory zestawień końcowych . . . . .	355
12.8. Rozplanowanie zapisów w pamięci maszyny oraz schemat blokowy systemu . . . . .	357
12.9. Budowa kompleksowego systemu gospodarki materiałowej . . . . .	357
Bibliografia . . . . .	358
<b>13. Systemy planowania (Elżbieta Niedzielska) . . . . .</b>	<b>360</b>
13.1. Funkcje planowania produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym . . . . .	360
13.2. Wybrane przykłady systemów automatycznego przetwarzania danych planowania produkcji . . . . .	362
13.2.1. Uwagi wstępne . . . . .	362
13.2.2. Pakiet Obliczeń Produkcyjnych — POP . . . . .	363
13.2.3. System Kontroli i Planowania Produkcji — SYKOPP . . . . .	370
13.2.4. System Operatywnego Planowania Produkcji Plastikowej z zastosowaniem Elektronicznej Techniki Obliczeniowej — SOPETO . . . . .	376
13.2.5. Automatyczny System Ciągłego Operatywnego Planowania Produkcji — ASCOPP . . . . .	379
Bibliografia . . . . .	380
<b>14. Zarządzanie w warunkach automatycznego przetwarzania danych (Jerzy Trybulski) . . . . .</b>	<b>382</b>
14.1. Organizacja zarządzania w warunkach automatycznego przetwarzania danych . . . . .	382
14.2. Klasyfikacja systemów automatycznego przetwarzania danych . . . . .	391
14.2.1. Uwagi wstępne . . . . .	391
14.2.2. Systemy cząstkowe . . . . .	391
14.2.3. Systemy całościowe . . . . .	392
14.2.4. Systemy zintegrowane . . . . .	392
14.3. Efektywność systemów automatycznego przetwarzania danych . . . . .	393
14.3.1. Efekty bezpośrednie . . . . .	393
14.3.2. Efektywność pośrednia . . . . .	395
Bibliografia . . . . .	395
<b>15. Organizacja ośrodków obliczeniowych (Jerzy Trybulski) . . . . .</b>	<b>396</b>
15.1. Wiadomości wstępne . . . . .	396
15.2. Ośrodki usługowe . . . . .	397
15.3. Ośrodki obliczeniowe wewnątrzzakładowe i branżowe . . . . .	413
15.4. Systemy informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej . . . . .	414
<b>16. Języki programowania zagadnień ekonomicznych (Walenty Ostasiewicz) . . . . .</b>	<b>415</b>
16.1. Wprowadzenie . . . . .	415
16.2. PLAN . . . . .	419
16.3. COBOL . . . . .	425
16.3.1. Ogólna struktura programu . . . . .	425
16.3.2. Identyfikacja programu . . . . .	426
16.3.3. Opis maszyny oraz urządzeń . . . . .	427
16.3.4. Opis danych . . . . .	427

16.3.5. Opis procedur . . . . .	430
16.4. Inne języki programowania . . . . .	435
16.4.1. Wstęp . . . . .	435
16.4.2. ALGEK . . . . .	436
16.4.3. PL/1 . . . . .	436
16.4.4. ALGOL-68 . . . . .	439
Bibliografia . . . . .	440
<b>Aneks</b> . . . . .	<b>441</b>
<b>Indeks</b> . . . . .	<b>443</b>



## OD WYDAWCY

Kraj nasz przeżywa obecnie okres zasadniczych zmian w dziedzinie zarządzania gospodarką narodową. Wiąże się to z przejściem naszej ekonomiki na wyższy etap, w którym wskaźniki ilościowe zaczynają już tracić swój priorytet na rzecz wskaźników jakościowych.

W tej walce o rozwój i postęp i o dotrzymanie kroku innym krajom w międzynarodowej rywalizacji gospodarczej, ulegają przeobrażeniu nie tylko nasze pojęcia i sposób myślenia, ale także sposoby kierowania, zarządzania, administrowania i organizowania wszelkich form zbiorowej działalności społeczeństwa zmierzającej do osiągnięcia celów i zadań zawartych w narodowym planie gospodarczym.

Rozwiązywanie skomplikowanych problemów wynikających z realizacji tych zadań stwarza konieczność posługiwania się szybkim i sprawnym sprzętem służącym do zbierania, przesyłania, gromadzenia, przetwarzania i analizowania wielkiej ilości informacji niezbędnych do podejmowania optymalnych decyzji.

Książka niniejsza informuje właśnie Czytelnika o podstawowych zasadach, regułach i metodach opracowywania bogatego materiału informacyjnego za pomocą nowoczesnych maszyn i urządzeń. I w tym sensie książka stanowi samodzielną, odrębną jednostkę.

Trzeba jednak stwierdzić, iż wydawnictwo dostrzegając wielkie przemiany, jakie zachodziły i zachodzą w innych krajach i naszym kraju w związku z erą przemysłowego wykorzystania elektronicznych maszyn cyfrowych i nowoczesnych środków telekomunikacji, od dawna przygotowywało się do wydania czterotomowej edycji poświęconej prezentacji podstawowych wiadomości z dziedziny zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej w gospodarce narodowej.

Pierwszą pozycją z tego zakresu była książka *O maszynach cyfrowych*, w której Czytelnik znajdował odpowiedź na pytanie, czym opracowuje się materiał informacyjny. Książka niniejsza odpowiada na pytanie, jak opracowuje się masowe dane ewidencyjne.

W przygotowaniu znajduje się książka *Elementy rachunku ekonomicznego*, w której Czytelnik znajdzie odpowiedź na pytanie, po co zbiera się i opracowuje informacje o funkcjonowaniu gospodarki i jak uzyskuje się syntetyczne, ilościowe odpowiedzi na pytania wynikające z wytkniętych celów gospodarowania, a dotyczące optymalnego sposobu realizacji tych celów.

Wydawnictwo ma również zamiar w dalszej przyszłości wydać książkę *Języki algorytmiczne*, traktującą o sposobie porozumiewania się człowieka z komputerem.

Ta czterotomowa edycja umożliwi każdemu Czytelnikowi, interesującemu się problematyką automatycznego przetwarzania danych i wykorzystania maszyn cyfrowych w gospodarce, zdobycie podstawowej wiedzy w tej dziedzinie. Wiedza ta będzie później mogła być rozszerzona i pogłębiona przez studiowanie literatury o bardziej specjalistycznym charakterze.

## PRZEDMOWA

Praca niniejsza poświęcona węzłowym zagadnieniom nowej dyscypliny naukowej znanej pod nazwą *automatyczne przetwarzanie informacji* (API) stanowi rozwiniętą wersję skryptu *Automatyczne Przetwarzanie Informacji* wydanego w 1969 r. przez Wyższą Szkołę Ekonomiczną we Wrocławiu. Skrypt ten miał dwa wydania i opracowany został przez zespół autorów pod kierunkiem dr Elżbiety Niedzielskiej.

Jakkolwiek tekst książki różni się od tekstu obu wydań skryptowych, jednak ogólna koncepcja i układ redakcyjny przyjęte przez dr Elżbietę Niedzielską pozostały nie zmienione. Oznacza to, że moja rola, jako redaktora, była znacznie ułatwiona, a często redukowałą się wręcz do zwykłej kontroli i weryfikacji tekstu.

Przygotowując do druku skrypt uczelniany autorzy postawili sobie bardzo skromne zadanie — dostarczenie studentom własnej uczelni pomocy naukowej do wykładów z przedmiotu „Automatyczne przetwarzanie danych”. Realizując ten cel mieli oni do swojej dyspozycji obfitą literaturę zagraniczną (z której nie zawsze jednak można było skorzystać) i bardzo ubogą literaturę krajową. W tym stanie rzeczy, pracując bez wzorów i przygotowując pomoc naukową z dyscypliny bez tradycji i ustalonego słownictwa, autorzy mieli trudne zadanie do wykonania i z dużymi oporami i wahaniem przystępowali do pracy. Wszyscy oni zdawali sobie sprawę, że skrypt wzbudzi zainteresowanie osób spoza grona studentów uczelni, i że nie zaspokoi zainteresowań i ciekawości ogółu potencjalnych Czytelników tego opracowania. Aby uniknąć nieporozumień co do charakteru skryptu, został on opatrzone przedmową, która w sposób jasny i dobitny informowała o roli i zakresie tematycznym tej pomocy naukowej.



Pierwsza edycja skryptu wydanego w nakładzie 500 egzemplarzy rozeszła się błyskawicznie i wzbudziła duże zainteresowanie Czytelników. Przygotowano więc drugie wydanie skryptu o nakładzie dalszych 500 egzemplarzy. Pierwsze wydanie dostarczyło zespołowi autorów wiele cennych wskazówek, wiele trafnych uwag recenzentów i tych Czytelników, którzy skrypt przestudiowali bardzo starannie. Pozwoliło to autorom dokonać gruntownych zmian tekstu opracowania w trakcie przygotowania maszynopisu książki.

Jako redaktor naukowy książki zobowiązałem autorów do przestrzegania następującej zasady, która stanowiła główny imperatyw przy opracowaniu poszczególnych fragmentów tekstu: książka jest adresowana do szerokiego kręgu czytelników rekrutujących się spośród:

- studentów szkół ekonomicznych,
- studentów innych kierunków studiów,
- słuchaczy specjalistycznych kursów organizowanych przez PTE, NOT i inne organizacje,
- pracowników przedsiębiorstw, w których wdrażana jest elektroniczna technika obliczeniowa,
- pracowników instytucji tego typu, jak PKP, Poczta, PKS, Banki, w których maszyny do przetwarzania danych oddają specjalnie cenne usługi,
- specjalistów — pracowników ZETO i innych osób zajmujących się zawodowo projektowaniem systemów.

Oznacza to, że zażądałem od autorów, aby nie starali się nasycić książki szczegółowymi informacjami o specjalistycznym charakterze i nie próbowali uwzględnić każdej informacji z dziedziny API, jakich pełno tak w fachowej, jak i popularnej literaturze z tej dziedziny.

Książka przedstawia współczesny, ale jednocześnie już sprawdzony punkt widzenia na przetwarzanie informacji z uwzględnieniem naszego obecnego doświadczenia w tej dziedzinie oraz sytuacji kadrowej i co najważniejsze, naszych możliwości wyposażenia w środki techniczne (przede wszystkim produkcji krajowej) i w urządzenia pomocnicze nowo organizowanych pracowni i ośrodków obliczeniowych.

Autorzy otrzymali wskazówki, aby pisząc pierwszy podręcznik w zakresie automatycznego przetwarzania danych pamiętali, że jest to dziedzina dobrze już spenetrowana w tych krajach, w których rozwój nowoczesnej techniki obliczeniowej osiągnął wyższy poziom niż u nas. Stąd nie było potrzeby nie tylko silenia się na działalność odkrywczą w tej dziedzinie, ale nawet na mechaniczne wprowadzanie doświadczeń

zagranicznych, które można udostępniać w sposób prostszy, poprzez wydawanie tłumaczeń z dziedziny przetwarzania informacji.

Książka była pisana z myślą, że korzystać z niej będzie polski Czytelnik, znający nasze aktualne warunki i przygotowujący się do spełnienia nowych zadań. Są to jednak warunki odmienne niż w innych krajach, na pewno skromniejsze co do skali i społecznych skutków, a także co do materialno-technicznych możliwości.

Autorzy dokonali celowej selekcji wiadomości z dziedziny przetwarzania informacji i w niniejszym podręczniku starali się przedstawić, w sposób możliwie prosty, najważniejsze osiągnięcia tej nowej dyscypliny, z prawem do rysowania przed Czytelnikiem pewnej wizji rozwoju, ale bez prawa do nieodpowiedzialnego fantazjowania. Dlatego też niektóre uwagi naszych Czytelników, które namawiały nas do bezpośredniego adaptowania wzorów z literatury angielskiej, nie zostały przez zespół autorski uwzględnione.

Wiadomo, że maszyny cyfrowe do przetwarzania danych mają służyć przede wszystkim celom przetwarzania informacji gospodarczych, a więc mają być integralną częścią całego nowoczesnego systemu zarządzania gospodarką socjalistyczną.

Pamiętając o tej najważniejszej sprawie, autorzy chcieliby przedstawić skromny objętościowo i ograniczony tematycznie, ale przydatny już dziś podręcznik, który zachęciłby Czytelników do samodzielnego studiowania zagadnień automatycznego przetwarzania informacji.

*Zdzisław Hellwig*





# CZĘŚĆ I

## TECHNIKA — METODY

---

### 1. WPROWADZENIE

#### 1.1. UWAGI WSTĘPNE

Na przestrzeni całej historii walki o opanowanie sił przyrody ludzkość korzysta, w mniejszym lub większym stopniu, z dobrodziejstw płynących z zastosowania techniki.

Od czasów rewolucji przemysłowej trwa nieustanny i szybki rozwój mechanizacji — w ostatnich 30 latach także automatyzacji — procesów wytwórczych. Rozwój, o którym mowa, realizowany jest na podstawie stale pogłębiającego się podziału pracy, specjalizacji poszczególnych stanowisk roboczych oraz koncentracji wyspecjalizowanych procesów wytwórczych na wyspecjalizowanych stanowiskach roboczych.

Naturalną konsekwencją tego stanu rzeczy jest postępujące komplikowanie się procesów zarządzania, które z kolei nieuchronnie pociąga za sobą wzrost pracochłonności przetwarzania informacji.

Powiększająca się szybkość realizacji procesów produkcji, wymagająca reagowania bez opóźnień w procesach przetwarzania informacji, stwarza naturalną konieczność poważnego wzrostu liczby pracowników zatrudnionych poza bezpośrednią produkcją. Pociąga to za sobą niepokojące ekonomicznie zjawisko rażącej dysproporcji w liczbie pracowników uczestniczących w realizacji procesów produkcyjnych i poza nimi. Tak więc oczywista potrzeba automatyzacji procesów przetwarzania informacji ma charakter obiektywny, a wynika z następujących przesłanek<sup>1</sup>:

— konieczności adekwatnego realizowania procesów przetwarzania informacji związanych z procesami produkcji, w stosunku do samych procesów produkcji;

---

<sup>1</sup> Por. [1], s. 128 (liczby podane w nawiasach kwadratowych odpowiadają numerom pozycji w spisach literatury, zamieszczonych na końcu każdego rozdziału).

— konieczności likwidacji dysproporcji między wydajnością pracy bezpośrednio produkcyjnej i administracyjnej;

— konieczności usprawnienia dostępu do gwałtownie narastających zbiorów informacji i sposobu korzystania z nich.

W obecnej dobie szybkiego postępu i modernizacji rozmaitych dziedzin działalności praktycznej człowieka, odejście od tradycyjnych, mało efektywnych metod pracy na korzyść stosowania nowoczesnych, wysoko wydajnych sposobów działania (także w zakresie organizacji procesów przetwarzania informacji) jest niezbędnym warunkiem rozwoju współczesnego społeczeństwa.

Należy podkreślić, iż problem wdrażania nowoczesnych metod i technik obliczeniowych, wykorzystujących odpowiednią bazę techniczną środków liczących, jest częścią składową obszernego zagadnienia, dotyczącego stosowania w naszej praktyce gospodarczej i administracyjnej rozmaitych środków organizacyjno-technicznych.

Sam termin — w skrócie *środki orgatechniczne* — obejmuje stosunkowo szeroki pojęciowo wachlarz maszyn, urządzeń, przyrządów, aparatów itp., przeznaczonych do usprawniania, ułatwiania i przyspieszania różnorodnych i wieloszczeblowych procesów przetwarzania informacji technicznej i ekonomicznej.

Ogół środków orgatechnicznych można podzielić na następujące grupy:

— urządzenia do celów łączności wewnętrznej, takie jak rozmaitego rodzaju łącznice dyspozytorskie, konferencyjne itp.;

— techniczne środki kontroli czasu, głównie zaś różne mechaniczne systemy (zegary) kontrolne;

— maszyny pomocnicze, przeznaczone przede wszystkim do prac kancelaryjnych i archiwalnych, tj. do otwierania, datowania, składowania, kopertowania czy niszczenia korespondencji itp.;

— maszyny do pisania i powielania, m.in. ręczne i elektryczne maszyny do pisania, powielacze spirytusowe, offsetowe itp.;

— maszyny do liczenia, tj. maszyny i urządzenia małej, średniej i wielkiej *mechanizacji* oraz *automatyzacji* procesów przetwarzania informacji.

Zrozumienie konieczności traktowania maszyn matematycznych jako części kompleksu środków orgatechnicznych staje się coraz powszechniejsze, zarówno w świecie, jak i w Polsce. Świadczą o tym między innymi wystawy i przeglądy, na których prezentuje się wiele asortymentów maszyn, urządzeń oraz systemów liczących, rejestrujących, piszących,



powielających, kopiujących, sygnalizujących, transmitujących, a więc — mówiąc ogólnie — przetwarzających informacje. Wystawy tego typu odbywały się już wielokrotnie, m.in. w Paryżu (SICOB), Hanowerze, Londynie (BEE), Pradze (INCOMEX) i Moskwie (INFORGA, INTERORGTECHNIKA)<sup>2</sup>. Także w Warszawie, jesienią 1966 r., zorganizowany został przez Biuro Pełnomocnika Rządu do spraw Elektronicznej Techniki Obliczeniowej — z inicjatywy Sekretariatu KC PZPR — pokaz pod nazwą ORGATECH<sup>3</sup>. Zgromadzono na nim ponad dwieście znajdujących się w użyciu typów maszyn i urządzeń, zarówno importowanych, jak i wyprodukowanych w kraju.

Sprawa wykorzystania maszyn matematycznych w gospodarce, technice i nauce ma znaczenie o zasięgu światowym. Stąd też olbrzymią wagę posiada międzynarodowa wymiana, zarówno wiedzy teoretycznej, jak i doświadczeń praktycznych, z zakresu automatycznego przetwarzania informacji. Wymiany poglądów dokonuje się od 10 lat na forum kongresów Międzynarodowej Federacji Przetwarzania Informacji (INTERNATIONAL FEDERATION FOR INFORMATION PROCESSING)<sup>4</sup>.

Dotychczas odbyły się trzy kongresy międzynarodowe: w Monachium w 1962 r., w Nowym Jorku w 1965 r. i w Edynburgu w 1968 r., wszystkie z udziałem delegatów z przeszło 40 krajów (w tym także i z Polski). Poza tym z ramienia Federacji zorganizowano szereg konferencji specjalistycznych, poświęconych zagadnieniom automatycznego sterowania czy też językom programowania: w Wiedniu w 1964 r., w Pizie w 1966 r. i w Oslo w 1967 r.

Na zakończenie należy zauważyć, iż jakkolwiek doświadczenia Polski w tym zakresie nie są, jak dotąd, zbyt bogate, tym niemniej czynniki rządowe już od dawna przywiązują dużą wagę do problemów szeroko pojętej automatyzacji. I tak w referacie Biura Politycznego KC PZPR, przedstawionym na VII Plenum (w dniach 28–29 października 1966 r.), czytamy: „Tempo doskonalenia organizacji i metod

<sup>2</sup> Patrz [4], s. 32–6; [5], s. 16–21; [7], s. 37–9; [8], s. 38–41.

<sup>3</sup> Patrz [17], s. 1. Należy tu dodać, że w dniu 12 lutego 1971 r. Prezydium Rady Ministrów podjęło uchwałę w sprawie rozwiązania Biura Pełnomocnika Rządu ds. Elektronicznej Techniki Obliczeniowej i powołania z dniem 1 marca 1971 r. Krajowego Biura Informatyki oraz Zjednoczenia Informatyki powstałego z przekształcenia Zakładów ETO, które zostały włączone do resortu Komitetu Nauki i Techniki.

<sup>4</sup> Patrz [2], s. 21–5.

zarządzania w dużym stopniu zależy od wyposażenia gospodarki narodowej w niezbędne środki organizacyjno-techniczne”<sup>5</sup>.

Zaangażowaniu w sprawy m.in. inwestycji i wyposażenia gospodarki narodowej w sprzęt elektroniczny dały wyraz obrady II Plenum KC PZPR w dniach 3—4 kwietnia 1969 r., w szczególności zaś *Uchwała w sprawie metod opracowania planu na lata 1971—1975 oraz zadań w dziedzinie zwiększenia efektywności inwestycji w gospodarce narodowej*. Stwierdzono w niej: „W przemyśle elektronicznym trzeba zapewnić uruchomienie i szybki wzrost produkcji nowych rodzajów półprzewodników, obwodów scalonych, miniaturowych zespołów biernych, sprzętu radiotechnicznego i radiolokacyjnego. Ze względu na szybko rosnące potrzeby kraju oraz specjalizację w ramach RWPG należy rozwinąć produkcję elektronicznych maszyn cyfrowych średnich mocy, szybkich drukarek i dziurkarek, czytników taśmy perforowanej oraz pamięci magnetycznej”<sup>6</sup>.

Ewidentnym dowodem niesłabnącego zainteresowania problematyką wykorzystania maszyn cyfrowych głównie w zarządzaniu była *Uchwała IV Plenum KC PZPR w sprawie zwiększenia efektywności badań naukowych i postępu technicznego w gospodarce narodowej*.

Punkt 6 *Uchwały* głosi: „W latach 1971—1975 należy zapewnić szersze wykorzystanie do zarządzania i sterowania produkcją elektronicznej techniki obliczeniowej, w oparciu o system powiązanych między sobą resortowych ośrodków obliczeniowych oraz o ośrodki branżowe. Wprowadzenie elektronicznej techniki obliczeniowej w wybranych przedsiębiorstwach i branżach wymaga intensywnych prac nad uporządkowaniem wewnętrznej organizacji i systemu zarządzania jednostek gospodarczych, odpowiedniego uzupełnienia kwalifikacji kadr oraz opracowania odpowiednich systemów elektronicznego przetwarzania danych”<sup>7</sup>.

Tym samym wspomniana *Uchwała* stanowi konkretny program działalności w zakresie intensyfikacji rozwoju elektronicznej techniki obliczeniowej w Polsce w najbliższym pięcioleciu.

## 1.2. RYS HISTORYCZNY ROZWOJU ŚRODKÓW LICZĄCYCH

Rozwój ludzkości byłby niemożliwy bez posługiwania się liczbą i bez opanowania procesów liczenia. W zamierchłej przeszłości człowiek dochodził stopniowo do umiejętności liczenia, np. dokonując

<sup>5</sup> Patrz [17], s. 2.

<sup>6</sup> Patrz [11], s. 115.

<sup>7</sup> Patrz [12], s. 126 i 132.



pomiaru i podziału swoich zapasów. Z czasem nauczył się posługiwać własnymi palcami, a następnie konstruować także rozmaite pomoce do obliczania, używając do tego celu kamyków, muszelek itp.<sup>8</sup> Z tych form wykształciła się z czasem specjalna tabliczka rachunkowa, zwana abakiem. Pierwsze wzmianki o tym urządzeniu pochodzą z roku 600 przed naszą erą. Abak znajdował się w powszechnym użyciu u Greków, Fenicjan i Rzymian. Przechodził stopniowo różne udoskonalenia i zmiany konstrukcyjne, które doprowadziły w efekcie do powstania liczydeł. Pojawiły się one po raz pierwszy w Chinach w XII w. pod nazwą „suanpan”, a także w Japonii pod nazwą „soroban”.

Rozwój nauk przyrodniczych w wieku XVI i XVII wzbudził poważniejsze zainteresowanie matematyką, a co za tym idzie samą techniką liczenia. Ewidentnym wyrazem tego zaangażowania w problematykę rachunkową było pojawienie się w Europie z początkiem XVII w. pierwszych urządzeń mechanicznych. Tym samym zaczęła się nowa faza rozwoju środków liczących — początek rozwoju *maszyn liczących*. Związany jest on z nazwiskiem francuskiego filozofa i matematyka F. B. P a s c a l a, który w 1642 r. zbudował pierwszą maszynę rachunkową, realizującą dwa podstawowe działania arytmetyczne: dodawanie i odejmowanie. Jego następcy dalej rozwijali te pomysły. Niemiecki filozof i matematyk G. W. L e i b n i z udoskonalił konstrukcję pierwszej maszyny liczącej Pascala, przedstawiając w 1694 r. projekt arytmetru czterodziałaniowego. Pomimo dużej przydatności praktycznej zarówno sumator Pascala, jak i arytmetr Leibniza uległy szybkiemu zapomnieniu.

W Polsce konstruktorem pierwszej maszyny liczącej był mechanik-zegarmistrz z Hrubieszowa A. S t e r n, który w 1813 r. zbudował maszynę czterodziałaniową, a w cztery lata później inną maszynę, do obliczania pierwiastków kwadratowych. Głównym inspiratorem wynalazczych poczynień Sterna był S. S t a s z i c. Wynalazek Sterna nie znalazł jednak szerszego zastosowania, a z czasem zarówno dokumentacja, jak i model urządzenia po prostu zaginęły.

Próby udoskonalenia arytmetru podjęte zostały w sześćdziesiąt lat później przez pracujących niezależnie od siebie F. S. B a l d w i n a oraz W. T. O d h n e r a. Ten ostatni wzorował się do pewnego stopnia w swoich konstrukcjach na pomysłach Leibniza i Sterna. Opatentowanie wynalazku Odhnera umożliwiło przystąpienie w 1891 r. do produkcji seryjnej arytmetru.

<sup>8</sup> Patrz [1], s. 18–26; [14], s. 12–15; [15], s. 11–15; [16], s. 5–31; [18], s. 27–43.

Znacznym postępowaniem w zakresie konstrukcji urządzeń do prac obliczeniowych była maszyna do dodawania, zbudowana w 1878 r. przez P. L. Czebyszewa, uzupełniona później przez niego specjalną przystawką do mnożenia.

Niezależnie od omawianych tu konstrukcji zaczęły ukazywać się na rynku w Stanach Zjednoczonych pierwsze klawiszowe maszyny do dodawania. Za prototyp dzisiejszych maszyn tego typu uważana jest maszyna wynalazku D. E. Felta, pod nazwą COMPTOMETER.

Urządzenia liczące o budowie arytmometrów (o napędzie ręcznym, a z czasem elektrycznym) usprawniały wprawdzie wykonywanie rozmaitych prac o charakterze ewidencyjno-obrachunkowym, było to jednak ciągle jeszcze liczenie stosunkowo wolne.

Myśli Pascala i Leibniza, rozwijane przez ich następców, doprowadziły z kolei do narodzin idei tworzenia zespołów urządzeń do wykonywania ciągów operacji.

Pierwszym realizatorem tych idei był Ch. Babbage, angielski matematyk i mechanik, profesor uniwersytetu w Cambridge, który w 1822 r. przedstawił rządowi projekt drukującej maszyny liczącej. Wkrótce jednak Babbage odstąpił od realizacji swego pierwotnego pomysłu i zajął się budową bardziej skomplikowanej maszyny, wykorzystując tzw. karty dziurkowane.

Sam pomysł zastosowania kart dziurkowanych został zapożyczony od Francuza J. M. Jacquarda, który w pierwszych latach XIX w. używał dziurkowanych kartonów do produkcji tkanin wzorzystych.

Wykorzystanie karty perforowanej w maszynie analitycznej Babbage'a realizowało jednak tylko jedną funkcję karty — nośnika informacji. Umożliwiło to przeprowadzenie pierwszych prób z tzw. urządzeniem pamięci, którą stanowiły właśnie karty dziurkowane.

Natomiast drugiej funkcji karty — sterowania czynnościami obliczeniowymi maszyny, nie udało się Babbage'owi zrealizować pomyślnie. Uczynił to dopiero amerykański inżynier konstruktor H. Hollerith, który uważany jest powszechnie za wynalazcę maszyn systemu kart perforowanych, zwanych inaczej *maszynami analitycznymi*.

Pierwsze zastosowania tych maszyn przypadają na koniec XIX w., a więc na okres najwyższego rozwoju kapitalizmu. W Stanach Zjednoczonych odbywały się wtedy, w odstępach dziesięcioletnich, powszechne spisy ludności, które dostarczały olbrzymiego materiału informacyjnego. Z powodu stosowania ręcznych metod grupowania materiału statystycznego coraz trudniej było dopełnić warunku ukończenia etapu opra-



cowania i analizy wyników spisu poprzedniego przed rozpoczęciem spisu nowego. Rząd federalny Stanów Zjednoczonych zainteresowany był zatem wyraźnie możliwościami mechanizacji procesów obliczeniowych na szeroką skalę. Czynniki te, jak się okazało, były głównymi motywami inspirującymi Holleritha.

Jego próby konstrukcyjne w tym zakresie sprowadzały się do przenoszenia informacji z kart perforowanych na urządzenie liczące maszyny, początkowo w sposób mechaniczny, później zaś elektromagnetyczny. Rozwiązanie przyjęte przez wynalazcę we wstępnej fazie prób dopuszczało realizację różnych funkcji procesu obrachunkowego w jednym urządzeniu. Dalsze prace Holleritha szły jednak w kierunku budowania odrębnych jednostek do wykonywania ciągu działań; odczytywania danych, wykonywania obliczeń i wypisywania wyników.

Wysiłki te uwieńczone zostały sukcesem w 1889 r., kiedy to do dyspozycji organów spisowych postawione zostały:

- maszyny do perforowania danych,
- maszyny do sortowania danych,
- maszyny liczące (stanowiące odpowiednik dzisiejszych tabulatorów).

Urządzenia te znalazły również zastosowanie do innych prac obliczeniowych o charakterze statystycznym, np. do opracowania tablic wymieralności dla miasta Baltimore, do statystyki zdrowotności mieszkańców Nowego Jorku, do statystyki urodzeń i zgonów w stanie New Jersey itp.

Wskazany wyżej charakter zastosowań maszyn analitycznych ograniczał w poważnym stopniu ich dalszy rozwój, gdyż urządzeń tych nie wykorzystywano wówczas bezpośrednio w praktyce przedsiębiorstw. Ze względu na specyfikę organizacji procesu przetwarzania danych za pomocą maszyn analitycznych, polegającą m.in. na konieczności tworzenia zestawów o określonej ilości i proporcjach poszczególnych rodzajów urządzeń, jedynie w nielicznych, dużych przedsiębiorstwach, bankach czy towarzystwach ubezpieczeniowych celowe było stosowanie tych maszyn.

Szersze wykorzystanie pomysłu Holleritha nastąpiło wraz z powstaniem w 1895 r. specjalnego przedsiębiorstwa do produkcji maszyn analitycznych, z którego wywodzi się dzisiejsza amerykańska firma INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (IBM).

Obok kontynuacji myśli Holleritha pojawiają się konstrukcje realizujące odmienne w tym zakresie pomysły, których autorstwo przypisuje się Anglikowi Powersowi i Norwegowi Bullowi.

W Polsce, wzorem innych krajów, maszyny liczące systemu kart perforowanych znalazły zastosowanie przede wszystkim w statystyce i sprawozdawczości (opracowanie wyników powszechnego spisu ludności w 1921 r., statystyka ruchu naturalnego ludności, zatrudnienia itp.), a dopiero w dalszej kolejności przy wykonywaniu rozmaitych prac obliczeniowych z zakresu ewidencji, rachunkowości itp.

Równoległe z rozwojem maszyn i urządzeń realizujących cele mechanizacji procesów obliczeniowych dojrzewała w umysłach wielu ludzi idea *automatyzacji* prac ewidencyjno-obrachunkowych.

Powierzenie maszynie zadania samodzielnej realizacji ciągu czynności stało się wykonalne dzięki powstaniu w latach pięćdziesiątych XIX w. nowej gałęzi matematyki, zwanej *algebrą logiki*. Twórcą teorii logiki był angielski matematyk (zresztą samouk) G. B o o l e. Jego wysiłki skierowane były ku zbudowaniu systemu, który by umożliwiał matematyczne podejście do zagadnień logiki słownej. Algebra Boole'a stanowi podstawy współczesnej teorii maszyn matematycznych, którą pierwszy przedstawił — pod nazwą teorii logicznej maszyn — wybitny amerykański matematyk A. T u r i n g na przykładzie urządzenia, które miało zdolność „zapamiętywania” kolejnych etapów postępowania przy rozwiązywaniu poszczególnych zadań.

Tym samym stało się rzeczą oczywistą, że maszyna licząca może rozwiązywać problemy dotąd uważane za rozwiązywalne jedynie w wyniku procesu myślenia. A zatem należało obalić bariery, które w powszechnym mniemaniu ustalały granice pomiędzy możliwościami maszyn i możliwościami ludzkiego mózgu. Jakkolwiek prace i dociekania naukowo-badawcze z tego zakresu sięgają połowy ubiegłego stulecia, to jednak główną zasługę przypisuje się zespołowi matematyków, fizyków, fizjologów i lekarzy, kierowanemu przez amerykańskiego matematyka N. W i e n e r a.

Osiągnięciem tej grupy uczonych jest wykrycie daleko idącej zbieżności pomiędzy procesami kierowania i przekazywania sygnałów w urządzeniach technicznych i organizmach żywych. I w jednym i w drugim przypadku, a więc zarówno wtedy, kiedy obiektem kieruje człowiek, jak i wtedy, kiedy czynność ta realizowana jest automatycznie, na przebieg procesu kierowania muszą wpływać informacje o rezultatach kierowania, przekazywane drogą tzw. sprzężenia zwrotnego.

Narodziła się nowa dziedzina wiedzy ludzkiej, zajmująca się badaniem procesów łączności i sterowania w maszynach i organizmach zwierzęcych. Naukę tę sam jej twórca N. Wiener określił mianem *cybernetyki*.



Pojawienie się tej gałęzi wiedzy nie pozostało bez wpływu na rozwój środków technicznych realizujących rozmaite funkcje obliczeniowe. Ustalenia cybernetyki przyczyniły się w dużej mierze do sprecyzowania logicznych zasad budowy maszyn matematycznych.

Dla ścisłości trzeba zauważyć, że prace nad doskonaleniem konstrukcji maszyn, a także powiększeniem zakresu ich możliwości technicznych, trwały nieprzerwanie przez cały omawiany okres i przyniosły pomyślne rezultaty, zanim jeszcze „oficjalnie” powstała cybernetyka. Nagromadzone w ciągu lat doświadczenia z teorii i praktyki maszyn matematycznych stały się podwalinami poważnego przewrotu w tej dziedzinie. Jego początek związany jest z nazwiskiem H. A i k e n a. Przy współdziałaniu z firmą IBM rozpoczął on w 1937 r. uwieńczone sukcesem prace nad konstrukcją pierwszej elektromechanicznej maszyny cyfrowej MARK I; maszyna ta zaczęła pracować w 1944 r. na Uniwersytecie Harwardzkim.

Udoskonalonym jej typem była pierwsza, całkowicie elektroniczna (lampowa) maszyna cyfrowa ENIAC (ELEKTRONIC NUMERICAL INTEGRATOR AND COMPUTER) zbudowana w 1946 r. na Uniwersytecie w Pensylwanii, którą zaprojektowali J. W. M a u c h l e y i J. P. E c k e r t. Zastosowano w niej elektronowe układy lampowe, a na urządzenie sterujące składały się liczne tablice połączeń. Maszyna ENIAC pod względem możliwości obliczeniowych przewyższała znacznie maszynę MARK I.

Mniej więcej w tym samym czasie także w Związku Radzieckim prowadzone były prace konstrukcyjno-badawcze uwieńczone w 1948 r. sukcesem w postaci elektronicznej maszyny matematycznej MESM (MAŁAJA ELEKTRONNAJA SZCOTNAJA MASZYNA).

Wymienione dotychczas prototypy maszyn pracowały w dziesiętnym systemie numeracji, a urządzenia pamięci przeznaczone były jedynie do przechowywania liczb. W maszynach tych realizowano zasadę tzw. sterowania zewnętrznego za pomocą kart i taśm perforowanych bądź tablic połączeń.

Wkrótce zaniechano budowy maszyn matematycznych pracujących w systemie dziesiętnym, przechodząc na system dwójkowy, zaproponowany przez matematyka J. v o n N e u m a n n a. Jednym z powodów tego kroku było dążenie do zmniejszenia gabarytów maszyny, gdyż — jak się okazuje — liczba elementów niezbędnych do przedstawienia danej cyfry w realizacji elektromagnetycznej czy elektronicznej jest proporcjonalna do podstawy systemu liczenia.

Pierwszą maszyną tego typu, pracującą według zasady tzw. sterowania wewnętrznego (za pomocą programu przechowywanego w pamięci), była maszyna EDSAC (ELEKTRONIC DELAY STORAGE AUTOMATIC COMPUTER). Jest ona dziełem zespołu pracowników Uniwersytetu w Cambridge, a prace nad jej konstrukcją, prowadzone pod kierunkiem M. W. Wilkesa, zakończone zostały w 1949 r.

Do tej samej klasy należą ponadto maszyny radziecka BESM (BYSTRODIEJSTWUJUSZCZAJA ELEKTRONNAJA SZCOTNAJA MASZYNA) oraz amerykańska EDVAC (ELECTRONIC DISCRETE VARIABLE AUTOMATIC COMPUTER).

Od czasu budowy tych pierwszych modeli nie wprowadzono już żadnych rewelacyjnych pomysłów tej klasy, co zasada sterowania wewnętrznego, poczyniono jednakże duże postępy w zakresie szybkości i niezawodności działania oraz łatwości i wygody obsługi.

W tym okresie światowy rynek maszyn matematycznych opanowany jest przez dwie firmy amerykańskie — wspomnianą już wcześniej firmę IBM oraz REMINGTON-RAND. Pierwsza z nich wypuszcza w 1953 r. na rynek maszynę CPC (CARD PROGRAMMED CALCULATOR), stanowiącą pierwowzór maszyn cyfrowych przystosowanych do potrzeb administracyjnych. Mniej więcej w tym samym czasie druga firma przystępuje już do masowej produkcji maszyny UNIVAC (UNIVERSAL AUTOMATIC COMPUTER), której późniejsze modyfikacje znajdują szerokie zastosowanie.

Prace konstrukcyjne w dziedzinie maszyn matematycznych prowadzone są nadal na szeroką skalę w Związku Radzieckim, a ich wynikiem są np. maszyny typu URAL, STRIEŁA, KIJEW, o przeznaczeniu uniwersalnym. Pierwszą maszyną do przetwarzania danych, produkowaną nie tylko dla zaspokojenia potrzeb własnych, lecz także na rynki zagraniczne, m.in. polski, czeskosłowacki i holenderski, jest maszyna MIŃSK.

W warunkach polskich pierwsze prace z tego zakresu, o charakterze pionierskim, prowadzone były w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN. Doprowadziły one w 1959 r. do budowy maszyny XYZ znanej później pod nazwą ZAM.

Drugim ośrodkiem budowy maszyn matematycznych była Politechnika Warszawska, gdzie skonstruowana została maszyna UMC (UNIVERSALNA MASZYNA CYFROWA).

Wreszcie od 1960 r. poważnym ośrodkiem elektronicznym staje się Wrocław, z położonymi na jego terenie zakładami elektronicznymi



ELWRO. Pierwszą maszyną wyprodukowaną w ELWRO była mała, lampowa maszyna cyfrowa ODRA 1001, pracująca na układach logicznych maszyn rodziny ZAM.

### 1.3. KLASYFIKACJA I CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA ŚRODKÓW TECHNICZNYCH PRZETWARZANIA INFORMACJI

Przedstawiona historia rozwoju środków technicznych przetwarzania informacji, od czasów najdawniejszych aż do obecnej doby, miała na celu naświetlenie całości problematyki w ujęciu chronologicznym. Ten sposób podejścia do zagadnienia nie daje jednak pełnych możliwości przedstawienia *systematyki* środków liczących różnych typów. Lukę tę wypełnimy za pomocą schematu klasyfikacyjnego przedstawionego na rys. 1.1.

Jako główne kryteria grupowania środków liczących przyjmuje się na ogół:

- rodzaj techniki obliczeniowej,
- stopień techniki przetwarzania,
- rodzaj techniki realizacyjnej,
- funkcje (przeznaczenie) danego środka w procesie przetwarzania.

Pierwsze kryterium dzieli środki liczące na środki:

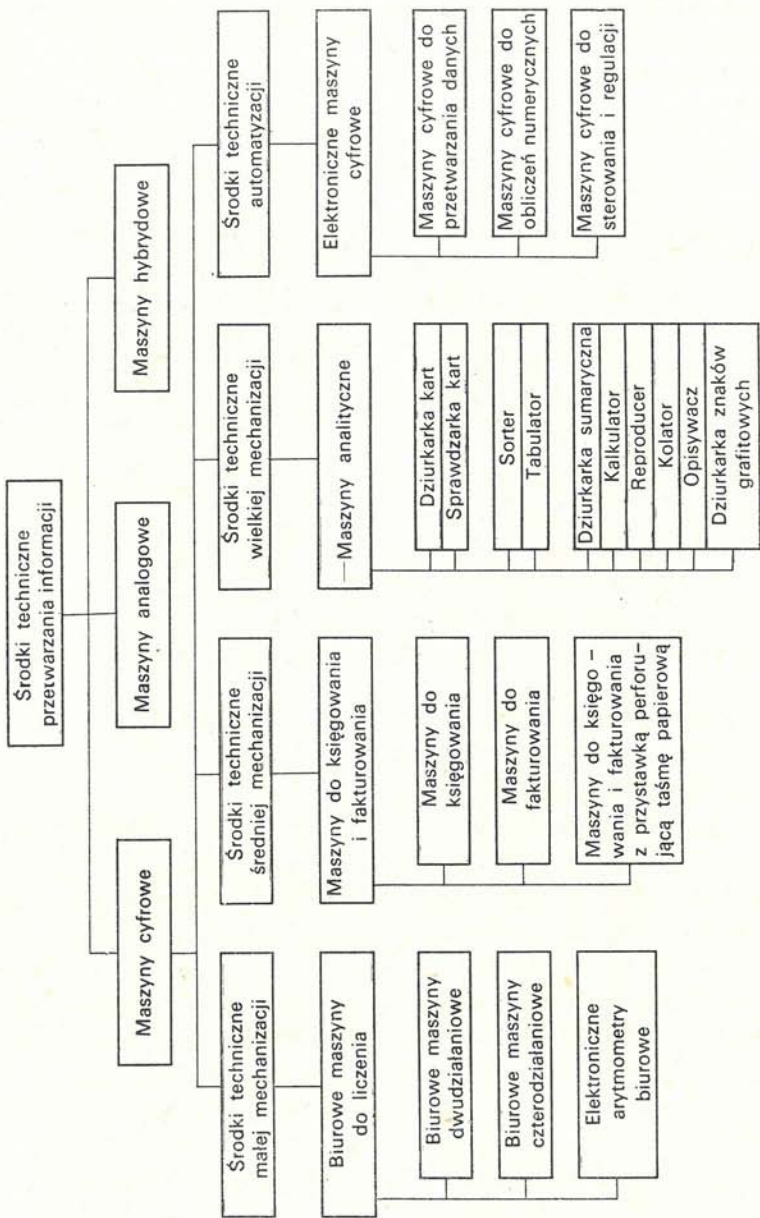
- cyfrowej techniki obliczeniowej,
- analogowej techniki obliczeniowej,
- hybrydowej (mieszanej), cyfrowo-analogowej techniki obliczeniowej.

Zgodnie z drugim kryterium możemy wyróżnić:

- technikę ręczną,
- małą mechanizację,
- średnią mechanizację,
- wielką mechanizację, czyli półautomatyzację,
- automatyzację.

Kryterium trzecie pozwala na zróżnicowanie urządzeń o technice realizacji:

- mechanicznej,
- elektromechanicznej,
- elektronicznej,
- pneumatycznej.



Rys. 1.1. Schemat klasyfikacji środków technicznych przetwarzania informacji

Dzieląc środki przetwarzania informacji według kryterium przeznaczenia, wyodrębnimy przykładowo urządzenia do:

- pisania,
- czytania,
- fakturowania,
- reprodukcji,
- przekazywania informacji,
- perforowania,
- wykonywania czterech działań arytmetycznych,
- sterowania i regulacji itp.

Schemat klasyfikacyjny przedstawiony na rys. 1.1 wyraża za pomocą poszczególnych poziomów trzy spośród czterech wymienionych kryteriów podziału środków. Są nimi rodzaj techniki obliczeniowej, stopień techniki przetwarzania oraz funkcje w procesie przetwarzania.

Rzecz oczywista, schemat nie pretenduje do miana „doskonałego”, sporządzenie bowiem ścisłego (z punktu widzenia reguł logiki), a zarazem wszechstronnego (z punktu widzenia różnych typów, modeli i odmian) schematu klasyfikacyjnego ogółu maszyn liczących jest zagadnieniem trudnym i skomplikowanym. W dużej mierze decyduje o tym fakt, że stale wzrastające potrzeby zarówno praktyki gospodarczej, jak i nauki stymulują nieustanne doskonalenie i rozwój tych środków. Pojawiają się nowe odmiany konstrukcyjne maszyn, które łączą w sobie często cechy różnych grup klasyfikacyjnych. Wydaje się jednak, iż uwagi powyższe w niczym nie umniejszają użyteczności schematu, o którym mowa, jako graficznego sposobu prezentacji zagadnienia.

W dalszym ciągu tego podrozdziału omówimy pokrótce najważniejsze cechy wyodrębnionych grup środków, postępując według zasady — „od ogółu do szczegółu”, tzn. uwzględniając na razie tylko pierwszy poziom „piramidy” klasyfikacyjnej. Charakterystyce pozostałych poziomów zostaną bowiem poświęcone osobne podrozdziały i paragrafy.

Systematyka maszyn liczących opiera się, w pierwszym przybliżeniu, na wydzieleniu spośród ogółu środków liczących:

- maszyn cyfrowych,
- maszyn analogowych,
- maszyn hybrydowych.

*Maszyny cyfrowe* są to urządzenia, które wykonują działania na liczbach i w formie liczbowej prezentują wyniki. Wielkości zmieniające



się w sposób ciągły można tu wyrazić jedynie nieciągłym szeregiem cyfr i dlatego maszyny te zwane są maszynami nieciągłego, inaczej dyskretnego działania. Operacje arytmetyczne przebiegają w nich przy wykorzystaniu informacji cyfrowych, rejestrowanych w postaci impulsów elektrycznych (każda cyfra liczby stanowi pojedynczy impuls elektryczny).

Urządzenia te cechuje między innymi:

- duża szybkość wykonywania poszczególnych operacji arytmetycznych i logicznych,
- dowolna żądana dokładność samej pracy maszyny oraz otrzymywanych wyników,
- wysoki stopień niezawodności pracy urządzenia,
- uniwersalność, umożliwiająca rozwiązywanie przez daną maszynę prawie dowolnych zadań.

Obok maszyn *uniwersalnych* szerokie zastosowanie znajdują tzw. maszyny *specjalistyczne*, przeznaczone do rozwiązywania kilku, ściśle określonych rodzajów zadań, jak np. rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych, rozwiązywania zadań z zakresu teorii prawdopodobieństwa metodą Monte Carlo itp.

Maszyny specjalistyczne — w porównaniu z uniwersalnymi — są na ogół szybsze w działaniu i prostsze w konstrukcji.

*Maszyny analogowe* są w odróżnieniu od cyfrowych przyrządami o działaniu ciągłym. Wielkości matematyczne, tj. liczby, przedstawione są w postaci określonych, zmiennych wielkości fizycznych, takich jak kąt obrotu wału w maszynach elektromechanicznych lub napięcie prądu w maszynach elektronicznych. Uzyskanie wyników rozwiązań sprowadza się do pomiaru odpowiednich wielkości fizycznych (np. kąta obrotu, długości, napięcia), rejestrowanych na ekranach oscyloskopów lub przez przyrządy samopiszące. Maszyny analogowe, w odróżnieniu od cyfrowych, posiadają określony, stały stopień dokładności obliczeń, uzależniony od szczegółów budowy technicznej tych urządzeń.

Przykładem urządzenia analogowego jest suwak logarytmiczny, w którym logarytmy liczb (wielkości matematyczne) przedstawione są za pomocą długości odcinków (wielkości fizycznych).

*Maszyny hybrydowe* należą do konstrukcji łączących w sobie elementy urządzeń cyfrowych i analogowych i wykorzystują w ramach jednego procesu mieszaną technikę obliczeniową<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Por. [6], s. 36-9.



Z punktu widzenia organizacji wewnętrznej, wyróżniamy trzy podstawowe typy urządzeń:

- maszyny hybrydowe typu synchronicznego,
- maszyny hybrydowe typu asynchronicznego,
- hybrydowy element operacyjny pracujący na wielkościach w postaci mieszanej.

W schemacie klasyfikacyjnym maszyn hybrydowych stosuje się podział na cztery klasy urządzeń:

- maszyny analogowe uzupełnione elementami cyfrowymi, np. pamięcią czy arytmometrem cyfrowym,
- maszyny cyfrowe uzupełnione elementami analogowymi, wykorzystywanymi głównie jako podprogramy,
- maszyny cyfrowe połączone z maszynami analogowymi, która to kombinacja ma głównie na celu podwyższenie dokładności rozwiązania, drogą umiejętnej repartycji zadań między część cyfrową i analogową,
- maszyny o bardzo ścisłym zespoleniu obu technik, tak że nie można konstrukcyjnie wyróżnić ani maszyny cyfrowej, ani analogowej.

Idea kojarzenia obu rodzajów technik obliczeniowych w ramach jednego urządzenia była rezultatem dążenia do eliminacji niedostatków i wad każdego typu urządzeń oddzielnie, ujawnionych w ciągu kilkunastoletniego okresu eksploatacji. Pierwsze prace w tym kierunku prowadzone były przez dwie firmy amerykańskie — w San Diego i Los Angeles.

Ponieważ zarówno maszyny analogowe, jak i maszyny hybrydowe, z uwagi m.in. na ich właściwości konstrukcyjne oraz możliwości funkcjonalne, nie nadają się do automatycznego przetwarzania informacji o charakterze administracyjnym i ekonomicznym, nie będą więcej omawiane. Konsekwencją tego stanowiska jest, jak łatwo zauważyć, brak w schemacie na rys. 1.1 dalszego podziału obu rodzajów maszyn.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] *Automatyczne przetwarzanie informacji*, praca zbiorowa pod red. E. Niedzielskiej, Wrocław 1969 (skrypt).
- [2] Dańda J.: *Kongres IFIP 68*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 5.
- [3] *Elektroniczne maszyny cyfrowe i ich zastosowanie w ekonomii*, „Prace Naukowe WSE we Wrocławiu” 1965, z. 2 (24).
- [4] Empacher B.A.: *Interorgtechnika 66*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 1.

- [5] Empacher B.A.: *Poznań 1968. Technika obliczeniowa na XXXVII Międzynarodowych Targach Poznańskich*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 10.
- [6] Jakus S.: *Matematyczne maszyny hybrydowe*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 1-2.
- [7] Jaskólski S., Prawdzic D.: *Wystawa INCOMEX-66 w Pradze*, „Maszyny Matematyczne” 1966, nr 5.
- [8] Kenig A.: *BEE-68 Londyn*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 7-8.
- [9] Kitow A., Krynicky N.: *Elektroniczne maszyny cyfrowe oraz programowanie*, Warszawa 1963.
- [10] Klepacz W.: *Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania*, Warszawa 1965.
- [11] *II Plenum KC PZPR 3-4 kwietnia 1969 r. Podstawowe materiały*, Warszawa 1969.
- [12] *IV Plenum KC PZPR 14-15 listopada 1969 r. Podstawowe materiały*, Warszawa 1969.
- [13] Ramułt A., Sztajer J.: *Automatyczne przetwarzanie danych w przedsiębiorstwie*, Wrocław 1968 (na prawach rękopisu).
- [14] Siegel P.: *Elektroniczne maszyny cyfrowe*, Warszawa 1966.
- [15] Sowiński A.: *Elektroniczne maszyny liczące*, Warszawa 1965.
- [16] Szaniawska M.: *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwach*, Warszawa 1967.
- [17] *Środki organizacyjno-techniczne (z problematyki VII Plenum KC PZPR)*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 1.
- [18] Weinfeld S.: *Technika wspiera umysł*, Warszawa 1967.
- [19] *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych w obrocie towarowym*, „Zeszyty Przekładów IHW” 1965, nr 13, cz. I, II i III.
- [20] *Zastosowanie metod matematycznych w gospodarce*, w *Materiały Kursu Telewizyjnego*, Warszawa 1967.

## 2. ŚRODKI TECHNICZNE MECHANIZACJI PRZETWARZANIA INFORMACJI

### 2.1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA ŚRODKÓW MAŁEJ, ŚREDNIEJ I WIELKIEJ MECHANIZACJI

Schemat klasyfikacyjny środków technicznych przetwarzania informacji zamieszczony w podrozdziale 1.3 wyróżniał:

- środki małej mechanizacji, nazywane biurowymi maszynami do liczenia,
- środki średniej mechanizacji, zwane maszynami do księgowania i fakturowania,
- środki wielkiej mechanizacji (półautomatyzacji), czyli system maszyn analitycznych.

Przez *małą mechanizację* rozumie się zastosowanie w pracach obrachunkowych małych maszyn sumujących (dwudziałaniowych) i kalkulacyjnych (czterodziałaniowych). Urządzenia tej grupy posiadają następujące cechy charakterystyczne:

- pozwalają mechanizować pojedyncze czynności obliczeniowe,
- wymagają stałej ingerencji człowieka w proces obliczeniowy, polegającej na każdorazowym wprowadzaniu odpowiedniego składnika rachunkowego, a następnie odczytywaniu wyników działania.

W organizacji wewnętrznej biurowej maszyny do liczenia wyróżnia się pięć podstawowych rodzajów mechanizmów:

- nastawczy,
- obliczeniowy,
- kontrolny,
- wydawniczy,
- napędowy.



Podział ten stanowi punkt wyjścia dalszej, pełniejszej klasyfikacji środków danej grupy, według 6 zasadniczych kryteriów. Są nimi:

1. Główne przeznaczenie maszyny
  - wykonywanie dwu działań arytmetycznych,
  - wykonywanie czterech działań arytmetycznych.
2. Konstrukcja
  - mechaniczna,
  - elektroniczna.
3. Napęd
  - ręczny,
  - elektryczny.
4. Stopień automatyzacji
  - nieautomatyczne,
  - półautomatyczne,
  - automatyczne.
5. Sposób wprowadzania danych
  - dźwigniowy,
  - klawiszowy.
6. Sposób wprowadzania danych
  - niezapisujące,
  - zapisujące.

Uważa się, że maszyny tej grupy realizują operacje arytmetyczne od 3 do 7 razy szybciej w porównaniu z pracą ręczną. Jednocześnie jednak traktuje się je raczej jako urządzenia o charakterze pomocniczym, służące przyspieszeniu prac wykonywanych systemem ręcznym, bądź też jako uzupełnienie wyższych stopni mechanizacji. Wprowadzenie małej mechanizacji do prac administracyjno-biurowych nie jest — z reguły — uwarunkowane szerokim przygotowaniem organizacyjnym danej jednostki gospodarczej.

*Mechanizacja średnia* polega na wykorzystaniu maszyn realizujących podstawowe czynności ewidencyjno-obrachunkowe, tj. księgowanie i fakturowanie. Cechą charakterystyczną tego stopnia mechanizacji jest:

- ręczne wprowadzanie do maszyny każdego składnika rachunkowego,
- samoczynne wykonywanie przez maszynę grup czynności,
- zapisywanie wyników obliczeń w postaci tablic, zestawień itp. na właściwych urządzeniach ewidencyjnych (dziennikach, kontaktach itd.).



Maszyny do księgowania służą w zasadzie do wykonywania operacji sumowania (saldowania), zaś maszyny do fakturowania są przystosowane konstrukcyjnie do wykonywania operacji mnożenia (dzielenia).

Przeznaczeniem ogólnym pierwszej grupy środków jest prowadzenie zapisów na określonych urządzeniach ewidencyjnych, drugiej — sporządzanie faktur, tj. pisanie treści z automatycznym wyliczeniem kwoty. Przyjmuje się orientacyjnie, iż czynności te wykonywane maszynowo trwają od pięciu do dziesięciu razy krócej niż przy systemie pracy ręcznej.

Wdrożenie mechanizacji średniej do procesów przetwarzania informacji wymaga przeprowadzenia szeregu czynności przygotowawczych i organizacyjnych, tj. opracowania wzorów formularzy oraz systemu obiegu dokumentów, podziału czynności między poszczególne komórki organizacyjne itp.

Ostatnią formą mechanizacji przetwarzania informacji jest tzw. *wielka mechanizacja*, która wyraża się stosowaniem zwartego systemu maszyn analitycznych, pracujących na specjalnych dokumentach, zwanych kartami perforowanymi.

Karta perforowana jest podstawowym, a zarazem jedynym środkiem zbierania i przechowywania danych z dokumentacji źródłowej; ponadto jako tzw. maszynowy nośnik informacji stanowi techniczny środek wprowadzenia danych do maszyny.

Omawiany najwyższy szczebel mechanizacji wymaga uprzedniego przeprowadzenia szeroko zakrojonych prac przygotowawczych, opartych z reguły na gruntownych zmianach organizacji i metod pracy.

Maszyny dużej mechanizacji charakteryzują się:

— wykonywaniem pewnego ciągu działań w wyodrębnionych cyklach przetwarzania (realizowanych za pomocą ręcznego uruchamiania odpowiednich mechanizmów danego urządzenia bądź na drodze automatycznego działania urządzeń sterowania, np. w formie tablicy programowej połączeń),

— dużą szybkością obliczeń (czterdziesto-, a nawet pięćdziesięciokrotnie większą niż przy pracy ręcznej),

— możliwością sporządzania drukowanych zestawień (tabulogramów) zbiorczych i szczegółowych,

— kumulacją i utrwalaniem danych sumarycznych dzięki integracji rozmaitych urządzeń,

— brakiem możliwości całkowitej eliminacji ręcznych czynności wykonywanych przez człowieka w procesie przetwarzania, takich jak dziurkowanie kart, sprawdzanie ich itp.

Z uwagi na tę ostatnią cechę środków wielkiej mechanizacji obserwuje się powszechną niemal tendencję do wyposażenia maszyn analitycznych w różnego rodzaju urządzenia dodatkowe i pomocnicze, o elektronicznej technice realizacji.

Całkowite, kompleksowe przetwarzanie informacji zawartych w pierwotnej dokumentacji źródłowej (w sposób jednolity, w jednym, zamkniętym cyklu przetwarzania) staje się możliwe dopiero w stadium *automatyzacji*, tj. w systemie elektronicznego przetwarzania danych.

## 2.2. ŚRODKI TECHNICZNE MAŁEJ MECHANIZACJI

### 2.2.1. Biurowe maszyny dwudziałaniowe

W dotychczasowej praktyce naszych przedsiębiorstw i instytucji biurowe maszyny dwudziałaniowe należą do podstawowego środka obliczeniowego<sup>1</sup>. W dużej chybą mierze składają się na to takie cechy, jak niewielkie rozmiary, uniwersalny charakter zastosowań, łatwość obsługi oraz stosunkowo niski koszt maszyny.

Sumatory są maszynami dwuokresowymi, a na przebieg ich pracy składają się dwa zasadnicze takty:

- naniesienie na klawiaturę cyfrową liczby, która ma stanowić pierwszy składnik operacji arytmetycznej,
- uruchomienie odpowiedniego dla danej operacji arytmetycznej klawisza funkcyjnego.

Dwutaktowemu rytmowi pracy maszyny odpowiada podział pola klawiatury na dwa zespoły klawiszy, tj. cyfrowych i funkcyjnych. Do tych ostatnich należą tzw. klawisze standardowe, tj. dodawania, odejmowania, kasowania itp., identyczne we wszystkich sumatorach, oraz klawisze niestandardowe, występujące tylko w niektórych typach maszyn. Klawisze niestandardowe, zwane repetycyjnymi, służą np. do wielokrotnego dodawania (mnożenia) czy też wielokrotnego odejmowania (dzielenia). Posługiwanie się zmotoryzowanymi klawiszami funkcyjnymi typu standardowego powoduje równoczesne wypisywanie informacji liczbowych na papierowej taśmie kontrolnej.

Jedną z cech charakterystycznych maszyn do dodawania jest możliwość realizacji funkcji mnożenia. Operacja mnożenia może być wykonana kilkoma odmiennymi sposobami, uzależnionymi ściśle od marki fabrycznej maszyny.

<sup>1</sup> Patrz [14], s. 48-96.



Poza tym warto zaznaczyć, iż istnieją także modele sumatorów konstrukcyjnie przystosowanych do operacji mnożenia, zwane często z tego powodu „trójdziałanowymi”. Z uwagi na swoje zalety urządzenia te niejednokrotnie górują nad maszynami czterodziałanowymi. Dla przykładu podamy, że równolegle z wykonywaniem czynności liczących sumatory te sporządzają dodatkowe taśmy kontrolne, które pełnią funkcję dowodu księgowego, służącego na przykład jako podstawa do sporządzenia list płacy.

Za pomocą maszyn do dodawania możliwe jest również wykonywanie działań dzielenia drogą mnożenia przez odwrotność dzielnika. Zależnie od potrzeb stosuje się przy tym pełne wypisywanie na taśmie kontrolnej kolejnych kroków obliczeń bądź też poprzestaje się na utrwaleniu jedynie obu czynników i wyniku końcowego.

W polskiej praktyce administracyjnej w użyciu znajduje się kilka rodzajów biurowych maszyn do dodawania. Są to przede wszystkim sumatory<sup>2</sup>: SUMLOCK, RHEINMETALL, SUPERMETALL, SOEMTRON AES, SOEMTRON AESM, ASCOTA 110 i ASCOTA 114.

### 2.2.2. Biurowe maszyny czterodziałaniowe

Czterodziałaniowe maszyny liczące stanowią drugą z kolei grupę technicznych środków małej mechanizacji. Wyróżniamy wśród nich maszyny:

- o napędzie ręcznym, tzw. arytmometry (dźwigniowe i klawiszowe),
- o napędzie elektrycznym, tzw. kalkulatory, które dzielimy na półautomatyczne, automatyczne i specjalne.

Charakterystyczną cechą maszyn kalkulacyjnych zakwalifikowanych do grupy półautomatów jest konieczność uzupełnienia przez operatora czynności wykonywanych przez maszynę pewnymi czynnościami dodatkowymi. W automatach natomiast informacje wejściowe są naniesione na klawiaturę przed rozpoczęciem pracy mechanizmu liczącego, który uruchomiony zostaje za pomocą odpowiedniego klawisza funkcyjnego.

Wyposażenie maszyn czterodziałaniowych składa się z pięciu urządzeń podstawowych:

- nastawczego,

<sup>2</sup> Maszyny marki SOEMTRON, importowane z NRD, posiadały poprzednio nazwy RHEINMETALL i SUPERMETALL.

- napędowego,
- liczącego,
- transportu karetki,
- kasującego

oraz pewnej liczby mechanizmów dodatkowych (dźwigni i klawiszy funkcyjnych), ułatwiających względnie upraszczających procesy obliczeniowe.

Wstępne wprowadzenie danych wejściowych w postaci składników liczbowych działań odbywa się za pomocą urządzenia nastawczego maszyny (jednego w arytmometrach i półautomatach, dwóch w automatach). Właściwy proces obliczeniowy przebiega w urządzeniu liczącym maszyny, tj. w dwu licznikach: wyników i obrotów, których pojemność cyfrowa jest zmienna, zależna od marki fabrycznej maszyny. Niektóre modele automatów wyposażone są ponadto w dodatkowe liczniki do sumowania iloczynów, do rejestrowania ilości wykonanych działań arytmetycznych itp.

Na wyposażenie maszyn czterodziałaniowych, poza mechanizmami podstawowymi, składają się urządzenia o przeznaczeniu specjalnym, jak np. klawiatura służąca do wyznaczania z góry ilości miejsc cyfrowych, określających dokładność wyniku (dzielenia).

Za pomocą kalkulacyjnych maszyn liczących mogą być wykonywane wszystkie cztery podstawowe (proste) działania arytmetyczne, tj. dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie, ponadto maszyny te są przystosowane do wykonywania działań złożonych, jak np. mnożenie przez stały mnożnik, sumowanie iloczynów cząstkowych, obliczanie różnego rodzaju średnich, wskaźników, odsetek itp.

Należy tu podkreślić, iż zakres wykonywanych przez daną maszynę funkcji obliczeniowych zależy od jej typu i marki fabrycznej, ale sprawne wykonanie różnych rodzajów obliczeń i w ogóle stopień wykorzystania urządzenia uzależnione są głównie od dokładnego rozeznania jego możliwości arytmetycznych.

Do najczęściej używanych w pracy biurowej maszyn czterodziałaniowych należą:

- arytmometry (ręczne): TRIUMPHATOR, FACIT, MELITA, MESKO,
- kalkulatory (półautomaty i automaty): FACIT CAL, RHEINMETALL, SUPERMETALL, SOEMTRON SAR, SOEMTRON KELL, CELLATRON, MATRON.



### 2.2.3. Elektroniczne arytmometry biurowe

Przedstawiona w paragrafach 2.2.1 oraz 2.2.2 charakterystyka maszyn biurowych prezentowała klasyczne ujęcie zagadnienia, gdyż dotyczyła wyłącznie urządzeń o konstrukcji mechanicznej. Klasyfikacja maszyn tej grupy podana w podrozdziale 2.1 wyróżnia jednak urządzenia biurowe do liczenia o realizacji elektronicznej. Takim właśnie elektronicznym arytmometrom biurowym jest poświęcony niniejszy paragraf.

W światowej produkcji środków organizacyjno-technicznych, w tym także maszyn biurowych, zarysowują się od kilku lat pewne nowoczesne tendencje konstrukcyjne i funkcjonalne. Mianowicie klasyczne arytmometry mechaniczne czy elektromechaniczne osiągnęły już — jak się wydaje — „szczyty swoich możliwości”, ustępując miejsca arytmometrom elektronicznym, traktowanym w pewnym sensie jako „nowy rodzaj maszyn cyfrowych”.

W porównaniu z konstrukcjami klasycznymi, arytmometry elektroniczne wykazują szereg istotnych zalet użytkowych, takich jak:

- większa szybkość działania,
- łatwiejszy odczyt wyników,
- automatyczne ustawienie przecinka,
- większe bogactwo operacji,
- bardziej funkcjonalna klawiatura,
- większa ilość rejestrów i swoboda ich użycia,
- lepsze warunki bezpieczeństwa, higieny i wygody pracy,
- łatwość współpracy z innymi urządzeniami,
- łatwość konserwacji,
- wielowejściowy dostęp.

Zalety te powodują nieustanny wzrost potrzeb rynku w tym zakresie, i to zarówno pod względem ilości, jak i różnorodności produkowanych modeli.

W ślad za pierwszym arytmometrem (angielska ANITA), skonstruowanym w 1961 r., pojawiają się na światowym rynku maszyn biurowych coraz to nowe konstrukcje i wersje tych urządzeń.

W kilkudziesięciu produkowanych obecnie, bądź też dopiero zapowiadanych, modelach arytmometrów daje się wyróżnić dwa podstawowe kierunki konstrukcyjne:

- budowa różnych typów urządzeń o ściśle określonych zastosowaniach,

— budowa wspólnej części centralnej i różnego rodzaju urządzeń dodatkowych, pod kątem różnorodnych zastosowań.

Pierwszy kierunek realizuje na przykład firma amerykańska WANG LABORATORIES, produkująca kilkanaście wersji elektronicznych kalkulatorów. Są to np. modele:

- WANG 300 — do obliczeń kasowych,
- WANG 310 — do obliczeń statystycznych,
- WANG 320 — do obliczeń naukowo-technicznych.

Rynkiem zbytu dla tego rodzaju urządzeń są przede wszystkim kraje o wysokim poziomie i tradycjach techniki cyfrowej.

Natomiast w stosunku do krajów mniejszych, słabiej zaawansowanych w tej dziedzinie, lansowany jest drugi kierunek, który również prowadzi do specjalizacji wyrobów, ale przy zachowaniu znacznej uniwersalności produkcji. Kierunkowi temu odpowiada między innymi kalkulator IME 84 RC, produkowany przez włoską firmę INDUSTRIA MACCHINE ELETTRONICHE. Część centralna kalkulatora dostosowana jest głównie do obliczeń kasowych, natomiast zestaw urządzeń dodatkowych (klawiatury, przystawki itp.) z nim współpracujących ma bardzo różnorodne zastosowania.

Poniżej podajemy przykładowo wykaz (w porządku alfabetycznym) kilkunastu europejskich i pozaeuropejskich arytmetrów elektronicznych w układzie: nazwa urządzenia (model) — kraj (producent) — rok opracowania wzoru (rok produkcji) — krótka charakterystyka<sup>3</sup>.

1. ANITA 12 — Wielka Brytania — 1966 r.; czterodziałaniowy, 12-cyfrowy, 16 klawiszy funkcyjnych, 3 rejestry operacyjne i 2 rejestry pamięci.
2. CASIO 164 — Japonia — 1966 r.; realizujący cztery podstawowe działania arytmetyczne oraz pierwiastkowanie i sumowanie kwadratów przy dodawaniu; 16-cyfrowy, 17 klawiszy funkcyjnych, 2 rejestry operacyjne, 1 rejestr współczynników i 2 rejestry pamięci.
3. CELLATRON D-4a — NRD — 1965 r.; arytmetr-kalkulator, 11-cyfrowy, zmienny przecinek, pa-

<sup>3</sup> Por. [4], s. 16-18; [8], s. 41; [9], s. 30-6; [11], s. 20-1; [12], s. 24-32; [20], s. 26-7; [21], s. 20-1.



- mięć operacyjna 4096 K, wejście i wyjście z taśmy perforowanej.
4. CS 30 — Japonia — 1969 r.; wykonujący oprócz działań podstawowych operacje pierwiastkowania, podnoszenia do kwadratu i obliczania procentu; 14-cyfrowy, 11 klawiszy funkcyjnych, 2 rejestry operacyjne, 1 rejestr współczynników, 1 rejestr pamięci.
  5. ELKA 6521 — Bułgaria — 1969 r.; wykonujący dodatkowo pierwiastkowanie i potęgowanie repetycyjne; 16-cyfrowy, 17 klawiszy funkcyjnych, 4 rejestry operacyjne.
  6. EMD 8-48 — Francja (licencja MATHATRON — USA) — 1965 r.; dodatkowe działania arytmetyczne: obliczanie pierwiastków kwadratowych i sześciennych, logarytmów i funkcji trygonometrycznych (podprogramy); precyzja 9-cyfrowa w zmiennym przecinku; możliwość dołączenia przystawki perforująco-drukująco-czytającej.
  7. FACIT 1125 — Szwecja — 1969 r.; automatyczne pierwiastkowanie i potęgowanie, pojemność 16 miejsc, zmienny przecinek, 2 rejestry pamięci.
  8. FRIEDEN 130 — NRF — 1965 r.; dodatkowo pierwiastkowanie, 13-cyfrowy, 14 klawiszy operacyjnych, 3 rejestry operacyjne i 2 rejestry pamięci, wyświetlane stale na ekranie.
  9. HUNOR 131 — Węgry — 1966 r.; 13-cyfrowy, 11 klawiszy operacyjnych, 3 rejestry oraz urządzenia dodatkowe: oddzielne klawiatury sterujące i mechanizmy drukujące na taśmie papierowej zawartość arytmometru.
  10. IME 84 RC — Włochy — 1964 r.; precyzja 16-cyfrowa, 3 rejestry operacyjne, 14 klawiszy



funkcyjnych; możliwość dołączenia przystawek, np. DI-GI-CORDER, z 4 pamięciami dyskowymi, rejestrującymi wyniki obliczeń i kolejność wykonywania operacji (w tym także pierwiastkowania).

11. PROGRAMMA 101 — Włochy — 1966 r.; 23-cyfrowy, wysoka wydajność obliczeniowa; możliwość reperytycji i dołączania różnych przystawek (w tym także maszyny księgującej).
12. RAE 4/15 — NRF — 1965 r.; czterodziałaniowy, 15-cyfrowy, 22 klawisze funkcyjne, 3 rejestry operacyjne, 1 rejestr stałych, 2 rejestry pamięci; możliwość współpracy z urządzeniami pomiarowymi.
13. SOEMTRON 224 — NRD — 1969 r.; cztery podstawowe działania arytmetyczne, a ponadto potęgowanie, liczenie ze stałym czynnikiem, automatyczne odejmowanie i dodawanie wyników w pamięci oraz ustawianie przecinka; pojemność 18 miejsc dziesiętnych; jest to maszyna kalkulatoryczna zapisująca.
14. TMK 204 — Polska — 1966 r.; 16-cyfrowy, 16 klawiszy funkcyjnych, 2 rejestry i 1 pamięć; możliwość podłączenia różnych przystawek.
15. VICTOR 3900 — NRF — 1956 r.; pierwszy arytмомetr 3 generacji; 20-cyfrowy, 17 klawiszy funkcyjnych, 3 rejestry oraz 2 pamięci.
16. WANG 320 — USA — 1965 r.; cztery działania oraz pierwiastkowanie, sumowanie kwadratów, logarytmowanie; dokładność 10-cyfrowa, 20 klawiszy funkcyjnych, 7 rejestrów, możliwość dołączenia 4 klawiatur; bodajże najlżejszy arytмомetr świata (waga 3,5 kg).

## 2.3. ŚRODKI TECHNICZNE ŚREDNIEJ MECHANIZACJI

### 2.3.1. Maszyny do księgowania

Ta grupa środków mechanizacji wywodzi się pod względem budowy i organizacji wewnętrznej z biurowych maszyn do dodawania<sup>4</sup>. Decydujący wpływ na rozwój urządzeń o konstrukcji wzorowanej na sumatorach miała stosowana powszechnie w swoim czasie przebitkowa forma ewidencji księgowej. Wchodzące do eksploatacji maszyny licząco-księgujące stwarzały możliwość podwójnego rodzaju zapisu: chronologicznego, w stałych urządzeniach ewidencyjnych, np. dziennikach, oraz systematycznego, w urządzeniach wymiennych, np. kontaktach.

W większości użytkowanych typów maszyn księgujących istnieją urządzenia, pozwalające na kojarzenie funkcji obliczeniowych z funkcjami zapisów. Chodzi tu o dodatkową klawiaturę alfabetyczną do pisania krótkich informacji słownych.

Maszyna do księgowania zbudowana jest z następujących podzespołów:

- urządzenia liczącego,
- ruchomej karetki z wałkiem,
- kaset sterowniczych,
- klawiszy (cyfrowych, alfanumerycznych, symbolowych, transportu karetki i licznikowych),
- dźwigni specjalnych.

Rytm pracy maszyn księgujących pokrywa się z przebiegiem pracy sumatorów. Mianowicie informacje liczbowe wejściowe wprowadzane są za pośrednictwem klawiatury, a same czynności zapisania danych i realizacji działań wykonywane są przez maszynę samoczynnie, po uruchomieniu klawiszy funkcyjnych.

Liczniki maszyn księgujących, podobnie jak w sumatorach, mogą mieć charakter saldujący bądź nie saldujący. Ich liczba jest wielkością zmienną, odróżniającą m.in. modele maszyn. W tzw. małych maszynach

<sup>4</sup> Patrz [14], s. 97-148.



księgujących spotykane są tylko dwa liczniki, które ograniczają zastosowanie tych maszyn do prostych układów ewidencyjnych. Liczniki mogą być angażowane do wykonywania funkcji liczących ręcznie (przez uruchomienie odpowiednich klawiszy) bądź automatycznie (za pomocą programu sterującego).

Rolę podzespołu kierującego przebiegiem wykonywania przez maszynę zaprogramowanych uprzednio czynności obliczeniowych i pisarskich pełnią w maszynie do księgowania tzw. kasety sterownicze. Ponadto są na nich utrwalone pewne funkcje dodatkowe, jak np. automatyczne pisanie daty, liczb bez przecinka, czy też pisanie danych kolorem czerwonym itp.

Funkcje nadrzędne w stosunku do funkcji liczników sterowanych w kasetach pełnią w maszynie księgującej tzw. klawisze licznikowe, które umożliwiają ponadto wykonanie szeregu dodatkowych czynności obliczeniowych, prowadzących do uzyskania: sumy do przeniesienia, końcowych sum liczników itp.

Rolę urządzeń „wejścia” dla wszystkich informacji liczbowych wprowadzanych do maszyny księgującej pełni klawiatura klawiszy cyfrowych (minimalna lub maksymalna). W maszynie księgującej mogą być realizowane funkcje symbolizacji dokumentów księgowanych na urządzeniach ewidencyjnych. Czynności te mogą być realizowane automatycznie (z wykorzystaniem mechanizmów sterowania) bądź ręcznie (za pomocą klawiatury).

Pewną odmianę maszyn liczących do księgowania stanowią tzw. *maszyny rejestrujące*, w których możliwe jest dokonanie pełnego zapisu liniowego w jednym takcie pracy (jednoczesny tzw. zapis chronologiczny i systematyczny w odpowiednich urządzeniach ewidencyjnych).

Eksplloatowane w Polsce dwa podstawowe rodzaje maszyn liczących do księgowania różnią się między sobą pod wieloma względami, jak np. układami klawiatury dziesiętnej (minimalna — pełna), ilością liczników, zasadą sterowania czynnościami liczenia i pisania itp. Natomiast wspólną cechą obu rodzajów maszyn jest konieczność ich programowania i sterowania.

Powyższe uwagi odnoszą się do maszyn liczących do księgowania marki ASCOTA i OPTIMATIC. Obie występują w dwu zasadniczych odmianach (klasach), które z kolei różnią się między sobą faktem wyposażenia w dodatkową klawiaturę alfabetyczną (tekstową). Tekstowe i beztekstowe maszyny księgujące mogą posiadać różne ilości liczników.



Połączenie liczebności liczników tych automatów księgujących z symbolem ich klasy określa model maszyny.

W zakresie maszyn ASCOTA w klasie 170 (z klawiaturą tekstową) mamy następujące modele: 170/2, 170/3, 170/5, 170/10, 170/15, 170/25, 170/35, 170/45, 170/55, zaś w klasie 171 (bez klawiatury tekstowej) modele: 171/2, 171/3, 171/5, 171/10, 171/15, 171/25, 171/35, 171/45 i 171/55.

Dla maszyn OPTIMATIC klasa 9000 oznacza klawiaturę tekstową (modele: 9003, 9005, 9007, 9009, 9011, 9013, 9022), zaś klasa 900 — brak takiej klawiatury (modele 903, 905, 907, 909, 911, 913 i 922).

Nowoczesne tendencje w zakresie maszyn do księgowania polegają na uzupełnianiu ich funkcji podstawowych — jako samodzielnych automatów księgujących — funkcjami dodatkowymi, gdyż maszyny te mogą pracować jednocześnie w charakterze urządzeń peryferyjnych systemów elektronicznego przetwarzania informacji.

Przykładowo wymienimy produkowane seryjnie urządzenia wschodniemieckie, szwedzkie i szwajcarskie.

1. System ASCOTA 7000, w skład którego wchodzi małe maszyny do księgowania ASCOTA 070 (wersja podstawowa) i uzupełniające: ASCOTA 071, 072, 073, 074. Dla przykładu ASCOTA 071/100 może pracować jako samodzielny automat do księgowania bądź też stanowić typowe urządzenie peryferyjne do przygotowania danych na taśmie perforowanej. Maszyna ta wyposażona jest w 2, 4 lub 6 liczników saldujących, o pojemności 12/12 miejsc dziesiętnych. Wprowadzenie danych i obsługa odbywa się za pomocą uproszczonej klawiatury nastawczej oraz szybkiej drukarki; wyjście danych na taśmę perforowaną, sprawdzana za pomocą dodatkowego urządzenia kontrolnego<sup>5</sup>.

2. System FACIT 6202, alfanumeryczny, do przygotowania danych na taśmie magnetycznej, w którym rolę urządzenia wejściowego pełni maszyna do księgowania<sup>6</sup>.

3. Elektroniczna maszyna do księgowania firmy szwajcarskiej — RUF-PREATOR. Wykonuje 4 podstawowe działania arytmetyczne i pochodne. Wyposażona jest w 4 tys. rejestrów. Rolę urządzenia wejściowo-wyjściowego pełni dziesiętna klawiatura uproszczona oraz specjalna maszyna do pisania. Maszyna RUF-PREATOR jest przystosowana konstrukcyjnie do sporządzania nośników dla maszyny cyfrowej w po-

<sup>5</sup> Por. [1], s. 151-3 oraz [21], s. 20-1.

<sup>6</sup> Por. [16], s. 20-1.

staci kart lub taśm perforowanych oraz taśm magnetycznych. Urządzenie do frontowego zakładania kart kontowych jest przystosowane do formularzy pojedynczych lub ciągłych. Maszyna jest programowana, a wyboru programu dokonuje się za pomocą klawiatury sterującej. Należy dodać, że model RUF-PREATOR 7000 pełni już funkcje automatu księgującego i fakturującego<sup>7</sup>.

### 2.3.2. Maszyny do fakturowania

Maszyny do fakturowania, a także pewna ich odmiana — maszyny fakturująco-księgujące — wywodzą się z biurowych maszyn do pisania, które wyposażone zostały w dodatkowe urządzenia, umożliwiające dokonywanie rozmaitych czynności obliczeniowych. Stąd też ogólne zasady obsługi i korzystania z maszyn fakturujących są niemal identyczne, jak w maszynach do pisania.

Do podstawowego wyposażenia maszyn fakturujących należą dwa urządzenia:

- maszyna do pisania, działająca na zasadzie mechanicznej lub elektrycznej,
- mechanizm liczący, przystosowany dla celów wykonywania operacji arytmetycznych oraz przechowywania informacji liczbowych.

Poza wyżej wymienionymi, w niektórych typach maszyn spotykamy tzw. urządzenie stałej (mnożnikowej) pamięci.

Klawiatura maszyny do fakturowania obejmuje kilka zespołów klawiszy przyporządkowanych poszczególnym funkcjom przez nią wykonywanym. Wymienimy tu:

- klawisze znaków pisarskich,
- klawisze cyfrowe, mieszczące się w głównym polu klawiatury,
- klawisze tzw. tabulatora dziesiątego,
- klawisze funkcyjne, znajdujące się częściowo w głównym, a częściowo w dodatkowym polu klawiatury, poniżej zespołu klawiszy maszyny do pisania.

Tabulator dziesiąty jest urządzeniem z jednej strony umożliwiającym przyspieszenie procesu pisania danych liczbowych, z drugiej zaś — gwarantującym poprawność wyników obliczeń poprzez prawidłowe uszeregowanie kolumnowe tych danych.

<sup>7</sup> Por. [34], s. 143-4; [7], s. 17.



Urządzenie liczące maszyn fakturujących tworzy zespół kilku liczników (jest to, obok długości karetki, cecha różnicująca poszczególne odmiany modeli). Z uwagi na fakt, iż maszyny, o których mowa, są jednostkami programowanymi, funkcje mechanizmu liczącego wykonywane są w sposób automatyczny. Chodzi tu przede wszystkim o operacje mnożenia oraz tzw. rachunek pionowy (sumowanie pionowe mnożnej, mnożników oraz iloczynów).

Liczniki maszyn do fakturowania należą do grupy liczników niesaldujących, jako że wyniki operacji obrachunkowych przy sporządzaniu faktur są z reguły wartościami dodatnimi.

Mechanizm pamięci stałej maszyn fakturujących jest urządzeniem realizującym zasadniczo dwie funkcje:

— zapisywanie informacji nie stanowiących przedmiotu obrachunku (takich jak np. data faktury),

— zapisywanie danych przejmowanych w dalszej kolejności przez mechanizm obliczający (utrwalanie kilku stałych mnożników bez konieczności ich ciągłego klawiszowania).

Podana charakterystyka wyposażenia oraz funkcji maszyn do fakturowania odnosi się w znacznym stopniu do maszyn fakturująco-księgujących. Zasadniczą cechą odróżniającą obie grupy maszyn jest specjalne urządzenie do frontowego wprowadzania do karetki kont księgowych. Urządzenie to pozwala tylko w maszynach fakturująco-księgujących realizować prowadzenie zapisów księgowych opartych na technice przebitkowej. Brak rozeznania w tym zakresie jest przyczyną wielu nieporozumień przy wdrażaniu tych maszyn do praktyki.

Do najbardziej znanych w świecie marek fabrycznych maszyn omawianej grupy należą: SOEMTRON, GRUNDIG I FRIEDEN (USA). W zakresie maszyn fakturujących będą to przede wszystkim modele: SOEMTRON 319, 348, 349 i 350, zaś w zakresie maszyn fakturująco-księgujących — model SOEMTRON 316.

Nowatorstwo w dziedzinie konstrukcji maszyn do fakturowania wyraża się stosowaniem elektronicznej techniki realizacyjnej. Obecnie w praktycznym użyciu w Polsce znajdują się już elektroniczne automaty obrachunkowe do fakturowania: SOEMTRON 381, 382, 383, 384 i 385.

Na przykład model SOEMTRON 384 sprzężony jest z dziurkarką kart SOEMTRON 415, dzięki czemu możliwe jest przygotowanie danych na kartach 80-kolumnowych w trakcie prowadzenia bieżących prac obrachunkowych. Natomiast model SOEMTRON 385 jest uniwersalną maszyną do prac ewidencyjno-księgowych i obrachunkowych,



wyposażoną w pamięć rdzeniową. Rolę urządzeń wejścia i wyjścia w tym systemie pełnią dwie dziurkarki i czytnik taśmy perforowanej, 5- lub 8-kanalowej<sup>8</sup>.

Omawiany typ agregacji urządzeń jest o tyle istotny, że stanowi przykład wyjścia poza obręb systemu mechanizacji średniej prac obrachunkowych. Taśma i karta perforowana, jako maszynowe nośniki informacji, stanowią bowiem jeden z czynników umożliwiających integrację systemów mechanizacji i automatyzacji.

## 2.4. ŚRODKI TECHNICZNE WIELKIEJ MECHANIZACJI

### 2.4.1. Karta perforowana jako techniczny środek powiązania dokumentacji źródłowej z pracą maszyn analitycznych

We wszelkich procesach przetwarzania informacji ekonomicznych szczególną rolę pełni dokument źródłowy, sporządzony metodą tradycyjną, tj. w formie zapisu ręcznego lub maszynowego na zwykłym papierze. Dokument pierwotny stanowi podstawowy element rejestracji, utrwalania i dostarczania informacji o stwierdzonych stanach lub przebiegu poszczególnych procesów, będących przedmiotem przetwarzania.

Jednym z czynników determinujących w znacznym stopniu ową specyfikę różnych szczebli mechanizacji jest właśnie sposób korzystania z dokumentu źródłowego.

System ręcznego opracowania wymaga wielokrotnego posługiwania się tymi samymi dokumentami, odczytywanymi — w zależności od potrzeby — każdorazowo pod innym kątem.

Użycie do tego celu maszyn małej czy średniej mechanizacji wprawdzie znacznie ułatwia zadanie, jednakże nie zmienia samej istoty sprawy. Czyni to dopiero system maszyn analitycznych, który umożliwia:

— jednorazowe, w każdym procesie przetwarzania, posłużenie się dokumentem źródłowym (niezależnie od ilości przekrojów opracowania),

— samoczynne liczenie i pisanie składników rachunkowych (bez pośrednictwa człowieka w zakresie podawania treści).

<sup>8</sup> Por. [1], s. 151-3; [21], s. 20-1; [22], s. 131-5 oraz [32], s. 14-7.

Środkiem technicznym służącym do realizacji obu tych funkcji maszyn analitycznych jest *karta perforowana*, pełniąca rolę maszynowego nośnika informacji.

Dla pełnego zrozumienia budowy oraz zasad działania poszczególnych urządzeń wchodzących w skład tzw. zestawu maszyn analitycznych konieczne jest przynajmniej pobieżne zapoznanie się z charakterystycznymi cechami karty perforowanej<sup>9</sup>.

Karta taka wykonana jest ze specjalnego, wysokogatunkowego kartonu, zapewniającego dobrą izolację elektryczną. Wymiary karty są ściśle znormalizowane: długość 187,4 mm ( $\pm 0,1$  mm), szerokość 82,5 mm ( $\pm 0,1$  mm), grubość 0,18 mm ( $+0,020$ ;  $-0,015$  mm). Lewy, górny róg karty jest ścięty pod kątem  $45^\circ$  w celu ułatwienia czynności manipulacyjnych. Karty są bardzo podatne na wpływy atmosferyczne, stąd też ostre rygory w zakresie ich magazynowania i użytkowania: stała temperatura otoczenia  $18-22^\circ$  i wilgotność względna  $60-70\%$ . Z przyczyn natury techniczno-eksploatacyjnej karty powinny być obustronnie idealnie gładkie, bez najmniejszych zniekształceń płaszczyzny, tj. wygięć, załamań itp. Wymienione cechy zapewniają: prawidłowy ruch karty w maszynie, wycinanie otworów dokładnie w miejscu na ten cel przeznaczonym oraz odczytywanie otworów we właściwym punkcie.

Karta perforowana dzieli się wzdłuż (pionowo) na kolumny, a w szerz (poziomo) na wiersze. Numeracja kolejna kolumn zamieszczona jest na dolnym obrzeżu karty. Liczba kolumn karty<sup>10</sup>, tworząca jej *pojemność*, należy do zespołu cech ściśle znormalizowanych i w zależności od marki fabrycznej maszyny wynosi 45, 80 lub 90 kolumn ( $2 \times 45$ ).

Poniżej omówiona zostanie tylko karta 80-kolumnowa.

Pozycje podziału szerokości karty tworzą tzw. strefy, zadrukowane w poszczególnych poziomach cyframi od 0 do 9. Rzędy od 0 do 9 oznaczają poszczególne cyfry systemu dziesiętnego, które mogą reprezentować zarówno symbole, jak i wielkości liczbowe. Powyżej rzędu zer znajduje się miejsce bez nadruku, odpowiadające rzędom jedenastek

<sup>9</sup> Schematy kilku podstawowych rodzajów kart perforowanych zamieszczone są w podrozdziale 6.4.

<sup>10</sup> Karta o pojemności 90 kolumn użytkowych podzielona jest na dwie części zawierające po 45 kolumn. W ramach kolumn występują tylko cyfry nieparzyste; natomiast parzyste oznacza się jako zespoły dwu otworów w jednej kolumnie — zawsze jeden w strefie 9, a drugi w strefie o sąsiedniej wartości, niższej od rejestrowanej: np. cyfra 2 przedstawiona będzie za pomocą otworów w strefie 9 i 1.



i dwunastek, które nie reprezentują liczb 11 i 12, lecz są tylko symbolami umownymi. Mają one wyłącznie charakter porządkowy, a służą do celów informacyjnych oraz do celów sterowania obliczeniami<sup>11</sup>.

Zespół kolumn karty przeznaczony do „zapisywania” jednakowych rodzajowo informacji nosi nazwę *pola* karty.

Podział karty na kolumny i strefy stwarza możliwość zastosowania specjalnego systemu zapisu informacji, w którym:

— strefy służą do oznaczania wartości cyfry,

— kolumny służą do „wpisania” poszczególnych cyfr symbolu lub liczby.

Czynność „zapisywania” polega na maszynowym wycinaniu w karcie otworów o znormalizowanym:

— kształcie (otwory prostokątne w kartach 80-kolumnowych, natomiast okrągłe — w 45- i 90-kolumnowych),

— wymiarach [odpowiednio: 1,4 mm ( $\pm 0,05$ ) $\times$ 3,2 mm ( $\pm 0,05$ ) oraz  $\varnothing$  3,2 mm ( $\pm 0,03$ )].

W technice kart perforowanych stosuje się trzy podstawowe ich rodzaje:

— karty *uniwersalne*, posiadające wyłącznie nadruk cyfrowy dla oznaczenia poszczególnych kolumn i wierszy; ten rodzaj kart może pełnić rolę maszynowego nośnika dowolnej informacji w każdym procesie przetwarzania, realizowanym na maszynach analitycznych;

— karty *specjalne (opisane)*, opatrzone obok nadruku cyfrowego także nadrukiem słownym, znajdującym się na górnej krawędzi karty; napisy w nagłówku (np. ilość, cena, wartość) określają przeznaczenie poszczególnych pól karty;

— karty *dualne*, czyli *karto-dokumenty*, łączące w sobie cechy dowodu źródłowego i maszynowego nośnika informacji; pierwotne dane liczbowe, zapisane na karcie sposobem tradycyjnym (w zależności od rodzaju urządzenia odczytującego — ołówkiem zwykłym nr 2 lub specjalnym ołówkiem magnetycznym), podlegają w procesie przetwarzania ręcznemu dziurkowaniu bądź też automatycznemu odczytowi i perforacji.

Funkcja karty perforowanej oraz jej wymiary należą do cech ściśle określonych i niezmiennych w rozmaitych systemach maszyn analitycznych. W przeciwieństwie do powyższego, takie własności karty,

<sup>11</sup> Powyżej strefy 12 oraz poniżej strefy 9 znajduje się ponadto po pół strefy wolnego miejsca.



jak jej pojemność, a także „maszynowa” postać informacji (kształt otworu), należą do cech zróżnicowanych w poszczególnych systemach.

I tak do maszyn analitycznych przystosowanych do współpracy z kartą o 80 kolumnach, w których informacje przedstawione są w postaci otworów prostokątnych, należą maszyny marki: SAM (ZSRR), SOEMTRON (NRD), BULL (Francja), HOLLERITH i IBM (USA). Karta 45-kolumnowa występuje w niektórych odmianach maszyn firm SAM oraz POWERS (Anglia). Karty 90-kolumnowe spotykamy w systemach maszyn firm ARITMA (CSRS), POWERS i REMINGTON-RAND (USA-NRF). W obu ostatnich rodzajach kart informacje są rejestrowane w postaci otworów o kształcie okrągłym.

#### 2.4.2. Zestaw maszyn jako podstawowa jednostka techniczno-eksploatacyjna

Środki techniczne wielkiej mechanizacji, zwanej także półautomatyzacją, rozpatrywane z punktu widzenia *charakteru czynności* wykonywanych w procesach przetwarzania, dzielą się na grupy urządzeń:

- pomocniczych,
- podstawowych,
- uzupełniających.

Najogólniej rzecz ujmując, rola *urządzeń pomocniczych* polega na przeniesieniu określonych informacji z dokumentacji źródłowej na nośniki maszynowe w postaci kombinacji otworów (ta postać zapisu, całkowicie zrozumiała dla maszyny, w zasadzie jest nieczytelna dla użytkownika). Do zadań maszyn realizujących funkcje pomocnicze należy także przeprowadzenie kontroli prawidłowości wyników perforowania.

Maszyny zaliczane do grupy *podstawowych* są urządzeniami o znaczeniu zasadniczym w procesie przetwarzania informacji. Realizują one bowiem trzy główne funkcje tego procesu, tj. segregowanie danych według określonych kryteriów klasyfikacyjnych w pewne wydzielone klasy, wykonywanie operacji arytmetycznych, wreszcie sporządzenie zestawień wynikowych. Ta ostatnia czynność wymaga uprzedniego „przetłumaczenia” zapisu informacji rezultatywnych z postaci zakodowanej na postać czytelną bezpośrednio dla użytkownika.

Maszyny trzeciej grupy, realizujące czynności o charakterze *uzupełniającym*, nie są niezbędne w procesach przetwarzania informacji, jednakże ich udział w znacznym stopniu procesy te ułatwia i przyspiesza.

O zakresie oraz sposobie korzystania z tych urządzeń decyduje w zasadzie rodzaj procesu przetwarzania, determinowany jego przedmiotem.

Dalsza szczegółowa systematyka maszyn analitycznych, przeprowadzana w obrębie grup środków wydzielonych w ramach rozpatrywanego kryterium, zalicza:

- do grupy urządzeń pomocniczych: dziurkarke kart i sprawdzarkę kart,
- do grupy urządzeń podstawowych: sorter i tabulator,
- do grupy urządzeń uzupełniających: dziurkarke sumaryczną, kalkulator, reproducer, kolator, opisywacz i dziurkarke kart oznaczonych znakami grafitowymi.

Wymienione wyżej maszyny koncentrowane są w ramach odpowiednich jednostek organizacyjnych, zwanych — zgodnie z Zarządzeniem nr 14 Pełnomocnika Rządu do Spraw Elektronicznej Techniki Obliczeniowej z dnia 8.04.1965 r. — stacjami maszyn analitycznych<sup>12</sup>.

Wyposażenie każdej stacji składa się z tzw. zestawów maszyn analitycznych, przy czym przyjmuje się, że stacja jako jednostka organizacyjna musi być wyposażona przynajmniej w jeden zestaw.

*Zestaw maszyn analitycznych* to skoncentrowanie w odpowiedniej proporcji ilościowej różnych maszyn o różnych funkcjach, tak aby istniała możliwość pełnego przetwarzania informacji.

Skład przeciętnego (typowego) zestawu, określony w załączniku do wspomnianego Zarządzenia, podany jest w tablicy 2.1, która zawiera ponadto dane dotyczące norm powierzchniowych dla poszczególnych rodzajów maszyn<sup>13</sup>.

W omawianym Zarządzeniu sprecyzowane są także normy wydajności poszczególnych rodzajów urządzeń, stanowiące podstawę do ustalania zapotrzebowania na maszyny analityczne. Normy te przedstawiają się następująco:

- dla tabulatorów 3000–3500 tzw. kartoprzepustów na godzinę lub 400 000–500 000 kartoprzepustów w ciągu miesiąca na jedną zmianę<sup>14</sup>;
- dla sorterów wolnych (o teoretycznej szybkości do 30 000 karto-

<sup>12</sup> Stacje maszyn o niepełnym wyposażeniu (bez tabulatorów) noszą nazwę stacji przygotowania danych. Patrz [33].

<sup>13</sup> Normy powierzchni zróżnicowane są w zależności od marki fabrycznej urządzeń

<sup>14</sup> *Kartoprzepustem* nazywamy przejście karty przez całą drogę transportową danego urządzenia. Liczba kart, która przejdzie przez maszynę w jednostce czasu, określa jej *przepustowość* (wydajność).



- przepustów na godzinę) 12 000–15 000 kartoprzepustów na godzinę lub 1 800 000–2 200 000 kartoprzepustów w ciągu miesiąca;
- dla sorterów szybkich 18 000–25 000 kartoprzepustów na godzinę lub 2 500 000–3 200 000 kartoprzepustów w ciągu miesiąca;
  - dla dziurkarek 7200–8800 znaków (uderzeń) na godzinę;
  - dla sprawdzarek 8000–9600 znaków (uderzeń) na godzinę.

Tablica 2.1

*Przeciętny zestaw maszyn analitycznych oraz normy powierzchniowe dla poszczególnych maszyn*

Lp.	Rodzaj maszyny (urządzenia)	Liczba maszyn przypadająca na 1 zestaw	Norma powierzchni w m <sup>2</sup> na jedną maszynę		
			SAM	SOEMTRON	ARITMA
1	Tabulator	1			
2	Dziurkarka sumaryczna	1	8,5	12	9
3	Sorter wolny	1,5-2	7	4,5	6
4	Sorter szybki	1			
5	Dziurkarka	2,5-3	3	2	3,5
6	Sprawdzarka	2-2,5	3	2	3,5
7	Kalkulator	0,3	25	8	12
8	Reproducer	0,3	6	—	3,5
9	Kolator	0,3	6	—	6
10	Opisywacz	0,3	3,5	—	3,5
11	Dziurkarka kart oznaczonych znakami grafitycznymi	0,3	—	—	—

Przyjmuje się ponadto, że przeciętnie na jeden zestaw maszyn analitycznych powinno przypadać w ciągu miesiąca 55 000–100 000 kart dziurkowanych oraz 15 etatów osobowych personelu stacji.

Systematyka maszyn analitycznych, przeprowadzona na podstawie kryterium funkcji danego urządzenia w procesie przetwarzania informacji, zostanie szczegółowo scharakteryzowana w dalszej części tegoż rozdziału, na przykładzie maszyn systemu 80-kolumnowego. Przyjęto przy tym zasadę, że każdemu z wymienionych w typowym zestawie urządzeń poświęca się osobny paragraf.

### 2.4.3. Dziurkarka kart

Dziurkarka jest maszyną służącą do przenoszenia treści dokumentów źródłowych na karty perforowane. Rejestracja wartości cyfrowych



na karcie polega na ich wydziurkowaniu w odpowiednich pozycjach poszczególnych kolumn.

Do wyposażenia dziurkarki należą następujące zespoły urządzeń:

- magazyn doprowadzający karty wraz z nożem podającym,
- urządzenie transportujące,
- urządzenie dziurkujące,
- urządzenie odczytujące,
- urządzenie wielokolumnowego transportu oraz automatycznego zatrzymania,
- magazyn odbierający karty wydziurkowane,
- klawiatura,
- pulpit sterujący,
- elektroaparatura i rama nośna.

Dziurkarka realizuje swe podstawowe funkcje, tj. sporządzenie maszynowych nośników informacji, na drodze określonego współdziałania poszczególnych urządzeń. Karty podlegające perforacji składowane są w magazynie doprowadzającym, skąd przekazywane są kolejno, po jednej sztuce, za pomocą noża podającego, pod zespół noży dziurkujących. Sama czynność dziurkowania polega na odczytywaniu przez operatora treści dokumentu źródłowego z równoczesnym naciskaniem na odpowiednie klawisze klawiatury. Tym sposobem uruchomiane są noże wycinające otwory w określonej kolumnie karty. Po wyperforowaniu danej kolumny, karetką transportująca wraz z kartą przesuwa się na kolumnę następną, i tak od pierwszej aż do ostatniej. Wtedy karta zostaje przekazana do magazynu odbiorczego, a na jej miejsce pod noże dziurkujące podawana jest następna.

Opisany wyżej system dotyczy najczęściej spotykanego — między innymi w markach SAM, SOEMTRON i BULL — dziurkowania kolumnowego.

W celu przyspieszenia procesów ręcznego dziurkowania stosuje się automatyczną perforację stałych znaków (powtarzających się na większej liczbie kart) z karty wzorcowej, umieszczonej w urządzeniu odczytującym. Na podstawie tejże karty wzorcowej można także wyperforować całą (nową) kartę, na przykład w razie konieczności poprawienia kart błędnych.

Temu celowi służy także urządzenie umożliwiające tzw. przeskok wielokolumnowy, polegający na opuszczeniu tych kolumn karty, jednorazowo lub wielokrotnie, w których nie będą rejestrowane żadne wielkości. Rozpoczęcie i zakończenie takiego przeskoku jest realizowane

za pomocą specjalnych blaszek, tzw. koników, o zmiennym położeniu na listwie wielokrotnego transportu i automatycznego zatrzymania.

Z uwagi na fakt, iż perforowanie jest procesem ręcznym, wydajność urządzenia jest limitowana fizyczną wydolnością operatora. Techniczną szybkość ręcznego dziurkowania, która wynosi 8–10 znaków (uderzeń) na sekundę, dającą zatem 360–450 kart 80-kolumnowych na godzinę, należy skorygować stratami czasu z tytułu rozmaitych przerw, spowodowanych np. odczytywaniem dokumentu, czynnościami manipulacyjnymi czy po prostu znużeniem operatora. Stąd też praktyczna szybkość ręcznego dziurkowania jest niższa i wynosi 3 znaki na sekundę, co w przeliczeniu na godzinę daje wydajność rzędu 150–250 kart o maksymalnym zapelnieniu (w praktyce przyjmuje się często tylko 120 kart na godzinę).

W tym miejscu warto zaznaczyć, że w nowoczesnych systemach przetwarzania danych występuje często, z wielu powodów, konieczność stosowania dziurkarek alfanumerycznych. Urządzenia te różnią się od omówionych uprzednio tym, iż umożliwiają perforowanie także informacji słownych, w kodzie właściwym dla danego systemu (na przykład SAM).

Alfanumeryczna dziurkarka SAM posiada układ mechaniczny identyczny z układem dziurkarki numerycznej, lecz bardziej rozbudowany układ sterowania. Wyposażona jest dodatkowo w klawiaturę alfanumeryczną (oprócz cyfrowej) oraz trzy zespoły pamięci (każdy o pojemności 10 kolumn znaków alfanumerycznych lub numerycznych), sterowane niezależnie, służące do perforacji stałych znaków, bez użycia karty wzorcowej i urządzenia odczytu.

#### 2.4.4. Sprawdzarka kart

Sprawdzarka jest maszyną służącą do kontroli poprawności ręcznego perforowania kart na dziurkarkach. Potrzeba włączenia do zestawu maszyn analitycznych także urządzeń realizujących funkcje kontrolne wynika z możliwości popełnienia trzech podstawowych rodzajów pomyłek we wstępnej fazie przetwarzania. Pierwsza z nich polega na błędnym odczytaniu treści dokumentu pierwotnego przez operatora dziurkarki, druga — na naciśnięciu przez niego niewłaściwego klawisza, wreszcie trzecia — na nieprawidłowym funkcjonowaniu samej maszyny. Względy te powodują konieczność ponownego odczytywania treści dokumentacji pierwotnej i przekazywania jej maszynie drogą



palcowania na klawiaturze. Rzecz oczywista, czynności te przeprowadzane są bezpośrednio na tych samych kartach perforowanych.

Wyposażenie sprawdzarki w swej części podstawowej, tzn. nie licząc urządzeń dodatkowych, jak np. urządzeń znakowania sprawdzonych kolumn czy kart, jest identyczne z wyposażeniem dziurkarki, z jednym istotnym wyjątkiem. Chodzi o zastąpienie urządzenia dziurkującego (noży dziurkujących) — urządzeniem odczytującym (szczotkami w przypadku odczytu elektrycznego lub iglicami — przy odczycie mechanicznym).

Rola urządzenia kontrolującego polega na „porównaniu” cyfrowej wartości otworu znajdującego się w sprawdzonej kolumnie karty z cyfrową wartością klawisza naciskanego przez operatora. Trasa przebiegu karty w sprawdzarce jest podobna do trasy jej przebiegu w dziurkarce. A zatem w przypadku sprawdzania kolumnowego, realizowanego między innymi w maszynach firm SAM czy SOEMTRON, karta przechodzi kolejno, kolumna po kolumnie, pod zespołem szczotek kontrolujących. W przypadku gdy dane wydziurkowane w karcie maszynowej odpowiadają danym wypalcowanym, posuw karty odbywa się bez zakłóceń. Jeżeli jednak odczyt i wybór klawisza jest niezgodny z otworem w karcie, następuje samoczynna blokada klawiatury. Jest to sygnał pomyłki w perforacji lub użycia w trakcie kontroli klawisza, nie odpowiadającego wartości cyfrowej dokumentu pierwotnego.

Po ustaleniu, że przyczyną jest pomyłka na karcie maszynowej, operator zaznacza kolumnę z błędem i naciska klawisz kasujący blokadę powstałą wskutek wykrycia błędu. Czynność ta umożliwia kontynuowanie kontroli, ponieważ urządzenie transportujące (karetka) przesunie kartę o jedną kolumnę (w lewo).

Czynność sprawdzania, analogicznie jak czynność dziurkowania, jest rodzajem pracy wymagającej ręcznego sterowania daną maszyną. Zatem wydajność urządzenia, mierzona ilością opracowanych jednostek (kart), będzie funkcją wielu czynników, z których najważniejszymi są:

- prawidłowość (czytelność, dokładność itp.) dokumentacji źródłowej,
- kwalifikacje (zdolność, zręczność itp.) operatora,
- parametry techniczno-eksploatacyjne maszyny.

Jest rzeczą charakterystyczną, iż o ile błędy popełnione w procesie perforacji są stosunkowo łatwe do wykrycia i usunięcia, o tyle pomyłki wynikające z niewłaściwego wypełnienia dokumentu źródłowego są



na tym etapie praktycznie nie do wyeliminowania. Stąd też wymóg prawidłowości dokumentacji źródłowej powinien być uznany za najważniejszy.

Doświadczenie wskazuje, że pierwsza faza procesu przetwarzania informacji, realizowana na maszynach pomocniczych, w bieżącej praktyce naszych ośrodków stanowi częstokroć wąskie „gardło” całego procesu technologicznego. Praca na urządzeniach dziurkujących i sprawdzających wymaga bowiem z jednej strony pewnego zasobu wiadomości ogólnych z zakresu budowy i zasad działania samej maszyny, z drugiej zaś — dużej wprawy w wykonywaniu czynności perforacji i kontroli (palcowania klawiatury metodą bezwzrokową).

Przyjmuje się, iż praktyczna szybkość sprawdzenia kart maszynowych jest nieco wyższa niż ich dziurkowania i wynosi 3,6 uderzeń na sekundę, co w przeliczeniu godzinowym daje liczbę 220–320 kart o maksymalnym wypełnieniu.

#### 2.4.5. Sorter

Kolejną maszyną zestawu jest sorter, służący do porządkowania i segregacji kart maszynowych według wyperforowanych znaków. Celem grupowania kart jest z reguły dążność do uzyskania takiego przekroju danych, który został uprzednio wyznaczony rodzajem zestawień wynikowych.

Proces grupowania polega na samoczynnym odczycie informacji zawartych w kartach maszynowych i podziale ich na klasy, zgodnie z perforacjami znajdującymi się w obrębie jednej kolumny karty. Proces ten realizowany jest za pomocą następujących elementów, tworzących części składowe sortera:

- urządzenie (magazyn) podające karty,
- urządzenie (szczotki) odczytujące,
- urządzenie sortujące,
- urządzenie liczące,
- urządzenie transportu kart,
- kasyety odbioru kart.

Działanie sortera omówimy na przykładzie elektromagnetycznego sortera marki SAM. Karty maszynowe włożone do magazynu podającego podsuwane są kolejno, za pomocą noża, pod rolki transportujące, które doprowadzają je do urządzenia samoczynnego odczytu. W zależności od tego, w której strefie następuje odczyt (jest otwór w jed-

nej z dwunastu stref lub brak go), urządzenie sortujące zostanie uruchomione wcześniej lub później, lub nie włączy się w ogóle. Odpowiednio do tego karta zostanie się między szyny doprowadzające i przy pomocy rolek transportowych wpadnie do odpowiedniej kasety odbiorczej.

Sorter wyposażony jest w trzynaście kaset, z których dwanaście odpowiada dwunastu strefom karty, a jedna — dodatkowa — przeznaczona jest dla kart nie posiadających w danej kolumnie żadnego otworu. Przy tym, w zależności od sposobu włożenia kart do magazynu podającego (strefą „dziewiątek” w kierunku ruchu kart czy też strefą „dwunastek”), otrzymuje się odmienny system ułożenia kart w kasetach.

Podstawę sortowania stanowią wybrane cechy badanego zbioru kart. Przy tym, jeżeli odmiany jakiejś cechy wyrażają się symbolami kilkunastocyfrowymi (dana cecha zajmuje na karcie kilka kolumn), dla uporządkowania zbioru kart na sorterze potrzeba tyleż samo (kilka) przepuszczeń, poczynając od kolumn najniższego rzędu — jednostek, dziesiątek, setek itd.

Poza omówionymi wyżej czynnościami tzw. sortowania prostego, inaczej przygotowawczego, na sorterze omawianego typu można realizować niektóre bardziej złożone funkcje. Wymienić tu można przykładowo:

— sortowanie z połączeniem grup, polegające na łączeniu — w jednej kasecie — kart posiadających otwory w sąsiadujących ze sobą strefach;

— sortowanie z wydzielaniem kart posiadających określoną perforację;

— wysortowanie z dużego zbioru jednej karty, za jednym przepustem (karty o maksymalnym symbolu dwunastocyfrowym).

Ten ostatni rodzaj sortowania, w odróżnieniu od poprzednio wymienionych, wymaga zastąpienia w urządzeniu odczytującym jednej szczotki blokiem dwunastu szczotek. Ponadto występuje tu konieczność uprzedniego zaprogramowania zadania na tablicy dyspozycyjnej za pomocą odpowiednich połączeń kablowych.

Wybór jednego z czterech omówionych sposobów sortowania odbywa się za pomocą czteropozycyjnego przełącznika.

Niektóre typy sorterów, wyposażone w dodatkowe urządzenia, jak np. liczniki indywidualne kaset czy też przyrząd piszący, mogą realizować funkcje specjalne, jak np. zliczanie kart w każdej kasecie, odczyt i samoczynne pisanie ich wartości itp. Należy przy tym podkreślić, iż w niektórych rodzajach procesów przetwarzania (np. w pewnych opracowaniach statystycznych) sorter jest maszyną kończącą proces technologiczny.



Modernizacja i postęp techniczny w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji sortera polegają na kolejnym przechodzeniu od mechanicznej i elektromechanicznej do elektronicznej, a nawet pneumatycznej techniki realizacyjnej.

Sortery są urządzeniami bardzo sprawnymi, zaś ich prędkość techniczna waha się w dość znacznych granicach. Wynosi ona:

- 200–250 kart na minutę przy sorterze mechanicznym,
- 400–500 kart na minutę przy sorterze elektromechanicznym,
- 1000–1250 kart na minutę przy sorterze elektronicznym,
- do 2000 kart na minutę przy sorterze pneumatycznym.

Trzeba jednak pamiętać, że wydajność eksploatacyjna urządzenia jest funkcją wielu czynników, m.in. zaś zależy bezpośrednio od rodzaju sortowania. Dla przykładu podamy, że przy sortowaniu prostym operuje się stale całym zbiorem kart, a straty czasu spowodowane są tylko wyjmowaniem rozdzielonych kart z kaset i układaniem otrzymanych grup w odpowiedniej kolejności w jeden nowy zbiór.

#### 2.4.6. Tabulator

Tabulator jest główną maszyną w zestawie maszyn systemu kart dziurkowanych — w stosunku do niego ustala się liczebność pozostałych maszyn w zestawie — jednocześnie zaś jednostką zamykającą cykl przetwarzania danych. Za pomocą tabulatora sporządza się zestawienia wynikowe w formie tabelarycznej, które w stacji maszyn analitycznych mają charakter produktu końcowego.

Tabulator jest urządzeniem realizującym w procesie przetwarzania funkcje odczytu, liczenia i pisania (drukowania). W szczególności praca tabulatora polega na:

- odczytywaniu informacji wyperforowanych na kartach maszynowych,
- rejestrowaniu danych w licznikach maszyny,
- wykonywaniu działań arytmetycznych w zakresie dodawania, odejmowania i algebraicznego sumowania (saldowania),
- drukowaniu informacji odczytanych z kart i wyników wykonanych obliczeń<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Za pomocą tabulatora można realizować także niektóre inne operacje arytmetyczne, np. mnożenie, jednakże z uwagi na małą sprawność techniczną urządzenia w tym zakresie, z możliwości tych korzysta się w praktyce stosunkowo rzadko.



Wypożażenie techniczne tabulatora tworzą następujące zespoły mechanizmów:

- urządzenie podawania kart wraz z głowicą odczytu,
- przyrząd piszący,
- urządzenie liczące,
- przyrząd przesuwu papieru,
- tablica programowa,
- pulpit sterowania,
- elektroaparatura i rama.

Zasada działania tabulatora polega na kolejnym podsuwaniu każdej karty pod urządzenie odczytujące, a następnie uruchamianiu — w zależności od rodzaju odczytanych informacji — odpowiednich zespołów przyrządu piszącego oraz liczącego, zgodnie z programem ustalonym na tablicy połączeń.

Sterowanie rodzajem i samym przebiegiem pracy tabulatora odbywa się za pomocą tablicy rozkazodawczej, a także za pośrednictwem odpowiednich przełączników na pulpicie sterowniczym.

W zależności od marki fabrycznej maszyny występują tablice rozkazodawcze o programie wymiennym lub stałym. Pierwszy rodzaj umożliwia dowolne przeprogramowanie zadania, zrealizowane za pomocą odpowiednich połączeń kablowych. Drugi rodzaj tablic narzuca pewną „sztywność” eksploatacji, ponieważ tablice takie są fabrycznie przystosowane do wykonywania tylko jednego rodzaju pracy.

Produktem końcowym pracy tabulatora jest zestawienie danych liczbowych noszące nazwę *tabulogramu*, sporządzone w formie ciągłej bądź też luźnych formularzy ewidencyjnych o dowolnym układzie kolumn i wierszy. Na tabulogramie mogą być uwidocznione wszystkie cechy przeniesione z kart dziurkowanych bądź też tylko niektóre, odpowiednio wybrane.

Istnieją dwie podstawowe metody sporządzania tabulogramów — bądź przez tzw. listowanie (ustawienie tabulogramu na „list”) bądź tabulację (ustawienie tabulogramu na „tab”).

Tabulogramy sporządzone *metodą listowania* tworzą zestawienia kompletne; będą to zbiory kart roboczych, wyniki inwentaryzacji magazynowej itp.

Posługiwanie się *metodą tabulacji* przynosi zestawienia sumaryczne, podczas gdy informacje szczegółowe są zarejestrowane jedynie w urządzeniach liczących. Przykładem tego rodzaju zestawień są: karty zarobkowe brutto, obroty materiałowe w przekroju kont syntetycznych itp.

O celowości zastosowania tabulatorów do opracowywania poszczególnych zagadnień decyduje wiele czynników, między innymi zaś rodzaj i charakter wykonywanych czynności oraz ich masowość i pracochłonność. Tak na przykład temat, który wymaga przygotowania dla stosunkowo nielicznego zbioru kart wielu tablic wynikowych, w różnych przekrojach (sortowanie na wiele grup) i o dużej korelacji cech w ramach jednej tablicy, stwarza korzystne warunki do zastosowania tabulatora. Przewaga sortera nad tabulatorem jest natomiast zupełnie wyraźna przy tych tematach opracowań, w których operuje się dużymi zbiorami kart maszynowych, a rozdrobnienie grup jest niewielkie (przykład zastosowania sortera piszącego).

Parametry technicznej sprawności tabulatora marki SAM uzależnione są od sposobu zestawienia opracowań rezultatywnych i przy pracy na „list” wynoszą 80–90 kart na minutę, zaś przy pracy na „tab” — 120–150 kart na minutę (bez tzw. międzybiegów), co daje przeciętną wydajność eksploatacyjną urządzenia rzędu 4800–9000 kart na godzinę.

W praktycznym użytkowaniu znajduje się obecnie wiele różnych typów tabulatorów, odmiennych pod względem szczegółów konstrukcji i zasad działania, wartości parametrów techniczno-eksploatacyjnych, a także sposobu programowania.

W zależności od rodzaju (postaci) przetwarzanych informacji wyróżniamy:

— tabulatory numeryczne, które umożliwiają przetwarzanie wyłącznie informacji przedstawionych w postaci cyfr,

— tabulatory alfanumeryczne, które mogą opracowywać informacje cyfrowe i literowe, odpowiednio zakodowane na kartach perforowanych. Pozwala to na drukowanie zarówno liczb, jak i tekstów słownych, jak np. nazwy materiału zamiast symbolu cyfrowego indeksu materiałowego, nazwiska pracownika zamiast jego numeru ewidencyjnego itp.

Stale wzrastające potrzeby w zakresie przyspieszania i unowocześniania systemów przetwarzania informacji, szczególnie typu ekonomicznego, są stymulatorami postępu, m.in. także w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji tabulatora jako głównej jednostki w zestawie maszyn analitycznych. Podobnie jak w innych urządzeniach, podstawowym kierunkiem modernizacji jest tu stosowanie elektroniki. Tabulatory „klasyczne” ustępują miejsca elektronicznym maszynom cyfrowym małej mocy, przeznaczonym do przetwarzania danych, jak np. UNIVAC, ATE 80 (ZSRR) czy GAMMA 10 (Francja).



Tabulator jest urządzeniem przystosowanym konstrukcyjnie do sprzężenia go z innymi maszynami zestawu, należącymi do grupy uzupełniających. Chodzi tu o dziurkarkę sumaryczną i kalkulator — elektroniczną przystawkę kalkulacyjną, których współpraca z tabulatorem zostanie scharakteryzowana poniżej.

#### 2.4.7. Dziurkarka sumaryczna

Dziurkarka sumaryczna jako maszyna pełniąca w zestawie funkcje uzupełniające jest urządzeniem pracującym zależnie od potrzeb, w sprzężeniu z tabulatorem bądź też samodzielnie.

W skład wyposażenia dziurkarki sumarycznej marki SAM wchodzi następujące zespoły mechanizmów:

- magazyn podający z nożem,
- droga transportowa (pięciocyklowa),
- mechanizm dziurkujący (80 noży),
- szczotki odczytujące,
- magazyny przyjmujące karty,
- mechanizm sortujący,
- dystrybutor,
- selektory,
- pulpit sterowniczy,
- deska programowa,
- elektroaparatura i rama.

Zasada pracy dziurkarki sumarycznej jest następująca: perforowanie odbywa się *systemem strefowym*, a karta zatrzymuje się w momencie dziurkowania<sup>16</sup>. Technicznie zrealizowane to jest na zasadzie pracy tzw. krzyża maltańskiego, siedmioramiennego.

Dziurkarka sumaryczna umożliwia automatyczne perforowanie tzw. *kart sumarycznych*. Zawierają one dane będące sumą wartości określonego zbioru kart jednostkowych wraz z niezbędnymi cechami identyfikującymi każdą grupę kart. Zastosowanie kart sumarycznych w procesie przetwarzania ma na celu:

- ograniczenie liczebności kartozbiorów, którymi operuje się w procesie technologicznym,
- skrócenie czasu opracowania końcowych wyników liczbowych.

<sup>16</sup> Starsze typy dziurkarek pełniły podwójne funkcje — zwykłej i sumarycznej dziurkarki kart. W tych przypadkach dziurkowanie sumaryczne odbywało się systemem kolumnowym.



Praca dziurkarki sumarycznej w sprzężeniu z tabulatorem pozwala na uzyskanie, jako produktu końcowego, nie tylko tabulogramu z wydrukowanymi wynikami przeprowadzonych obliczeń, lecz umożliwia dodatkowo także automatyczne wyperforowanie tych wyników na kartach sumarycznych (np. kartach saldowych, które to informacje będą traktowane jako wejściowe w następnym okresie obrachunkowym).

Dane dziurkowane na kartach sumarycznych mogą pochodzić z trzech zasadniczych źródeł, w zależności od charakteru pracy urzędnika. Źródłem tym mogą być:

- liczniki tabulatora, w przypadku współpracy obu tych urządzeń,
- bezpośrednio karta dziurkowana (wzorcowa, zwana też szablonem),
- program realizowany za pomocą odpowiednich połączeń kablowych na tablicy, w przypadku samodzielnej pracy dziurkarki.

Wydajność techniczna dziurkarki sumarycznej uzależniona jest od systemu pracy urzędnika. W przypadku sprzężenia z tabulatorem pracuje ono w tzw. reżimie taktowym, zatrzymując się po wydziurkowaniu każdej karty. Maksymalna szybkość perforacji wynosi tu 2000 kart na godzinę. Parametr ten, w przypadku pracy samodzielnej w tzw. reżimie ciągłym, osiąga wielkość 6000 kart na godzinę.

#### 2.4.8. Kalkulator

Kalkulatory są urządzeniami, które wprowadzone zostały do zestawów maszyn analitycznych w celu częściowego chociażby zaspokojenia stale wzrastających potrzeb w zakresie zwiększania szybkości wykonywanych obliczeń. Z tego względu w kalkulatorze realizowana jest z reguły technika elektroniczna, głównie lampowa, a ostatnio także tranzystorowa. W tym rozumieniu kalkulator można traktować jako maszynę cyfrową, o małej pamięci wewnętrznej, najczęściej na układach elektronicznych. Rolę pamięci zewnętrznej pełni w maszynie karta perforowana, na której zawarte są dane podlegające przetwarzaniu i na którą, na ogół, wyprowadza się wyniki.

Jak wiadomo, składniki rachunkowe zarejestrowane są na karcie w układzie dziesiętnym, a najczęściej praktykowanym systemem pracy maszyny matematycznej jest układ binarny. W większości typów kalkulatorów przyjęcie danych odbywa się w kodzie dziesiętnym, który w maszynie automatycznie „tłumaczony” jest na kod dwójkowy. W tym ostatnim wykonywane są wszystkie operacje rachunkowe (cztery pod-

stawowe działania arytmetyczne) oraz logiczne. Wyprowadzane z maszyny wyniki obliczeń są znów automatycznie przekodowywane na system dziesiętny.

Kalkulator jest jednostką przystosowaną konstrukcyjnie do współpracy z innymi urządzeniami, przede wszystkim zaś z innymi maszynami zestawu maszyn analitycznych, takimi jak tabulator i reproducer. Do tej grupy należy także zaliczyć specjalną przystawkę czytająco-perforującą. Wszystkie te urządzenia pełnią w systemie współpracy z kalkulatorem rolę urządzeń wejścia i wyjścia.

Kalkulator współpracujący z reproducerem wprowadza dane z kart maszynowych i wyprowadza wyniki obliczeń także na karty.

Współpraca z tabulatorem organizowana jest na zasadzie wyprowadzania danych wprost na tabulogram. Szczególnie duże korzyści otrzymuje się w tym ostatnim przypadku, jeżeli do tabulatora podłączona jest z kolei dziurkarka sumaryczna. Przy tym systemie wyniki obliczeń z kalkulatora będą rejestrowane na tabulogramie, a ponadto wyperforowane na kartach maszynowych.

Kalkulator jest maszyną programowaną z tablicy własnej, a w niektórych typach jednocześnie także z tablicy przystawki perforującej. Sterowanie pracą maszyny odbywać się może za pomocą karty, która, poza wyżej omówioną rolą maszynowego nośnika informacji, pełni w tym układzie dodatkowe funkcje czynnika sterującego.

Zasada odczytu i biegu, kart polega na kolejnym przesuwanie się poszczególnych stref karty i odczytywaniu wydziurkowanych składników rachunkowych, przekazywanych natychmiast do urządzeń rejestrujących kalkulatora, tj. pamięci (operacyjnej). Zaprogramowane uprzednio czynności obliczeniowe wykonywane są w czasie trwania tego samego cyklu pracy maszyny, tj. po odczytaniu karty, a przed podaniem następnej. Wyniki obliczeń perforowane są w następnym cyklu na tej samej karcie.

Do wykonywania wskazanych wyżej funkcji kalkulator przystosowany jest konstrukcyjnie za pomocą następujących układów:

- wejścia i wyjścia z tzw. deszyfratorami (dla celów zamiany dziesiętnej postaci danych na postać binarną, i odwrotnie),
- pamięci operacyjnej, tzw. rejestrów,
- układów arytmetycznych, realizujących funkcje arytmetyczne i logiczne,
- układów sterujących.



W kalkulatorze wchodzącym w skład zestawu maszyn analitycznych marki SAM wszystkie wymienione wyżej układy realizowane są na lampach elektronowych.

Kalkulator SAM składa się z dwu urządzeń, tj. właściwego kalkulatora oraz przystawki czytająco-perforującej. Podawanie i czytanie kart w przystawce może odbywać się trzema drogami, dzięki czemu możliwe jest pobieranie czynników do obliczeń nie z jednego, lecz trzech zbiorów kart jednocześnie. Zasada odczytu i biegu kart zbliżona jest do realizowanej w reproducerze, jednak nieco odmienna jest struktura samych dróg. Mianowicie jedna z nich zawiera urządzenia do perforowania wyników.

Składniki rachunkowe odczytywane w czasie przesuwania się poszczególnych stref karty przekazywane są do urządzeń rejestrujących kalkulatora, tj. układów pamięci. Dzięki zastosowaniu techniki elektronicznej możliwe jest dokonanie w jednym cyklu pracy maszyny, na jednej karcie, do trzydziestu dwóch zaprogramowanych operacji arytmetycznych oraz logicznych.

Ogólna pojemność pamięci wynosi czterdzieści osiem miejsc dziesiętnych. Niektóre z rejestrów pamięci mogą tylko przejmować dane z kart, nie mogą natomiast wyprowadzać wyników. Wszystkie operacje arytmetyczne ujęte w programie wykonywane są za pomocą tzw. sumatora, na podstawie danych zawartych w pamięciach. Wyniki obliczeń mogą być kontrolowane, a stwierdzone błędy obliczeń lub perforacji — sygnalizowane.

Wydajność eksploatacyjna kalkulatora uzależniona jest od szybkości podawania kart perforowanych w maszynach z nim współpracujących. Wydajność ta, w zależności od rodzaju urządzenia (tabulator, reproducer czy przystawka) oraz marki fabrycznej, waha się w granicach od 6000 do 9000 kart na godzinę.

Eksploatowane w Polsce kalkulatory różnią się między sobą pod względem konstrukcji (np. pojemności pamięci), zasad działania (np. uwielokrotnienie wejść do jednego licznika) oraz zakresu czynności (różny stopień elastyczności programowania).

Do najbardziej znanych należą: kalkulator marki BULL typu GAMMA, który może być sprzężony z tabulatorem lub reproducerem, elektroniczna przystawka kalkulacyjna marki SAM typu EUP, sprzężona z tabulatorem, oraz omawiany wyżej kalkulator EW 80-3M, pracujący z przystawką perforującą. Wymienić tu także należy maszynę cyfrową



ODRA 1103, która przystosowana jest, między innymi, do pełnienia funkcji kalkulatora, w którym rolę urządzeń wejścia i wyjścia wykonują tabulator lub reproducer firmy SAM.

#### 2.4.9. Reproducer

Reproducer jest urządzeniem przeznaczonym do automatycznego perforowania standardowych kart maszynowych według określonego programu. Podstawowym zadaniem reproducera jest więc przyspieszenie procesów masowego dziurkowania. Wszystkie rodzaje pracy reproducera muszą być uprzednio zaprogramowane na specjalnej tablicy, za pomocą odpowiednich połączeń kablami elektrycznymi. Zmiana programu następuje poprzez wymianę całej tablicy rozkazodawczej.

Opis konstrukcyjny urządzenia przedstawiony zostanie na przykładzie reproducera marki SAM. Na wyposażenie tej maszyny składają się następujące podzespoły:

- mechanizm dziurkowania z magazynem podającym,
- mechanizm reprodukcji z magazynem podającym,
- mechanizmy sortujące,
- magazyny przyjmujące,
- dystrybutor impulsów,
- selektory,
- aparat kontroli z sygnalizacją,
- elektryczne liczniki kartań,
- tablica programowa,
- elektroaparatura i rama nośna.

Reproducer jest urządzeniem, które może pracować samodzielnie bądź w sprzężeniu z tabulatorem lub kalkulatorem. W pierwszym przypadku reproducer pełni funkcję dziurkarki sumarycznej, w drugim natomiast — rolę urządzeń wejścia i wyjścia z kart perforowanych.

Reproducer może wykonywać każdą z wyszczególnionych poniżej czynności:

- 1) powtarzanie (duplikacja) jednoseryjne, powodujące otrzymanie dowolnej ilości kopii z jednej karty wzorcowej (karty-matrycy);
- 2) powtarzanie wieloseryjne, tj. otrzymanie dowolnej ilości kopii z kilku kart wzorcowych, przekładanych żadaną ilością kart czystych;
- 3) reprodukcję prostą, polegającą na otrzymaniu jednej kopii z każdej karty danego zbioru kart, oraz reprodukcję kombinowaną, polegającą

na otrzymaniu kilku kopii z każdej karty przeznaczonej do reprodukcji;

4) reprodukcję z zamianą kolumn karty-kopii w stosunku do karty-matrycy;

5) reprodukcję częściową ze zmianą kolumn, tj. reprodukcowanie tylko wybranej ilości kolumn, w zależności od tzw. naddziurek sterujących;

6) kontrolę odbywającą się drogą porównania wydziurkowanych kopii z kart z ich oryginałami i sygnalizacją błędu, wraz ze wskazaniem kolumny, na której został on popełniony;

7) pracę dystrybutora, polegającą na nanoszeniu na wszystkie dwa-następnie stref dowolnych znaków stałych w dowolnie wybranych lub wszystkich kolumnach karty;

8) współpracę z tabulatorem (w roli dziurkarki sumarycznej) drogą automatycznego perforowania na kartach (na rozkaz z tabulatora) danych przechowywanych w licznikach tabulatora;

9) współpracę z kalkulatorem (reproducer firmy SAM przystosowany jest konstrukcyjnie do współpracy z elektronicznym kalkulatorem — maszyną cyfrową ODRA 1103; w systemie tym reproducer pełni funkcję urządzenia wprowadzającego i wyprowadzającego dane wydziurkowane na kartach maszynowych).

Stopień wykorzystania reproducera w procesie mechanizacji przetwarzania danych uzależniony jest od samej specyfiki tego procesu, a konkretnie od potrzeby uwielokrotnienia kart maszynowych, które, jak wykazuje praktyka, nie musi zachodzić w każdej dziedzinie zmechanizowanego obrachunku.

W polskiej praktyce półautomatycznego przetwarzania stosowane są głównie dwa typy reproducerów: omawiany wyżej reproducer firmy SAM, o technicznej sprawności działania uzależnionej od rodzaju wykonywanych czynności, około 6000 kart na godzinę, oraz firmy BULL, o szybkości 7200 kart na godzinę.

#### 2.4.10. Kolator

Kolator jest maszyną przeznaczoną do wykonywania rozmaitych czynności związanych z wyborem i kompletowaniem zbiorów kart perforowanych. Za pomocą kolatora wykonywane są w procesie przetwarzania informacji różne operacje typu logicznego, jak np. porównanie wielkości dwu cech, sprawdzanie prawidłowości ułożenia kart w zbiorze itp.



Do podstawowych zadań kolatora należy łączenie dwóch, odpowiednio posortowanych, zbiorów kart w jedną całość, w formie *dobierania* cech zgodnych, wyperforowanych na kilku czy kilkunastu kolumnach<sup>17</sup>. Wprawdzie zadanie powyższe można wykonać także na sorterze, lecz jest to nieopłacalne z uwagi na konieczność wielokrotnego przepuszczenia kart przez urządzenie. Natomiast kolator realizuje to połączenie za pomocą jednokrotnego przepustu kart.

Ponadto kolator przystosowany jest do:

— łączenia dwóch zbiorów kart z równoczesnym wydzielaniem kart bez odpowiedników, tzn. kart z symbolami występującymi tylko w jednym zbiorze,

— włączenia, w określonych miejscach zbioru, kart specjalnych lub czystych,

— rozdzielenia zbioru kart na trzy grupy lub dwóch zbiorów równocześnie na dwie grupy,

— wybierania kart z cechą o wielkościach zawartych między dwiema określonymi granicami oraz z cechą o wielkościach niższych i równych minimalnej bądź wyższych i równych maksymalnej,

— kontroli sortowania, z zatrzymaniem w przypadku stwierdzenia błędnego układu z wyłączeniem kart błędnie wysortowanych itp.

Wymienione funkcje kolator realizuje samoczynnie, ponieważ jest jednostką sterowaną odpowiednimi połączeniami kablowymi na tablicy programowej oraz systemem wyłączników na pulpicie sterowniczym.

Celem umożliwienia manipulacji dwoma zbiorami kart maszynowych równocześnie kolator wyposażony jest w dwie drogi przebiegu kart, z których każda posiada:

- urządzenie podające karty,
- urządzenie odczytujące karty,
- urządzenie porównujące wartość odczytu,
- urządzenie transportujące karty,
- kasety odbiorcze,
- aparat kontroli.

Zróżnicowanie kolatorów różnych marek fabrycznych pod względem szczegółów konstrukcji i zasad działania jest stosunkowo nieduże. W Polsce w użytkowaniu znajdują się głównie kolatory firmy SAM oraz BULL.

Teoretyczna szybkość techniczna kolatora wynosi 30 000 kart w ciągu

<sup>17</sup> Stąd też wywodzą się inne nazwy tego urządzenia: *dobieracz* lub *mieszacz*.



godziny; szybkość tę można osiągnąć przy łączeniu w jeden zbiór kart dwóch takich zbiorów, w których — w każdym z nich — występuje po jednej karcie na każdą cechę porównywaną.

#### 2.4.11. Opisywacz

Opisywacz, zwany inaczej interpreterem, jest maszyną należącą do kompletu maszyn analitycznych, pełniących w procesie przetwarzania informacji czynności uzupełniające, polegające na opisywaniu, zwykle na górnym obrzeżu karty, treści utrwalonej na tejże karcie w postaci perforacji. Napisy dokonane są pismem maszynowym, a mogą zawierać zarówno znaki numeryczne, jak i alfanumeryczne. Wybór kolumn oraz sam sposób ich opisywania ustalony jest za pomocą programu na desce rozkazodawczej.

Interpreter zbudowany jest z pięciu podstawowych podzespołów:

- podawania kart,
- transportu,
- odczytu,
- pisania,
- odbioru kart maszynowych.

Funkcje opisywania kart w interpreterze są realizowane w sposób zróżnicowany. Mogą obejmować np. całkowitą treść karty lub tylko jej fragmenty.

Modernizacja opisywaczy idzie w kierunku uzupełnienia podstawowych funkcji tego urządzenia dodatkowymi czynnościami, takimi jak np. automatyczne kontrolowanie zmiany symbolu dwóch sąsiednich kart oraz rozkładanie zbioru na dwie partie i liczenie wszystkich kart przechodzących przez maszynę.

#### 2.4.12. Dziurkarka kart oznaczonych znakami grafitowymi

Zastosowanie dziurkarki kart oznaczonych znakami grafitowymi jest wyrazem tendencji do całkowitego wyeliminowania ręcznego dziurkowania kart z procesów przetwarzania danych i wkroczenia na drogę wykorzystania maszyn do automatycznej perforacji kart i czytania znaków.

Dziurkarka znaków grafitowych zbudowana jest na analogicznej zasadzie jak dziurkarka sumaryczna i może spełniać jej funkcje.

Ponadto, z uwagi na wyposażenie specjalne, na które składają się: dodatkowy blok szczotek przed mechanizmem dziurkującym, dwadzieścia siedem tyratronów (lamp radiowych gazowanych) oraz dwudziestosiedmiomiejscowy aparat kontrolny, dziurkarka może odczytywać grafitowe znaki naniesione na kartę ołówkiem normalnym, a następnie automatycznie je perforować.

Karta maszynowa ma specjalny nadruk. Mianowicie w każdej jej strefie znajduje się dwadzieścia siedem owalnych miejsc (pólek), które należy zaczerpnąć ołówkiem, rejestrując określoną wielkość liczbową. Każde takie „pólko” odpowiada trzem kolumnom „normalnej” karty 80-kolumnowej. Na każde półko przypadają trzy szczotki odczytujące — środkowa zasilająca, zaś dwie boczne zamykające (poprzez znak grafitowy na karcie) obwód wzbudzenia tyratronu.

Karta maszynowa przechodzi pod blokiem pierwszym szczotek i wtedy zostaje odczytana jej treść. Wyperforowanie otworu w żądanej kolumnie karty następuje w wyniku połączenia kablowego na tablicy programowej odpowiedniego tyratronu z odpowiednim elektromagnesem.

W dziurkarce znaków grafitowych można także realizować funkcje automatycznej kontroli prawidłowości perforowania, a to za pomocą połączenia dodatkowego bloku szczotek z aparatem kontrolnym.

Ogólne zasady budowy oraz działania dziurkarki znaków grafitowych przedstawiono powyżej w odniesieniu do maszyny firmy SAM. Warto tu jednak zaznaczyć, iż w zestawach maszyn analitycznych innych firm rolę tego urządzenia pełni dziurkarka kart oznaczonych znakami magnetycznymi. Do tego celu używany jest specjalny ołówek magnetyczny, a sam proces „obróbki” kart jest nieco bardziej skomplikowany — przed włożeniem do maszyny wymagają namagnesowania w specjalnej przystawce. Poza tym odmienna jest, w porównaniu z wyżej omówionymi, sama zasada pracy tej maszyny.

## 2.5. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona w rozdziale drugim charakterystyka konstrukcyjna i funkcjonalna środków technicznych mechanizacji i przetwarzania informacji nie pretenduje do miana wszechstronnej ani wyczerpującej. Opis urządzeń małej, średniej i wielkiej mechanizacji miał na celu ogólne zorientowanie czytelnika w możliwościach wykonywania najrozmaitszych czynności, składających się na ten proces, za pomocą urządzeń reprezentujących coraz to wyższe stopnie techniki.



W dobie obecnej obserwujemy nieustanne procesy modernizacji i postępu technicznego, podążające m.in. w kierunku zastępowania układów mechanicznych czy elektromechanicznych modułami elektronicznymi. Jednakże szersze wprowadzenie informacji o randze nowinek konstrukcyjnych czy eksploatacyjnych nie wydawało się ani możliwe, ani celowe, a to z uwagi na: z jednej strony — ograniczone ramy objętościowe podręcznika, z drugiej zaś — z uwagi na jego charakter jako pomocy dydaktycznej i szkoleniowej. Natomiast tam, gdzie to było możliwe, wskazywano na możliwości *agregowania* rozmaitych stopni techniki drogą współpracy poszczególnych maszyn w omawianych systemach mechanizacji procesów przetwarzania informacji.

W tym miejscu warto może wspomnieć, iż procesy modernizacji i postępu technicznego obejmują swym zasięgiem nie tylko środki liczące, lecz także inne grupy środków organizacyjno-technicznych, w tym także urządzenia do pisania i powielania<sup>18</sup>. Chodzi tu o tzw. automaty piszące i organizacyjne, przystosowane do prac biurowych, sterowane za pomocą maszynowych nośników informacji, tj. kart i taśm perforowanych lub taśm magnetycznych. Automaty piszące mogą pracować samodzielnie (dla celów np. korespondencji) lub też stanowić urządzenie wejściowo-wyjściowe w systemie współpracy z elektroniczną maszyną cyfrową. Do pełnienia tych funkcji przystosowane są m.in. automaty firm OPTIMA (NRD), FRIEDEN, FACIT<sup>19</sup>.

Należy poza tym zdawać sobie sprawę z tego, że stale pogłębiające się dysproporcje pomiędzy wzrostem efektywności pracy produkcyjnej a wzrostem efektywności pracy administracyjnej stwarzają nieustanną potrzebę stosowania w naszej praktyce gospodarczej coraz to nowszych, bardziej sprawnych technicznych środków liczących. W pierwszym rzędzie należy do nich zaliczyć środki elektronicznej (cyfrowej) techniki obliczeniowej.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Balatka R.: *Nove prostředky výpočetní techniky z NRD*, „Mechanizace automatizace administrativy” 1968, nr 5.
- [2] Burger E., Leonhardt W.: *Technika tašmy dziurkowanej*, Warszawa 1964.
- [3] Christensen K.: *Moderne Methode zur Datenerfassung*, „Elektronische Datenverarbeitung” 1969, nr 8.

<sup>18</sup> Por. podrozdział 1.1.

<sup>19</sup> Patrz [31], s. 22-5.

- [4] Daniłowicz Cz.: *Zagadnienia specjalizacji i uniwersalności w produkcji elektronicznej kalkulatorów*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 3.
- [5] Domagalski S.: *Elektroniczne maszyny kalkulacyjne*, „Organizacja — Metody — Technika” 1966, nr 5.
- [6] Doroszewicz M.: *Mechanizacja i automatyzacja w zarządzaniu*, Warszawa 1965.
- [7] *Elektroniczna maszyna do księgowania RUF*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 11.
- [8] *Elektryczna maszyna kalkulacyjna HUNOR 131*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 5.
- [9] Empacher B. A.: *Elektroniczne arytometry biurowe — nowy rodzaj emc*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 2.
- [10] Empacher B. A.: *Olympia 1967*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 6.
- [11] *Facit-Odhner*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 1.
- [12] Gonsler S.: *Soemtron-Datenverarbeitung in einer Grosshandlung*, „Neue Technik im Büro” 1966, nr 1.
- [13] Jakubowski R.: *Normatywy przetwarzania informacji dla maszyn do liczenia małej mechanizacji*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 10.
- [14] Jarzembowski A.: *Organizacja zmechanizowanej rachunkowości. Mała i średnia mechanizacja prac ewidencyjno-obrachunkowych*, Poznań 1965.
- [15] Klimkiewicz S.: *Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w pracach GUS (I i II)*, „Wiadomości Statystyczne” 1968, nr 12.
- [16] *Liczenie i pisanie*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 5.
- [17] Lott R.: *Basic Data Processing*, Prentice-Hall 1967.
- [18] Mróz M., Tomala J.: *Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w pracach GUS (I)*, „Wiadomości Statystyczne” 1967, nr 11.
- [19] Olechowski B., Karwat R.: *Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w gospodarce materialowej budownictwa*, Warszawa 1965.
- [20] Paskalew Z.: *Bułgarski kalkulator elektroniczny ELKA*, „Maszyny Matematyczne” 1966, nr 2.
- [21] *Propozycje NRD na 1969*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 6.
- [22] Schubert G.: *Entwicklungstendenzen der Datenverarbeitungs- und Büromaschinenindustrie der DDR seit 1949*, „Neue Technik im Büro” 1969, nr 5.
- [23] Semczuk S.: *Mechanizacja ewidencji źródłowej*, Warszawa 1965.
- [24] Sławski P.: *Maszyny rachunkowo-statystyczne systemu kart dziurkowanych*, Katowice 1956.
- [25] Sosiński J.: *Maszyny średniej mechanizacji i ich zastosowanie w statystyce*, „Wiadomości Statystyczne” 1967, nr 6.
- [26] Wachnacher W.: *Karta dziurkowana i zasady jej wykorzystania*, „Wiadomości Statystyczne” 1967, nr 9.
- [27] Walczak T.: *Maszyny liczące. Mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych*, Warszawa 1968.
- [28] Walczak T.: *Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących*, Warszawa 1964.
- [29] Wojcieszak K.: *Problemy Elektronicznego Ośrodka Obliczeniowego GUS*, „Wiadomości Statystyczne” 1967, nr 7.
- [30] Wolf A.: *Büromaschinen im System der Datenverarbeitung*, „Neue Technik im Büro” 1966, nr 1.



- [31] Wyszomirski J.: *Cechy eksploatacyjne automatów piszących*, „Organizacja — Metody — Technika” 1969, nr 10.
- [32] Wyszomirski J.: *Wykorzystanie automatów fakturujących do przetwarzania informacji*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 12.
- [33] *Wytyczne do opracowania rocznych projektów planów rozwoju stacji maszyn analitycznych i dokumentacji stacji maszyn*, Biuro Pełnomocnika Rządu ds. Elektronicznej Techniki Obliczeniowej (materiały do użytku służbowego).
- [34] *Videňský veletrh*, „Mechanizace automatizace administrativy” 1968, nr 5.

### 3. ŚRODKI TECHNICZNE AUTOMATYZACJI PRZETWARZANIA INFORMACJI — ELEKTRONICZNE MASZYNY CYFROWE

#### 3.1. ELEKTRONICZNA MASZYNA CYFROWA JAKO AUTOMATYCZNE URZĄDZENIE DO LICZENIA<sup>1</sup>

Elektroniczne maszyny cyfrowe (EMC) znalazły w ostatnich latach bardzo szerokie zastosowanie przy rozwiązywaniu prac składających się na proces zarządzania nie tylko przedsiębiorstwami i instytucjami, ale i całą gospodarką narodową. Wykorzystuje się je do przetwarzania danych wchodzących w skład prac statystycznych, księgowych, planistycznych i innych prac administracyjnych.

Wzrostowi procesów gospodarczych towarzyszy rozwój organizacji i kierowania gospodarką przedsiębiorstw, co powoduje zwiększenie zakresu przetwarzania informacji gospodarczych. Zwiększenie zaś treści oraz zakresu przetwarzania wpływa na wzrost pracochłonności, którą częściowo tylko zmniejszyła mechanizacja prac obrachunkowych, a właściwe rozwiązanie tego zagadnienia uzyskuje się przez wykorzystanie maszyn cyfrowych.

Zadany problem, który ma być rozwiązany na maszynie cyfrowej, musi być przedstawiony za pomocą odpowiednich równań matematycznych, ponieważ działanie tych maszyn oparte jest na realizacji działań arytmetycznych. Każdy problem rozłożony jest na pewną ilość operacji arytmetycznych i logicznych, których kolejność wykonywania zapewnia wprowadzony do maszyny program obliczeń. Tego rodzaju postępowanie umożliwia objęcie badaniami bardzo szerokiej skali zagadnień i wykonywanie ich za pomocą maszyn cyfrowych.

<sup>1</sup> Patrz [9], [15], [17].



Ponadto w maszynach cyfrowych możliwe jest magazynowanie informacji oraz dobór dalszych operacji, uzależniony od otrzymywanych wyników pośrednich. Dzięki tym właściwościom maszyny cyfrowe mogą automatycznie, bez interwencji człowieka, przeprowadzać złożone sekwencje działań arytmetycznych wchodzących w skład rozwiązywanych zagadnień. To automatyczne przeprowadzanie obliczeń stanowi podstawową cechę maszyn cyfrowych.

Spróbujemy teraz odpowiedzieć na pytanie, co to jest elektroniczna maszyna cyfrowa? „Czy jest to błyskawiczny kalkulator, który przemnoży dwie liczby 10-cyfrowe w czasie odpowiadającym przebyciu przez odrzutowiec drogi jednego centymetra? Czy też jest maszyną do przetwarzania danych, która automatycznie produkuje na «metry», dokładnie i wyczerpująco, sprawozdania dla dyrekcji? Czy jest urządzeniem zdolnym do podejmowania decyzji i sprawdzania własnej pracy? A może jest urządzeniem, które tylko przyjmuje tysiące rozkazów i następnie wiernie je wypełnia w nakazanej kolejności, bez jakiegokolwiek pomocy z zewnątrz?

Elektroniczna maszyna cyfrowa jest tym wszystkim i czymś ponadto. Jest czymś więcej, ponieważ jej skomplikowana konstrukcja składa się z dziecinnie prostych elementów podstawowych, ponieważ wykorzystuje prawa logiki do naśladowania wielu czynności mózgu ludzkiego, a wreszcie i dlatego, że odznacza się fantastyczną precyzją, niezawodnością i elastycznością”<sup>2</sup>.

W celu ułatwienia zrozumienia zasad przeprowadzania obliczeń na EMC omówimy sposób dokonywania obliczeń na sumatorze Pascala. Sumator Pascala jest to zmodyfikowane, ulepszone liczydło, w którym zamiast prętów z dziesięcioma krążkami zastosowano dziesięciocyfrowe koła, umieszczone w rzędzie jedno za drugim. Dodawania liczb dokonuje się przez obrót koła o odpowiedni kąt.

Jeśli np. do liczby 7 chcemy dodać liczbę 6, to musimy wykonać dwie czynności. Pierwszą czynnością jest obrócenie koła prawego o siedem jednostek. W czasie wykonywania drugiej czynności, podczas obracania tego samego koła (prawego) o dalsze sześć jednostek, następuje jego jeden pełny obrót. Z kolei pełny obrót koła (przejście przez położenie „zerowe”) uruchamia tzw. mechanizm „dziesiątkujący”, który powoduje obrót koła lewego z położenia „zero” w położenie „jeden”. Każdemu więc pełnemu obrotowi koła prawego towarzyszy

<sup>2</sup> Patrz [15], s. 11.

obrót koła lewego o jednostkę. W naszym przykładzie koło prawe wykonało jeden pełny obrót i zapoczątkowało obrót następny o trzy jednostki, a koło lewe obróciło się tylko o jedną podziałkę (jednostkę). W rezultacie tych czynności w sumatorze otrzymuje się liczbę trzynastę.

Współczesne arytometry elektryczne są zbudowane na tej samej zasadzie co sumator Pascala, z tą różnicą, że do obracania kół (zamiast ręcznego obracania za pomocą korbki) używa się napędu elektrycznego.

Przejdźmy teraz do omówienia sposobu liczenia stosowanego w maszynach elektronicznych.

W EMC zastąpiono mechaniczne koła cyfrowe odpowiednimi, np. pierścieniowymi, układami elektronicznymi. W układzie elektronicznym nie ma ruchu części mechanicznych (kół), jest jedynie przepływ (ruch) elektronów. Zastąpienie ruchu części mechanicznych przepływem elektronów spowodowało bardzo duże zwiększenie szybkości obliczeń, ponieważ ruch elektronów odbywa się dużo szybciej niż ruch części mechanicznych.

Omówimy zasadę działania licznika elektronicznego typu tzw. cyklicznego w celu zobrazowania analogii ze sposobem dodawania na kole cyfrowym. Zaznaczyć należy, że liczniki tego typu w praktyce raczej nie występują.

W każdym elektronicznym układzie pierścieniowym znajduje się dziesięć elementów liczących, ponumerowanych od „0” do „9”. W stanie początkowym są aktywne jedynie elementy z numerem „0”. Z chwilą przesłania do układu elektronicznego impulsu elektrycznego następuje przepływ elektronów z elementu aktywnego do elementu następnego. Przemieszczenie aktywności, które następuje za każdym razem, gdy pojawi się impuls elektryczny, interpretuje się jako zliczanie jedynek. Przy przemieszczaniu aktywności z elementu „9” do elementu „0” następuje jednoczesne przejście „impulsu przeniesienia” na sąsiedni pierścień.

EMC wykonuje tylko działanie dodawania. Jest to wystarczające, ponieważ każdy problem matematyczny można sprowadzić do dodawań, np. całkowanie można uważać za ciąg pewnych dodawań. Przy dodawaniu cyfr maszyna zlicza jednostki składające się na pierwszą cyfrę, a następnie jednostki składające się na drugą cyfrę. Odejmowanie jest przeciwieństwem dodawania, mnożenie jest skróceniem wielokrotnego dodawania, dzielenie zaś odwrotnością mnożenia i można go uważać za skrócenie wielokrotnego odejmowania.



Każdy problem obliczeniowy (czy to będzie np. obliczanie podatku od wynagrodzeń, czy obliczanie pierwiastków równania kwadratowego), który ma być rozwiązany przez maszynę, musi być poprzedzony dokładnym przepisem, tzw. algorytmem, określającym wszystkie sytuacje, zachodzące podczas wykonywania obliczeń. Algorytm określa więc elementarne czynności, które muszą być kolejno realizowane. Wykonanie pierwszej czynności pozwala w sposób jednoznaczny wyznaczyć czynność drugą, a wykonanie drugiej czynności — czynność trzecią itd., aż do momentu otrzymania wyniku.

Niżej podano przykład algorytmu obliczania zbioru wartości funkcji  $P = F(A, B, C)$ , wyrażonej zależnością

$$P = \frac{A^2 - 2BC}{3}$$

A oto algorytm obliczeń:

- weź  $A$ ,
- pomnóż przez  $A$ ,
- otrzymany wynik przechowaj,
- weź  $B$ ,
- pomnóż przez  $C$ ,
- pomnóż przez  $-2$ ,
- otrzymany wynik dodaj do przechowywanego,
- wynik ten podziel przez  $3$ .

W przykładzie naszym czynnościami są operacje arytmetyczne, a kolejność wykonywania ich jest zgodna z kolejnością wykonywania działań arytmetycznych. Powyższy algorytm podaje, przy danych współczynnikach  $A, B, C$ , jednoznaczny sposób obliczania wyniku. Jeśli żądamy obliczenia zbioru wartości funkcji  $P = F(A, B, C)$ , wystarczy tylko przekazywać maszynie kolejne wartości liczbowe parametrów  $A, B, C$ .

Maszyna cyfrowa wykonuje określoną ilość podstawowych operacji: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, operacje logiczne i pewną ilość tzw. operacji pomocniczych. Dlatego rozwiązując jakieś zadanie, należy je rozłożyć na takie czynności, które mogą być wykonywane przez maszynę.

Każdą czynność, która występuje w algorytmie, maszyna wykonuje pod wpływem specjalnego sygnału sterującego, tzw. rozkazu. *Rozkazem* więc nazywa się polecenie wykonania w maszynie jednej czynności.

Ciąg rozkazów, który powoduje określone działanie maszyny cyfrowej, nazywa się *programem* (patrz rozdz. 8).

Aby EMC mogła rozwiązać zadanie, którego przepis zawarty jest w programie, muszą być spełnione dwa warunki. Po pierwsze, należy wprowadzić do maszyny program wraz z danymi początkowymi (w naszym przykładzie danymi początkowymi są wartości liczbowe współczynników *A*, *B*, *C*). Po drugie, należy zapewnić wykonanie w odpowiedniej kolejności rozkazów zawartych w programie.

Oba te warunki wchodzą w zakres czynności, które w EMC wykonuje tzw. sterowanie logiczne, inaczej nazwane układem automatycznego sterowania.

Reasumując, należy podkreślić, że EMC umożliwiają nie tylko wykonanie pojedynczych rodzajów działań czy ciągów różnych rodzajów działań, ale przede wszystkim umożliwiają automatyczne (bez interwencji człowieka) powtarzanie tych ciągów działań. Zastosować je można wszędzie tam, gdzie wykonywana jest duża ilość jednorodnych czynności według ustalonych reguł — algorytmów (np. w bankowości, statystyce, przy obliczeniach płac, wycenie wyrobów itp.). EMC umożliwia więc przeprowadzenie automatyzacji pracy umysłowej człowieka.

### 3.2. ORGANIZACJA FUNKCJONALNA ELEKTRONICZNEJ MASZYNY CYFROWEJ DO PRZETWARZANIA DANYCH

#### 3.2.1. Schemat organizacji wewnętrznej maszyny cyfrowej<sup>3</sup>

Elektroniczna maszyna cyfrowa zbudowana jest z odrębnych, wydzielonych części, tzw. modułów.

Moduły są to typowe części, których ilość w maszynie cyfrowej jest w zasadzie dowolna i waha się od kilku do kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu. W każdej maszynie musi być jedna tzw. jednostka centralna, z którą są połączone przewodami elektrycznymi pozostałe moduły, tworząc pewną funkcjonalnie zwartą całość. Elektroniczna maszyna cyfrowa składa się więc z modułu jednostki centralnej oraz z innych modułów, których rodzaj i ilość ustala się w zależności od specyfiki rozwiązywanych zadań.

W elektronicznej maszynie cyfrowej do przetwarzania danych (EMC do PD) wyróżnia się następujące moduły:

- jednostka centralna,

<sup>3</sup> Patrz [11], [22].



- pamięć zewnętrzna,
- urządzenie zewnętrzne wejścia,
- urządzenie zewnętrzne wyjścia.

W jednostce centralnej odbywa się właściwe wykonywanie zadania, tj. dokonuje się żądanych obliczeń. Pamięć zewnętrzna służy do przechowywania informacji aktualnie niepotrzebnych jednostce centralnej, urządzenia zewnętrzne wejścia mają za zadanie wprowadzenie do jednostki centralnej potrzebnych informacji, a urządzenia zewnętrzne wyjścia umożliwiają wyprowadzenie przetworzonych informacji, tj. wykonanych obliczeń, z jednostki centralnej na zewnątrz.

Moduły pamięci zewnętrznej, urządzeń zewnętrznych wejścia i urządzeń zewnętrznych wyjścia posiadają bezpośrednie, elektryczne połączenie z jednostką centralną, z tym że współpracować może z jednostką centralną dowolna liczba tych trzech modułów. Tak więc zespół, w skład którego wchodzi moduł jednostki centralnej i dowolna liczba modułów pamięci zewnętrznej, urządzeń zewnętrznych wejścia i urządzeń zewnętrznych wyjścia, tworzy „właściwą” EMC do PD. Ponadto z EMC do PD współpracują:

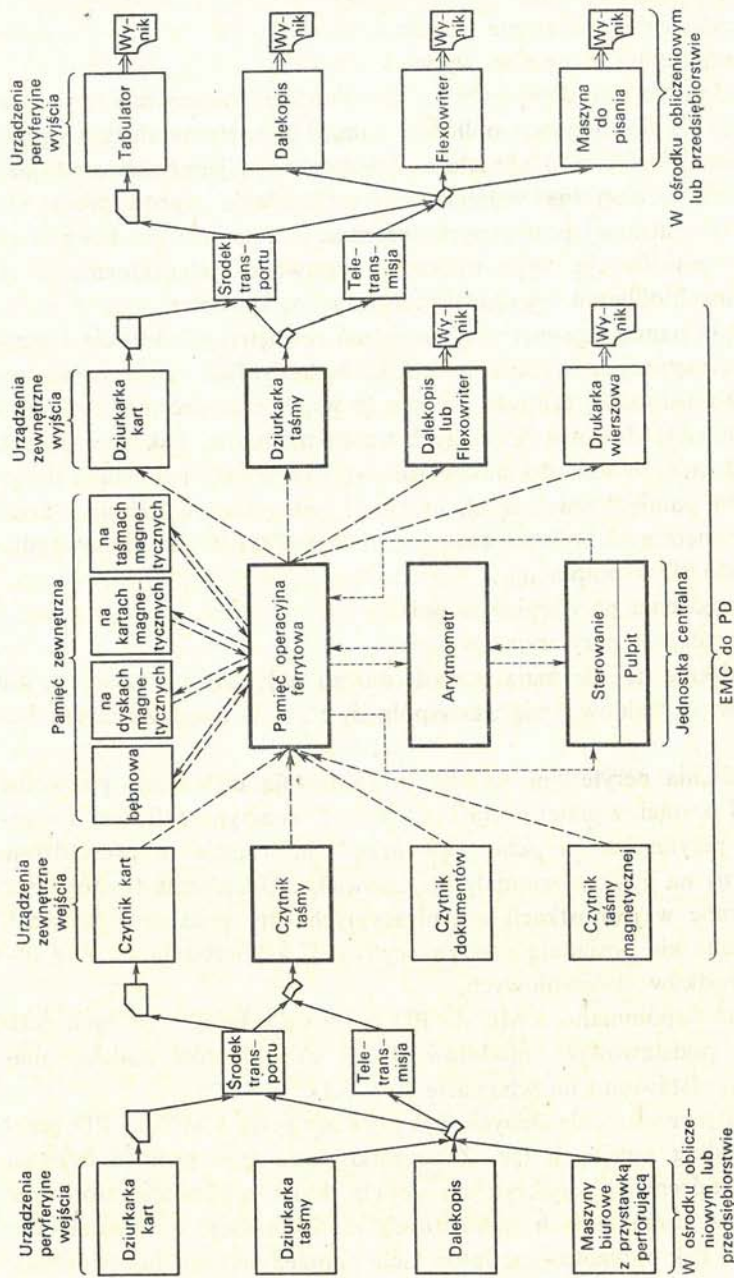
- urządzenia peryferyjne wejścia,
- urządzenia peryferyjne wyjścia.

Urządzenia te nie mają bezpośredniego połączenia z maszyną, nie muszą więc znajdować się we wspólnym z nią pomieszczeniu czy budynku.

Urządzenia peryferyjne wejścia przygotowują informacje pierwotne w takiej postaci, z jakiej potrafi „korzystać” maszyna cyfrowa, a urządzenia peryferyjne wyjścia „tłumaczą” informacje wyprowadzone z maszyny na język zrozumiały dla człowieka. Urządzenia te mogą być instalowane w jednostkach organizacyjnych (np. przedsiębiorstwach), które same nie posiadają maszyny cyfrowej, a korzystają z usług obcych ośrodków obliczeniowych.

Jak już wspomniano, EMC do PD może się składać z różnych liczb czterech podstawowych modułów. Jeden z wariantów budowy maszyny przedstawiono na schemacie (rys. 3.1).

Proces przetwarzania danych wykonywany przez EMC do PD przebiega według kolejnych faz. Zapoczątkowanie tego procesu odbywa się w urządzeniach peryferyjnych wejścia, które zamieniają informacje zawarte w dokumentach pierwotnych na informacje zrozumiałe dla maszyny. Tak przygotowane informacje poprzez urządzenia zewnętrzne wyjścia przekazywane są do jednostki centralnej, gdzie odbywa się



Rys. 3.1. Wyposażenie ośrodka obliczeniowego



„właściwy” proces przetwarzania, polegający na dokonaniu żądanych obliczeń. Uzyskane wyniki są wyprowadzane z jednostki centralnej na zewnątrz przy użyciu urządzeń zewnętrznych wyjścia. Informacje te są na ogół nieczytelne dla człowieka i dlatego istnieje konieczność „przetłumaczenia” ich za pomocą urządzeń peryferyjnych wyjścia.

### 3.2.2. Jednostka centralna<sup>4</sup>

Jednostka centralna wykonuje dwa podstawowe zadania:

— przetwarza wprowadzone informacje według reguł arytmetycznych i logicznych,

— steruje (kieruje) urządzeniami zewnętrznymi.

Zadania te są realizowane za pomocą następujących części składowych (bloków):

— bloku sterowania z pulpitem sterowania,

— bloku arytmetru,

— bloku pamięci operacyjnej.

W celu lepszego przedstawienia zasad działania maszyny cyfrowej omówimy rolę i parametry techniczne poszczególnych części składowych elektronicznej maszyny cyfrowej do przetwarzania danych (bloków jednostki centralnej).

*Blok sterowania* steruje wszystkimi częściami maszyny oraz rządzi kolejnością, przebiegiem i prawidłowością operacji wykonywanych przez maszynę. Inicjuje pobieranie rozkazów z pamięci i uruchamia odpowiednie układy wykonujące pobrane rozkazy. Czynności pobierania i wykonywania rozkazów tworzą tzw. cykl pracy maszyny, który z kolei dzieli się na dwa takty: takt I — pobieranie rozkazu, takt II — wykonanie rozkazu.

*Pulpit sterowania* umożliwia operatorowi komunikowanie się z maszyną poprzez układy klawiszy, a także za pomocą specjalnych wskaźników dźwiękowych i świetlnych. Operator z pulpitu sterowania włącza i wyłącza maszynę, śledzi wykonywane przez maszynę czynności i w razie potrzeby lokalizuje powstałe błędy. Może też wpływać na przebieg realizowanych programów poprzez wprowadzenie dodatkowych danych i rozkazów.

*Arytmometr* służy do wykonywania operacji arytmetycznych i logicznych. Jest to urządzenie, w którym odbywa się właściwe wykonanie zadania.

<sup>4</sup> Patrz [11], [22].

Arytmometr pełni następujące funkcje:

- przechowuje w danym momencie dwa argumenty,
- wykonuje na nich dowolne działania arytmetyczne,
- przesuwą przecinek w prawo i w lewo (mnoży i dzieli),
- normalizuje (odcina miejsca dziesiętne),
- uzupełnia zerami.

Ponadto arytmometr EMC może być wyposażony tylko w rejestry akumulatora i mnożnika. Akumulator służy do wykonywania dodawania i odejmowania, a mnożnik — dzielenia i mnożenia. Niektóre maszyny cyfrowe, przeznaczone wyłącznie do przetwarzania danych, nie muszą zawierać arytmometru. Zadania arytmometru wykonuje wówczas pamięć operacyjna.

Dla zrozumienia funkcji, jakie spełnia w EMC pamięć, należy w pierwszej kolejności zapoznać się ze sposobem przechowywania informacji.

Do przechowywania informacji stosuje się substancje magnetyczne. W tzw. pamięci ferrytowej wykorzystuje się rdzenie ferrytowe mające postać bardzo cienkich pierścieni o średnicy od 0,8 do 2,0 mm. Przez środek rdzenia przeprowadzony jest przewód elektryczny. Przepływ prądu w przewodzie elektrycznym wpływa na przemagnesowanie rdzenia, a z chwilą ustania przepływu prądu w przewodzie pozostałość magnetyczna w rdzeniu określa kierunek, w jakim płynął prąd. Jeśli przez stan „1” określimy pozostałość magnetyczną odpowiadającą przepływowi prądu w jednym kierunku, to stan „0” odpowiada przepływowi prądu w drugim kierunku. A więc w każdym rdzeniu można zapamiętać (określić) jeden z dwu stanów „0” lub „1”.

Dla przechowywania informacji w EMC wykorzystuje się układy dwustanowe, inaczej zwane binarnymi. Jeden ze stanów umownie nazywa się „zerem”, drugi „jedyneką”. Obie cyfry „zero” i „jeden” noszą nazwę bit (patrz rozdz. 8).

Wszystkie informacje przechowuje się w EMC jako kombinacje „zer” i „jedynek”, czyli kombinacje bitów. Tablica 3.1 podaje sposób przechowywania w EMC cyfr dziesiętnych w postaci kombinacji czterech bitów<sup>5</sup>. Każdy bit ma swoją wagę: 8, 4, 2, 1. Wartość cyfr dziesiętnych otrzymuje się, sumując iloczyny wag i odpowiadających im bitów.

Pamięć maszyny cyfrowej jest podzielona na komórki, w których przechowuje się informacje w postaci kodu wielobitowego, np. czterobitowego. W każdej komórce przechowuje się tylko jeden kod wielo-

<sup>5</sup> Patrz [24].



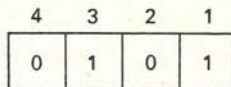
Tablica 3.1

*Zapis cyfr dziesiętnych w postaci kombinacji czterech bitów*

Cyfry dziesiętne	Wagi			
	8	4	2	1
	kod binarny (bity)			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

bitowy. Każda komórka wielobitowa oznaczona jest numerem identyfikacyjnym, umożliwiającym układowi sterowania jej odszukanie. Komórka wielobitowa z kolei dzieli się na części, np. czterobitowa komórka składa się z czterech części.

Na rysunku 3.2 przedstawiono komórkę czterobitową, w której w postaci kodu binarnego przechowuje się cyfrę dziesiętną pięć.



Rys. 3.2. Schemat komórki pamięci

Komórka przedstawiona jest schematycznie w postaci prostokąta podzielonego na cztery części ponumerowane od 1 do 4 (liczby nad prostokątem). W każdej z czterech części może być „zero” lub „jedyńka”; w naszym przykładzie w części nr 1 jest „jedyńka”, w części nr 2 jest „zero”, w części nr 3 „jedyńka” i w części nr 4 znajduje się „zero”. Ta kombinacja bitów odpowiada cyfrze dziesiętnej pięć.

Bit „zero” lub „jeden” odpowiada umownie jednemu ze stanów układu dwustanowego. Każda część komórki może więc znajdować się w jednym z dwu stanów, tzn. że w każdej z tych części może być impuls elektryczny lub nie. Przez układ dwustanowy rozumieć należy istnienie

(jeden stan) lub brak (drugi stan) impulsu elektrycznego. Pamięć maszyn cyfrowych zbudowana jest z takich substancji, np. rdzeni ferrytowych, które umożliwiają zachowanie impulsów elektrycznych na żądany okres czasu. Pojawienie się impulsu elektrycznego odpowiada jednemu stanowi układu dwustanowego — stan ten oznacza się umownie w kodzie binarnym cyfrą „jeden”, brak impulsu elektrycznego odpowiada drugiemu stanowi układu dwustanowego i w kodzie binarnym oznaczamy ten stan cyfrą „zero”.

W informacjach wejściowych i wyjściowych używa się cyfr dziesiętnych, które stanowią argumenty działań arytmetycznych. Nazywa się je znakami numerycznymi. W skład zbioru znaków numerycznych wchodzi często: znak punktu dziesiętnego, plus i minus, które informują, jak należy rozumieć daną sekwencję cyfr. Oprócz znaków numerycznych używa się też liter i znaków pomocniczych (znaki działań logicznych, /, ;, :, ...), które również są kodowane za pomocą kombinacji „zer” i „jedynek”.

Litery alfabetu, tzw. znaki alfabetyczne, najczęściej koduje się przy użyciu sześciu lub ośmiu bitów. Znaki numeryczne i alfabetyczne noszą wspólną nazwę *znaków alfanumerycznych*.

Komórki, w których przechowuje się informacje w kodzie sześciobitowym lub ośmiobitowym, noszą nazwę znaków. Słowem nazywa się komórkę pamięci operacyjnej, w której przechowuje się informacje w kodzie wielobitowym (24-, 36- i 48-bitowym itp.).

Pamięć maszyny cyfrowej powinna być:

- pojemna, tzn. powinna mieścić dużo informacji,
- szybka, tzn. powinna się charakteryzować natychmiastowym dostępem do dowolnej informacji.

Ponieważ obu tych wymogów nie można realizować w jednym urządzeniu, dlatego EMC posiada w swym wyposażeniu dwa rodzaje pamięci: pamięć operacyjną (wewnętrzna) i pamięć zewnętrzną (patrz paragraf 3.2.3).

*Pamięć operacyjna służy do:*

- przechowywania liczb i rozkazów przekazywanych aktualnie do arytmetru,
- przejmowania wyników pośrednich.

Pamięć ta jest na ogół budowana z rdzeni ferrytowych. Jest to urządzenie bardzo kosztowne, charakteryzujące się dużymi wymiarami przestrzennymi i stosunkowo dużą wagą. Ogólnie rzecz biorąc, pamięci operacyjne charakteryzują następujące parametry:



- pojemność, która jest określona za pomocą słów lub znaków,
- długość słowa i znaku,
- czas dostępu do podstawowej jednostki informacji (słowa, znaku),
- cykl jako najkrótszy czas, jaki upływa pomiędzy kolejnymi, następującymi po sobie wybraniem dwóch słów różniących się adresami odczytu (lub zapisu) ich wartości,
- czas cyklu pracy, tj. czas, jaki upływa między dwiema następującymi po sobie operacjami.

Każda pamięć operacyjna składa się z podstawowych wielkości, którymi są zespoły słów lub znaków. Za moduł minimalny w maszynach do przetwarzania danych najczęściej przyjmuje się  $2^{12} = 4096$  słów lub wielokrotność tej liczby.

### 3.2.3. Urządzenia pamięci zewnętrznej<sup>6</sup>

Pamięć zewnętrzna w porównaniu z pamięcią operacyjną charakteryzuje się większą pojemnością i dłuższym czasem dostępu do informacji. Jest to urządzenie magazynujące informacje, które w danej chwili są nieużyteczne. Duża ilość danych początkowych lub duży program, które nie mieszczą się w całości w pamięci operacyjnej, są zapamiętywane w pamięci zewnętrznej. Maszyna cyfrowa nie może bezpośrednio korzystać z zawartości pamięci zewnętrznej, zawartość tę należy uprzednio przesłać do pamięci operacyjnej.

Spotyka się wiele rodzajów rozwiązań konstrukcyjnych pamięci zewnętrznych w EMC. Do najczęściej spotykanych należą:

- pamięć bębnowa,
- pamięć dyskowa,
- pamięć na kartach magnetycznych,
- pamięć na taśmach magnetycznych.

Trzy pierwsze rodzaje pamięci tworzą oddzielną grupę tzw. pamięci o dowolnym albo przypadkowym dostępie do informacji, co oznacza, że czas odczytu poszukiwanej informacji jest stosunkowo krótki. Natomiast pamięć na taśmach magnetycznych charakteryzuje się sekwencyjnym sposobem zapisu i odczytu. Ten sposób zapisu i odczytu powoduje, że odczytywanie informacji odbywa się w takiej kolejności, w jakiej zostały one zapisane, w konsekwencji więc czas odczytywania żądanej informacji jest stosunkowo długi.

<sup>6</sup> Patrz [11], [22].

*Pamięć bębnowa* jest historycznie najstarszą pamięcią operacyjną. W nowoczesnych maszynach cyfrowych została ona zastąpiona przez pamięć ferrytową, a sama pełni w nich rolę pamięci pomocniczej. Głównym jej elementem jest walec (bęben), który wiruje wokół swej dłuższej osi. Powierzchnia boczna bębna jest pokryta substancją magnetyczną i podzielona na kilkadziesiąt (kilkaset) oddzielnych pasów, biegnących wzdłuż obwodu walca. Pasy te nazywają się „ścieżkami”. Wzdłuż powierzchni bocznej walca ustawione są głowice (podobne do głowic magnetycznych) służące do zapisu i odczytu informacji. Każda ścieżka (lub nawet część ścieżki) posiada oddzielne głowice do zapisywania, odczytywania i wyszukiwania.

Pojemności pamięci bębnowych zawarte są w granicach od paru set do kilku milionów słów i zależą przede wszystkim od rozmiarów fizycznych bębna. Szybkość pracy bębna zależy od następujących parametrów:

- szybkości obrotów bębna,
- gęstości zapisu na materiale magnetycznym,
- czasu przekazywania impulsów elektrycznych między częścią centralną a pamięcią bębnową.

Zasada działania *pamięci dyskowej* jest zbliżona do zasady działania pamięci bębnowej. Pamięć dyskowa zbudowana jest z okrągłych płyt (dysków), których powierzchnie są pokryte materiałem magnetycznym. Każda strona dysku podzielona jest na ścieżki, które z kolei dzielą się na mniejsze jednostki, np. słowa lub zespoły znaków. Zespół kilku dysków umieszczony jest na wspólnej osi — poziomej lub pionowej. Zespół ten jest wprawiony w ruch (obrotowy) za pomocą urządzenia mechanicznego. Odczyt i zapis informacji są dokonywane przy użyciu głowic magnetycznych, umieszczonych równolegle do powierzchni dysków. Głowice znajdują się po obu stronach dysku na przesuwalnych ramionach; umożliwia to wyszukiwanie, odczytywanie i zapisywanie informacji na dowolnym, żądanym dysku, na każdej z jego dwu powierzchni i na dowolnej ścieżce (lub części ścieżki). Przy jednakowych gabarytach pamięć dyskowa posiada większą pojemność od pamięci bębnowej, dzięki większej powierzchni pokrytej materiałem magnetycznym.

Zaletą pamięci dyskowej jest łatwość wymiany dysków, która powoduje prawie nieograniczone możliwości zwiększenia jej pojemności. Wymianę pakietów dysków przeprowadzać można nawet w czasie pracy maszyny.



Pamięć na *kartach magnetycznych* działa podobnie jak omówione już pamięci — bębnowa i dyskowa. Pamięć ta składa się ze standardowych elementów (kart) tworzących kasetę. W skład kasyety wchodzi 256 kart, zbudowanych z tworzywa sztucznego pokrytego materiałem magnetycznym. Pojedyncza karta ma wymiary  $35 \times 8$  cm i posiada pojemność 21 700 znaków alfanumerycznych. Kasetę umieszczoną jest w urządzeniu zapisu i odczytu, pracującym na zasadzie omówionych już głowic magnetycznych. Karty, o których mowa, produkowane są przez amerykańską firmę NCR (NATIONAL CASH REGISTER). Zaznaczyć należy, że do EMC podłączyć można jednocześnie kilka lub nawet kilkanaście takich pamięci. Zaletą kaset z kartami jest możliwość wymiany poszczególnych kart. Czas wymiany karty wynosi około 30 sekund. Pamięć tę można szczególnie używać przy prowadzeniu często aktualizowanych wielkich ewidencji.

*Pamięć taśmowa*, inaczej zwana pamięcią na taśmach magnetycznych, posiada dwa główne elementy składowe:

- stacje lub jednostkę pamięci taśmowej,
- krążek taśmy magnetycznej.

Do zadań stacji należy przewijanie taśmy magnetycznej oraz zapis i odczyt na taśmie magnetycznej. Przewijanie taśmy magnetycznej odbywa się z dużą szybkością. Z uwagi na to, że rozruch i zatrzymanie czynności przewijania są natychmiastowe, należało wyeliminować możliwość rozerwania taśmy. Stacja składa się z urządzenia mechanicznego, części elektronicznej oraz głowic zapisu i odczytu. Urządzenie mechaniczne służy do automatycznego przewijania taśmy. Część elektroniczna steruje pracą całego urządzenia. Zapisywanie i odtwarzanie impulsów elektrycznych na taśmie magnetycznej dokonuje się za pomocą głowic zapisu i odczytu, podobnie jak w magnetofonie. Przy wprowadzaniu nowej informacji na miejsce starej następuje jednoczesne skasowanie starego i zarejestrowanie nowego zapisu.

Taśma magnetyczna używana w EMC charakteryzuje się, dzięki użyciu odpowiednich materiałów magnetycznych, bardzo dużą pewnością i trwałością zapisu. Jest to niezbędny warunek, ponieważ znaki są zapisane jako kombinacje impulsów elektrycznych i nieprawidłowe zapisanie choćby jednego z nich spowoduje błędy w opracowywanej informacji.

Przy zastosowaniu standardowych krążków taśmy magnetycznej można zapisać praktycznie nieograniczoną ilość informacji (czas wymiany jednego krążka wynosi około 30 sek.).

Główną wadą taśmy magnetycznej jest sekwencyjny, a więc czasochłonny sposób zapisu i odczytu informacji. Skrócenie czasu dostępu do informacji można uzyskać jedynie drogą zwiększenia szybkości przesyłu taśmy.

### 3.2.4. Urządzenia peryferyjne wejścia i wyjścia<sup>7</sup>

Urządzenia peryferyjne wejścia i wyjścia są to urządzenia, które nie mają bezpośredniego połączenia elektrycznego z jednostką centralną, mogą więc znajdować się zarówno w ośrodku obliczeniowym, jak i w miejscach powstawania dokumentów źródłowych (np. w przedsiębiorstwach). Służą one do przygotowania danych wejściowych i przekształcają informacje do postaci czytelnej dla maszyny cyfrowej.

Program i dane początkowe zapisane są kodem na nośniku informacji i poprzez *urządzenia wejścia* są wprowadzane do maszyny. Obecnie powszechnie stosowanym nośnikiem informacji są taśma dziurkowana karta perforowana (patrz paragraf 3.2.5 oraz 2.4.1).

W zależności od rodzaju nośnika informacji rozróżnia się:

- urządzenia peryferyjne wejścia z kart,
- urządzenia peryferyjne wejścia z taśm.

Z urządzeń peryferyjnych wejścia z kart omówimy: ręczne dziurkarki klawiaturowe i ręczne sprawdzarki klawiaturowe (patrz paragrafy 2.4.3 oraz 2.4.4).

Praca na ręcznych dziurkarkach klawiaturowych polega na uderzeniu w klawisze żądanych znaków, co powoduje wydziurkowanie na karcie rzędu otworków (odpowiadających danemu znakowi).

Wydajność dziurkarek klawiaturowych zależy od szybkości pracy operatora i odpowiada wydajności pracy maszynistki piszącej na maszynie do pisania. Dlatego przy średniej wielkości EMC liczba tych urządzeń wynosi od 100 do 150 i zależy od ilości i splotu informacji (tzn. od napływu dużej ilości informacji w stosunkowo krótkim czasie, czyli stopnia spiętrzenia informacji).

Ręczna sprawdzarka kart posiada specjalne urządzenie do odczytu uprzednio wydziurkowanych informacji. Przy sprawdzaniu korzysta się z karty wyperforowanej, którą wprowadza się do urządzenia do odczytu, oraz z dokumentu źródłowego — przy powtórnym wypalcowywaniu informacji na klawiaturze. W przypadku niezgodności in-

<sup>7</sup> Patrz [11], [22].



formacji wydziurkowanej na karcie z informacją aktualnie wypalcowywaną na klawiaturze następuje zablokowanie klawiatury, które umożliwia sprawdzenie, czy błąd znajduje się na karcie, czy też popełniono go w czasie czynności sprawdzania.

Wydajność sprawdzarek jest zbliżona do wydajności dziurkarek i uzależniona w dużym stopniu od wprawy operatora.

Wśród urządzeń peryferyjnych wejścia z taśm rozróżnia się:

- ręczną sprawdzarkę klawiaturową,
- ręczną dziurkarę klawiaturową,
- dalekopis sprzężony z perforatorem taśmy,
- elektryczną maszynę do pisania sprzężoną z perforatorem taśmy,
- flexowriter,
- maszynę do fakturowania sprzężoną z perforatorem taśmy,
- maszynę do księgowania sprzężoną z perforatorem taśmy.

Dziurkarki i sprawdzarki taśm działają na takiej samej zasadzie jak omówione już dziurkarki i sprawdzarki kart.

Dalekopis sprzężony z perforatorem taśmy jest urządzeniem, w którym naciśnięcie na klawisze powoduje równoczesne otrzymanie pisma (tabulogramu) i dziurkowanej taśmy papierowej. Urządzenie to umożliwia drukowanie informacji z poprzednio wytworzonej taśmy oraz przesyłanie informacji poprzez łącza telegraficzne.

Istota działania pozostałych urządzeń do produkcji taśmy perforowanej polega na sprzężeniu tych urządzeń (maszyny do pisania, flexowritera, maszyny do fakturowania, maszyny do księgowania, sumatora, kas rejestracyjnych itp.) ze specjalnym urządzeniem, zwanym przystawką perforującą. Przyłączenie przystawki perforującej powoduje, że w czasie powstawania dokumentu pierwotnego otrzymuje się równocześnie taśmę perforowaną. Uzyskuje się więc dużą oszczędność czasu przez wyeliminowanie czynności przepisywania dokumentów pierwotnych (a nawet sprawdzania).

*Urządzenia peryferyjne wyjścia* służą do zamiany pisma dziurkowanego na pismo maszynowe. Konieczność ich używania występuje wtedy, gdy do wyprowadzania wyników z maszyny cyfrowej używa się dziurkarki taśmy lub dziurkarki kart, które dostarczają informacje w postaci pisma dziurkowanego. W takim przypadku istnieje potrzeba zamiany tego pisma na pismo czytelne dla człowieka, a więc na pismo maszynowe. Zaznaczyć należy, że urządzenia peryferyjne wyjścia, podobnie jak urządzenia peryferyjne wejścia, nie posiadają bezpośredniego, elektrycznego połączenia z EMC.

Do tej grupy należą urządzenia, których działanie zostało już wcześniej omówione, a mianowicie:

- dalekopis,
- flexowriter,
- maszyna do pisanania,
- tabulator.

### 3.2.5. Taśma perforowana<sup>8</sup>

Informacje zapisywane są na taśmie perforowanej w postaci okrągłych dziurek. Określona kombinacja dziurek jest zapisem cyfry lub litery, znaku pisarskiego lub znaku sterującego pewną czynnością maszyny. Taśma dziurkowana więc, jako element sterujący i magazynujący dane, powinna charakteryzować się pewnymi właściwościami. Powinna być mianowicie wytrzymała na rozrywanie, zginanie, zmęczenie, mało wrażliwa na wpływy atmosferyczne oraz elektrycznie izolująca.

Każda kombinacja dziurek naniesiona jest w poprzek taśmy w jednym rzędzie i nosi nazwę znaku. Liczba dziurek w jednym znaku (od 5 do 8) zależy od używanego kodu i określa liczbę tzw. ścieżek, które biegną wzdłuż całej długości taśmy. Jedna ze ścieżek posiada dziurki o mniejszej średnicy. Jest to tzw. ścieżka prowadząca, która służy do transportu taśmy w urządzeniach.

Każda dziurka w taśmie oznacza istnienie „impulsu elektrycznego”, a brak dziurki oznacza „brak impulsu”. Każda więc litera, cyfra czy znak pisarski określony jest kombinacją impulsów elektrycznych.

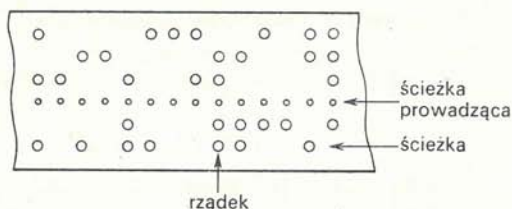
Według ilości ścieżek dzieli się taśmy na 5-, 6-, 7- i 8-kanalowe (ścieżkowe). Zróżnicowanie taśm ze względu na ilość ścieżek powoduje stosowanie różnych kodów taśmowych, za pomocą których nanosi się na taśmę informacje (litery, znaki, cyfry). Od ilości ścieżek zależy szerokość taśmy, np. 5-ścieżkowa taśma posiada szerokość 17,5 mm, a 8-ścieżkowa 25,4 mm.

Ponieważ najczęściej używane są taśmy 5-ścieżkowe (patrz rys. 3.3) i 8-ścieżkowe, rozważania nasze ograniczymy tylko do tych dwóch rodzajów kodów.

Najczęściej używanym kodem dla taśmy 5-ścieżkowej jest Międzynarodowy Alfabet (Kod) Telegraficzny nr 2 (tablica 3.2). W kodzie tym używa się 31 znaków, z których 26 oznacza litery alfabetu; po

<sup>8</sup> Patrz [3].





Rys. 3.3. Schemat taśmy 5-ścieżkowej

przestawieniu klawiatury dalekopisu oznaczają one cyfry od 0 do 9, znaki pisarskie i znaki specjalne. Trzy znaki przeznaczone są do sterowania czynnościami dalekopisu (powrót wózka, zmiana wiersza, odstęp), a dwa dalsze — do przełączenia dalekopisu z zapisu lub odczytu cyfr na litery, i odwrotnie.

W kodzie tym następujące po znaku „cyfry” kombinacje dziurek są interpretowane jako cyfry i znaki specjalne i pisarskie aż do momentu, gdy pojawi się znak „litera”. Od tej chwili kombinacje otworków są interpretowane jako litery.

Z kodów 8-elementowych omówimy kod stosowany przez wiele firm, między innymi przez IBM. W kodzie tym nie stosuje się podwójnej interpretacji znaków. Na ogólną ilość  $2^8 = 256$  możliwych kombinacji używa się tylko 55 (26 znaków dla liter, 10 dla cyfr od 0 do 9, 13 dla sterowania różnymi funkcjami maszyny i 6 znaków specjalnych). Każdy znak posiada nieparzystą ilość dziurek, co ułatwia wykrycie błędu powstałego z nadmiaru lub braku dziurki.

Na zakończenie omawiania taśmy perforowanej należy zaznaczyć, że taśma w porównaniu z kartą perforowaną posiada następujące zalety:

- szybsze perforowanie,
- większą pojemność (taśma, która ma tyle samo informacji, podczas magazynowania zajmuje mniej miejsca),
- jest znacznie tańsza,
- w mniejszym stopniu ulega wpływom atmosferycznym (deformowanie się kart pod wpływem wilgoci),
- łatwiejsze manipulowanie (karty łatwo się rozsypują),
- wygodniejsze przewożenie.

Jednak w pewnych sytuacjach korzystanie z kart jest wygodniejsze, a mianowicie:

- przy sortowaniu,
- przy optycznym odczycie informacji.

Międzynarodowy Alfabet (Kod) Telegraficzny nr 2

Taśma	Wartość		Po znaku	
	dziesiętna	binarna	liter	cyfr
○	0	00000	pusta (blank)	
○ ○ ○	1	00001	e	3
○ ○ ○ ○	2	00010	zmiana wiersza (lf)	
○ ○ ○ ○ ○	3	00011	a	—
○ ○ ○ ○ ○ ○	4	00100	odstęp (sp)	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	5	00101	s	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	6	00110	i	8
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	7	00111	u	7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	8	01000	powrót karetki (cr)	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	9	01001	d	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	10	01010	r	4
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	11	01011	j	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	12	01100	n	,
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	13	01101	f	
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	14	01110	c	:
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	15	01111	k	(
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	16	10000	t	5
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	17	10001	z	+
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	18	10010	l	
○ ○	19	10011	w	2
○ ○	20	10100	h	
○ ○	21	10101	y	6
○ ○	22	10110	p	0
○ ○	23	10111	q	1
○ ○	24	11000	o	9
○ ○	25	11001	b	?
○ ○	26	11010	g	
○ ○	27	11011	znak cyfr (fs)	
○ ○	28	11100	m	.
○ ○	29	11101	x	)
○ ○	30	11110	v	=
○ ○	31	11111	znak liter (ls)	

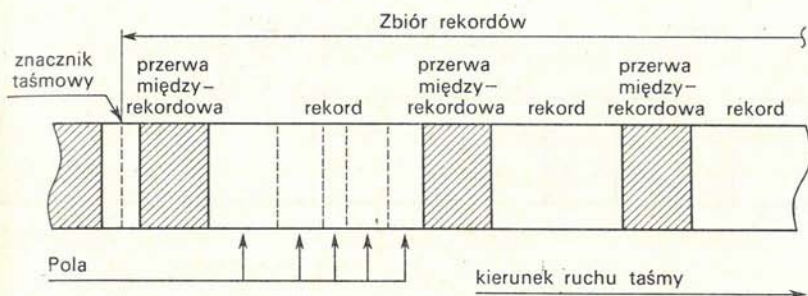
Największą zaletą kart jest możliwość współpracy z maszynami licząco-analitycznymi.



### 3.2.6. Taśma magnetyczna<sup>9</sup>

Taśmę magnetyczną, a dokładniej jej powierzchnię, używa się do przechowywania informacji, które zapisuje się w postaci namagnesowanych „punktów”. Zapisywanie informacji na taśmie odbywa się pewnymi partiami, grupami znaków, które nazywa się rekordami. Ilość informacji zawartej w rekordzie nie jest stała i może wynosić od jednego do bardzo wielu znaków. Dla ustalenia granic pomiędzy rekordami wprowadza się tzw. przerwy międzyrekordowe, które są nie-namagnesowanymi odcinkami taśmy o standardowej długości.

Każdy rekord taśmy jest podzielony na części zwane polami, w których zapisuje się jednakowe rodzajowo informacje. Sposób postępowania przy wydzielaniu pól w rekordach na taśmie jest podobny jak przy wydzielaniu pól na kartach. Ilość pól w jednym rekordzie na taśmie może być jednakże bardzo duża i zależy tylko od długości rekordu, a ilość pól karty jest ograniczona liczbą kolumn.



Rys. 3.4. Schemat taśmy magnetycznej

Dla kierowania przetwarzaniem rekordy oznacza się znakami sterującymi, które są specjalnymi znakami ułatwiającymi wyszukiwanie identycznie oznakowanych rekordów. Jako znaków sterujących używa się najczęściej — %, #, \*.

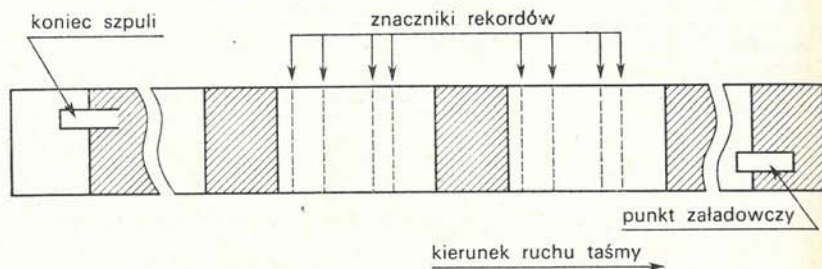
Na taśmie magnetycznej bardzo często umieszczone są informacje dotyczące wielu zagadnień, np. płac pracowników, kosztów produkcji, zapasów itp. Dlatego w celu zaznaczenia, że zapisane są wszystkie rekordy dotyczące jednego zagadnienia, umieszcza się na taśmie specjalny jednoznakowy rekord, który nazywa się znacznikiem taśmowym. Pod-

<sup>9</sup> Patrz [13].

czas czytania taśmy jest on używany do sygnalizowania końca zbioru rekordów odnoszących się do jednego problemu.

Dla lepszego wykorzystania taśmy magnetycznej, na której bardzo często dużo miejsca zajmują przerwy międzyrekordowe, przeprowadza się proces łączenia kilku małych rekordów (które dalej nazywać będziemy rekordami danych) w jeden większy rekord, tzw. blok. Proces ten nazywa się blokowaniem, a liczbę rekordów danych zblokowanych w jeden większy rekord nazywa się współczynnikiem blokowania. Jeśli np. 10 rekordów danych połączonych jest w blok, to współczynnik blokowania wynosi 10.

W przypadku gdy połączone rekordy danych mają różną długość, to w bloku trudno jest wyróżnić miejsca, w których kończy się jeden rekord, a zaczyna następny. Dlatego dla rozróżnienia rekordów danych wewnątrz bloku używa się specjalnego znaku, zwanego znacznikiem rekordu, który jest umieszczony jako ostatni znak każdego rekordu danych.



Rys. 3.5. Schemat taśmy magnetycznej

Należy zaznaczyć, że jeden rozkaz czytania podany jednostce taśmy magnetycznej powoduje przeczytanie jednego kompletnego rekordu. W przypadku gdy na taśmie magnetycznej rekordy danych są zblokowane, jeden rozkaz czytania spowoduje odczytanie informacji zawartych we wszystkich rekordach danych jednego bloku.

Informacje nie są zapisywane na całej długości taśmy, która na ogół wynosi około 730 cm, lecz na wyznaczonej przez tzw. znaczniki odbłaskowe użytkowej długości taśmy. Znacznik odbłaskowy na początku nazywa się punktem załadowczym i oznacza początek użytkowego odcinka taśmy; znacznik odbłaskowy, znajdujący się na końcu, nosi nazwę końca szpuli i oznacza koniec użytkowego odcinka taśmy. Jeśli



w czasie zapisywania na taśmie zostanie wykryty znacznik odbłaskowy końca szpuli, to zostaje wysłany sygnał do jednostki centralnej, który powoduje wstrzymanie czynności zapisywania.

### 3.2.7. Transmisja danych. Sposoby przesyłania informacji<sup>10</sup>

Transmisja danych umożliwia przesyłanie informacji na odległość, co pozwala na terytorialne rozszerzenie zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej. Można na przykład z rozmieszczonych na terenie Dolnego Śląska punktów powstawania informacji (np. zakładów produkcyjnych) przysyłać dane do centrum obliczeniowego zlokalizowanego we Wrocławiu, skąd po odpowiednim przetworzeniu informacje powracają do odbiorców celem wykorzystania.

Przeznaczone do przekazywania przez urządzenie do transmisji danych informacje alfabetyczne, numeryczne czy alfanumeryczne, a więc o charakterze dyskretnym, mogą mieć dwojaką postać:

— dynamiczną, gdy są impulsami elektrycznymi na wyjściu maszyny cyfrowej,

— statyczną, gdy są utrwalone na maszynowych nośnikach informacji, takich jak taśma lub karta magnetyczna, taśma papierowa itp.

Do przesyłania informacji dyskretnych używa się tzw. łącza transmisji danych, które jest urządzeniem składającym się z połączonych łączem telekomunikacyjnym nadajnika i odbiornika. Tak nadajnik, jak i odbiornik są zbudowane z trzech podstawowych części składowych:

- układu stykowego,
- układu protekcji,
- układu modemowego.



Rys. 3.6. Schemat łącza transmisji danych

<sup>10</sup> Patrz [16], [18], [23].

Nadawcze układy stykowe mają za zadanie dopasować postać dynamiczną sygnału informacyjnego do możliwości łączy, np. przez zmianę kodu itp. W przypadkach gdy informacje przedstawione są w postaci statycznej, urządzenia te współpracując z czytnikiem taśmy przekształcają postać statyczną informacji na dynamiczną, przy równoczesnym dopasowaniu tego sygnału do możliwości transmisyjnych łączy.

Zadania przeciwne do wyżej opisanych wykonują odbiorcze układy stykowe, które odebrane informacje mogą utrwalić na taśmie papierowej.

Układy protekcji wykorzystywane są do zabezpieczenia użytkowników przed błędami, mogącymi powstać podczas przesyłania informacji. Urządzenia te ze względu na właściwości użytkowe dzieli się na:

- urządzenia detekcyjne, przeznaczone do wykrywania błędów,
- urządzenia korekcyjne, które nie tylko wykrywają, ale i korygują wykryte błędy.

W urządzeniach detekcyjnych i korekcyjnych w celu zabezpieczenia wierności przesyłanych informacji wykorzystuje się bądź właściwości kodów, bądź dodatkową drogę sygnałów zwrotnych pomiędzy odbiorczymi i nadawczymi układami protekcji, bądź oba sposoby łącznie.

Nadawcze układy modemowe (modulatory) używane w transmisji danych służą do przekształcania elektrycznych impulsów stałoprądowych (dyskretnych) w impulsy zmiennoprądowe o takich właściwościach, które pozwalają korzystać z łączy telekomunikacyjnych.

Przy przekształcaniu elektrycznych impulsów stałoprądowych w zmiennoprądowe stosuje się jeden z trzech rodzajów modulacji, a mianowicie: amplitudy, częstotliwości i fazy.

Układy modemowe odbiorcze (demodulatory) przekształcają impulsy zmiennoprądowe w stałoprądowe, najczęściej binarne, z których korzysta się przy przetwarzaniu informacji.

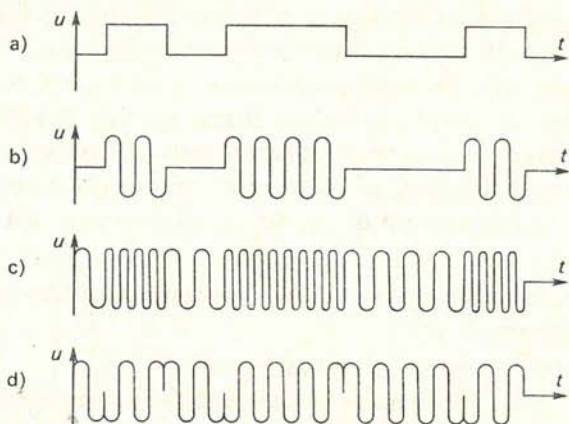
Podstawową wielkością braną pod uwagę przy ocenie urządzeń modemowych jest parametr charakteryzujący szybkość modulacji, który jest określony następująco:

$$V_m = \frac{1}{\tau} [\text{bod}],$$

przy czym  $\tau$  jest to czas trwania elementu sygnału binarnego. Jednostką szybkości modulacji jest bod.

Do charakteryzowania łączy transmisji danych używa się również jednostki przepływu strumienia informacji — „bit na sekundę”. Przy





Rys. 3.7. Postacie binarnych sygnałów używanych w transmisji danych

a) sygnał naturalny, b) sygnał o modulowanej amplitudzie, c) sygnał o modulowanej częstotliwości, d) sygnał o modulowanej fazie

szeregowej transmisji (tzn. takiej, w której poszczególne elementy sygnału, odpowiadające pewnemu znakowi informacji, są przesyłane kolejno jeden po drugim) sygnałów binarnych wartości obydwu parametrów są sobie równe, tj. przepływ strumienia informacji jest równy szybkości modulacji.

Bardzo często stosuje się następujący podział urządzeń transmisji danych według szybkości modulacji:

- 50–200 bodów; jest to transmisja z małymi szybkościami modulacji, w której używa się kanałów typu telegraficznego,
- 200–2400 bodów; jest to transmisja ze średnimi szybkościami modulacji, w której wykorzystuje się konwencjonalne kanały typu telefonicznego,
- 2400–7200 bodów; jest to transmisja z dużymi szybkościami modulacji, w której stosuje się specjalne kanały typu telefonicznego,
- ponad 7200 bodów; jest to transmisja z bardzo dużymi szybkościami modulacji, w której używa się kanałów specjalnych.

Obecnie omówione zostaną najczęściej spotykane rodzaje systemów transmisji danych, przy czym przez system transmisji danych rozumie się ośrodek obliczeniowy wraz z punktami powstawania informacji, pomiędzy którymi wymianę informacji zapewniają urządzenia transmisji danych.

Taki system transmisji danych, w którym informacje przesyłane są w dwu kierunkach, tj. z punktów powstawania informacji do centrum obliczeniowego, i z powrotem, nosi nazwę systemu zbiorczo-rozsiewczego. System, w którym informacje przesyłane są z punktów powstawania informacji do centrum obliczeniowego, nazywa się systemem zbiorczym, natomiast system, w którym informacje z centrum obliczeniowego przesyłane są do punktów odbiorczych, jest nazywany rozsiewczym.

W systemie zbiorczo-rozsiewczym występują następujące rodzaje wymiany informacji:

- simplex, tj. wymiana jednokierunkowa,
- half-duplex, tj. wymiana dwukierunkowa — naprzemienna (przy tym rodzaju wymiany informacji można wprawdzie prowadzić wymianę w dwu kierunkach, z tym jednak że gdy jeden „mówi”, to drugi „słucha”),
- full-duplex, tj. wymiana dwukierunkowa — jednoczesna, która wymaga stosowania łączy dwutorowych (należy zaznaczyć, że zwykle aparaty telefoniczne są połączone łączem jednotorowym, tj. tylko jedną parą przewodów).

Jeśli za podstawę podziału systemów transmisji danych bierze się stopień pilności przetwarzanych informacji, to systemy te dzieli się na:

- systemy nadążne, charakteryzujące się natychmiastowym przekazywaniem informacji,
- systemy akumulacyjne, w których następuje gromadzenie informacji w celu późniejszego ich przetworzenia,
- systemy mieszane.

W grupie systemów nadążnych wyróżnia się przetwarzanie:

- in-line,
- on-line,

a w grupie systemów akumulacyjnych przetwarzanie:

- on-line,
- off-line.

Wymienione typy przetwarzania (in-line, on-line i off-line) wydzielono, biorąc za kryterium podziału minimalizację czasu reakcji.

Przetwarzanie off-line charakteryzuje się partiowym akumulowaniem informacji. W tym typie przetwarzania informacje z punktów powstawania (np. z magazynu, gniazda produkcyjnego) są przesyłane do punktu zbierania danych, który może się znajdować w centrum obli-



zeniowym. Po wstępnej kontroli dane zostają wprowadzone do EMC w celu dokonania obliczeń.

Na przykład czytnik kart z klawiaturą IBM 357 umożliwia uzupełnienie (na odległość) danych zmiennych, jak np. liczbę przepracowanych godzin, liczbę wykonanych sztuk. Dane stałe, np. o pracowniku, są wydziarkowane na karcie. Na jeden punkt zbierania danych może przypadać 20 punktów nadawczych IBM 357. Urządzenie to działa do odległości nie większych niż 5 km; najczęściej stosowane jest do potrzeb jednego przedsiębiorstwa. W przypadku odległości przekraczających 5 km stosować można rozwiązania wykorzystujące publiczną sieć telefoniczną. Odległość wówczas jest praktycznie dowolna.

W typie off-line może też występować połączenie dwóch maszyn cyfrowych tej samej rodziny, a więc programowo wymiennych, a także połączenie dwóch maszyn o różnej organizacji oraz programowo niewymiennych. W przypadku połączenia dwóch maszyn tej samej rodziny transmisja danych odbywać się może pomiędzy:

- dwiema jednostkami centralnymi poprzez specjalny kanał,
- jednostkami taśm magnetycznych jednej maszyny a jednostką centralną drugiej maszyny.

Przetwarzanie on-line charakteryzuje się tym, że na „pytanie” otrzymujemy „odpowiedź” z pewnym opóźnieniem. W tym typie przetwarzania występują głównie maszyny z pamięcią zewnętrzną sekwencyjną. Punkty nadawania informacji posiadają bezpośrednio połączenie z EMC jako punktem zbierania danych. Połączenie to umożliwia dwukierunkowy przepływ informacji:

- przesyłanie danych do maszyny celem przetwarzania,
- przesyłanie z maszyny wyników przetwarzania do odbiorców.

System ten stosowany jest w zarządzaniu w systemach zintegrowanych, dystrybucji centralnie składowanych towarów itp. Do jednej EMC można podłączyć więcej punktów zdecentralizowanych aniżeli w systemie off-line.

Rodzina maszyn ICT 1900 może posiadać połączenie z 64 punktami zdecentralizowanymi, wyposażonymi w model ICT 7000. Natomiast do maszyny z rodziny GE 400 można podłączyć aż 248 punktów.

Przetwarzanie in-line jest zbliżone do przetwarzania on-line. Cechą charakterystyczną tego typu jest natychmiastowe uzyskanie „odpowiedzi” na „pytanie”. Minimalizacja czasu reakcji jest możliwa dzięki pracy maszyny cyfrowej posiadającej pamięć o wyrwykowym czasie dostępu (dyski, karty magnetyczne).

### 3.2.8. Urządzenia zewnętrzne wejścia<sup>11</sup>

Są to urządzenia, które odczytują informacje zawarte na maszynowych nośnikach informacji, zamieniają je na impulsy elektryczne i przekazują do jednostki centralnej EMC. Urządzenia te mają bezpośrednie, elektryczne połączenie z EMC i dzielą się w zależności od rodzaju nośnika informacji na:

- czytniki taśmy dziurkowanej,
- czytniki kart,
- czytniki dokumentów,
- czytniki taśmy magnetycznej itp.

*Czytniki taśmy dziurkowanej* pracują na zasadzie działania fotokomórki. Przez wyperforowane dziurki taśmy przechodzi światło, wzbudza impulsy elektryczne, które są przesyłane do części centralnej. Czytnik posiada zwykle 8 fotokomórek. Każda z nich służy do odczytu jednej ścieżki taśmy papierowej, dzięki czemu uzyskuje się dokładny obraz każdego rzędu taśmy. W przypadku stosowania innej szerokości taśmy niż 8-ścieżkowej istnieje możliwość przystosowania czytnika do jej odczytu. Najczęściej spotykane szybkości odczytu mieszczą się w granicach od 300 do 1000 znaków/s.

*Czytniki kart*, podobnie jak czytniki taśmy, posiadają fotoelektryczny sposób odczytu. Są to urządzenia większe od czytników taśmy. Spotyka się też urządzenia, w których są wbudowane zarówno czytniki taśm, jak i kart. Szybkość odczytu tych urządzeń wynosi od 400 do 2000 kart/min.

Do wprowadzania informacji do maszyny służy też taśma magnetyczna. W maszynach do przetwarzania danych istnieje duża dysproporcja pomiędzy szybkością wykonywania obliczeń przez jednostkę centralną a szybkością wprowadzania i wyprowadzania danych. Zastosowanie taśmy magnetycznej w roli urządzenia wejścia lub wyjścia w zasadniczy sposób przyczyniło się do zmniejszenia tych dysproporcji.

Czytniki taśmy i kart wprowadzają do maszyny cyfrowej informacje z maszynowych nośników, na które z kolei przeniesiono informacje z dokumentów pierwotnych. Wynalezienie urządzeń, które potrafią przenosić informacje bezpośrednio z dokumentów pierwotnych, pozwoliło zaoszczędzić wiele pracy przeznaczanej na wytworzenie taśm lub kart, wyeliminowało też możliwość popełnienia błędów, jakie

<sup>11</sup> Patrz [11], [22].



powstały w trakcie sporządzania maszynowych nośników informacji. Urządzeniami takimi są czytniki pisma magnetycznego i czytniki pisma maszynowego. Czytniki pisma magnetycznego zastosowały po raz pierwszy w 1959 r. banki amerykańskie.

Działanie *czytnika pisma magnetycznego* polega na odczytaniu przez specjalną komórkę znaków wydrukowanych farbą zawierającą substancje magnetyczne. Charakteryzuje się wysoką wiernością odczytu, przebiegającego z szybkością około 1300 znaków/s.

*Czytniki pisma maszynowego* są urządzeniami, których zakres zastosowania jest bardzo ograniczony. Jako pierwsze wprowadzono do eksploatacji urządzenie firmy IBM — IBM 1418. Jest ono dostosowane do współpracy tylko z maszyną IBM 1410. Odczytuje jedynie 10 cyfr oraz 3 znaki specjalne, z tym że znaki specjalne można sporządzać ołówkiem lub atramentem. Szybkość odczytu urządzenia IBM 1418 wynosi około 480 znaków/s.

### 3.2.9. Urządzenia zewnętrzne wyjścia<sup>12</sup>

Są to urządzenia, które umożliwiają wyprowadzenie z EMC wyników uzyskanych z przetwarzania danych. W zależności od rodzaju nośnika informacji otrzymanego przez urządzenia wyjściowe, można je podzielić na dwie grupy:

- urządzenia, które dają wyniki w postaci czytelnej bezpośrednio przez człowieka,
- urządzenia, których wynikiem jest maszynowy nośnik informacji — karta lub taśma.

Do pierwszej grupy należą: dalekopis, flexowriter oraz drukarka wierszowa. Zasada działania dalekopisu i flexowritera została już omówiona. Szybkość pracy drukarek wynosi przeciętnie od 600 do 1000 wierszy/min., a szerokość wiersza wynosi od 120 do 160 znaków.

*Drukarka wierszowa* posiada wirujący walec, na którym znajdują się pierścienie z czcionkami. Pierścieni znajduje się tyle, ile jest miejsc drukarskich w jednym wierszu. Naprzeciw każdego pierścienia znajduje się młoteczek. Pomiędzy pierścieniami z czcionkami a młoteczkami przesuwany jest papier i w chwili powstania w części elektronicznej drukarki pełnego obrazu wiersza impulsy uruchamiają młoteczki, które dociskają papier do czcionek, powodując wydrukowanie wybranych

<sup>12</sup> Patrz [11], [22].

znaków (czcionek). Dużo większą szybkość, około 3000 wierszy/min., osiągają drukarki pracujące na zasadzie kserograficznej (tzw. sucha fotografia). Są to jednak urządzenia bardzo drogie i dlatego nie stosowane na szeroką skalę.

Do urządzeń wyprowadzających wyniki w postaci maszynowych nośników informacji należą:

- dziurkarki taśmy papierowej,
- dziurkarki kart papierowych.

Urządzenia te przekształcają wyniki otrzymane z maszyny cyfrowej w postaci impulsów na pismo dziurkowane.

*Dziurkarki taśmy* posiadają możliwość przystosowania do pracy na taśmie 5-, 6-, 7- lub 8-ścieżkowej. Szybkość dziurkowania wynosi od 30 do 300 znaków/s. Są to na ogół urządzenia o małych wymiarach. W maszynach do przetwarzania danych dziurkarki taśmy spełniają uboczną rolę. Służą przeważnie do wyprowadzania z maszyny wyników o małej objętości.

*Dziurkarki kart* papierowych spełniają takie same zadania, jak omówione już dziurkarki taśmy. Mają znacznie większe wymiary niż dziurkarki taśmy, a drukują z szybkością od 100 do 200 kart/min.

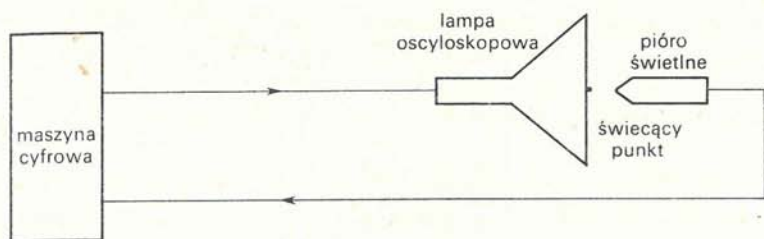
Jako urządzenia do wyprowadzania wyników stosuje się też bardzo często taśmę magnetyczną.

*Display*<sup>13</sup>. Omówione urządzenia zewnętrzne wejściami nie pozwalają na bezpośrednie wprowadzanie do maszyny cyfrowej informacji będącej w postaci graficznej, tj. wykresów, szkiców konstrukcyjnych itp. Informacje tego rodzaju wprowadzało się dotychczas za pomocą tzw. procesu konwersji, w którym podaje się współrzędne określające poszczególne elementy rysunku. Możliwość bezpośredniego wprowadzania informacji graficznej do maszyn cyfrowych stworzyło pojawienie się specjalnych urządzeń cyfrowych, nazywanych czujnikami położenia. Najbardziej znanym przedstawicielem tej grupy urządzeń jest pióro świetlne, które z racji wykonywanych funkcji zalicza się do urządzeń wejścia maszyn cyfrowych. Urządzenie to współpracuje z lampą oscyloskopową, która pełni rolę graficznego urządzenia wyjścia maszyny.

Pióro świetlne zbudowane jest z soczewki skupiającej, elementu światłoczułego oraz wzmacniacza sygnału. Wielkość jego nie odbiega od rozmiarów wiecznego pióra. Gdy w „polu widzenia” pióra pojawi się punkt świecący, znajdujący się na ekranie lampy oscyloskopowej, to

<sup>13</sup> Patrz [5].





Rys. 3.8. Schemat blokowy urządzenia wideograficznego współpracującego z maszyną cyfrową

w piórze wytwarza się impuls elektryczny, który po odpowiednim wzmocnieniu i uformowaniu pozwala na określenie współrzędnych wybranego punktu świecącego.

Tak działające pióro służy do wskazywania części wyświetlanego na ekranie obrazu, w celu jej przesunięcia, obrócenia o pewien kąt czy usunięcia.

Wskazywanie wykorzystuje się również przy konwersacyjnej współpracy człowieka z maszyną, np. do wybrania jednego z kilku przedstawionych przez maszynę wariantów dalszego rozwiązywania czy przy wprowadzaniu informacji do danych przedstawionych w formie tabelarycznej. W celu wybrania jednego z kilku wariantów dalszego postępowania należy wskazać piórem świetlnym wybraną gałąź na wyświetlanym drzewie decyzyjnym, co powoduje odpowiednią zmianę w dalszym działaniu maszyny. Jeśli chodzi o wprowadzanie nowych danych do wyświetlonej tablicy, to wykonuje się dwie czynności. Nakierowuje się pióro na to miejsce w tablicy, w które ma być wprowadzona informacja, a następnie na cyfrę, która ma być wprowadzona, a która jest wyświetlana na tzw. „świetlnej klawiaturze”.

Świetlna klawiatura jest to wyświetlana na ekranie lampy tabela zawierająca cyfry układu liczbowego, używanego w danym programie. Na rys. 3.9 przedstawiono świetlną klawiaturę przy korzystaniu w programie z układu szesnastkowego; zawiera ona cyfry od 0 do 9 oraz litery od A do F oznaczające wyższe cyfry układu szesnastkowego.

Oprócz wymienionych już funkcji pióro świetlne jest wykorzystywane do „kreślenia” w zasadzie dowolnych linii na ekranie lampy. W tym celu wystarczy kreślić piórem świetlnym linie, np. jakiegoś rysunku, po powierzchni ekranu lampy oscyloskopowej. Podczas ruchu pióra na powierzchni ekranu pojawiają się punkty lub linie świetlne, które są odwzorowaniem ruchów wykonywanych piórem świetlnym.

6	7	8	9
5	0	1	A
4	3	2	B
F	E	D	C

Rys. 3.9. Świetlna  
klawiatura  
przedstawiająca  
cyfry układu  
szesnastkowego

Maszyna odtwarza ruchy pióra wykonywane przez operatora po ekranie lampy poprzez wyświetlanie na ekranie punktów kontrolnych w miejscu, w którym pióro ostatnio się znajdowało. Jeśli wyświetlone punkty kontrolne są widziane przez pióro, jest to podstawą do ustalenia położenia pióra, co pozwala na obliczenie współrzędnych środka pola widzenia pióra. Takie postępowanie prowadzi do otrzymania ciągu zapisów współrzędnych kolejnych położen środków pola widzenia pióra w pamięci maszyny, które informują o rysowanej figurze, a ponadto prowadzi do wyświetlenia rysowanej figury na ekranie, umożliwiając tym samym jej śledzenie przez operatora.

Na podkreślenie zasługuje dokładność odwzorowania. I tak przy odwzorowaniu punktowym powierzchnia ekranu lampy oscyloskopowej jest podzielona na co najmniej  $1024 \times 1024$  punktów. Zdolność tę można zwiększyć do wielkości  $4096 \times 4096$  punktów. Stosowanie tego sposobu przesyłania informacji do maszyny cyfrowej jest ograniczone stosunkowo jeszcze małą powierzchnią, nie przekraczającą pola o wymiarach  $20 \times 20$  cm, na której można kreślić.

### 3.3. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNA TRZECH PODSTAWOWYCH RODZAJÓW MASZYN CYFROWYCH<sup>14</sup>

Jak wiadomo, maszyny cyfrowe wykorzystuje się w następujących rodzajach zastosowań:

- w przetwarzaniu danych,
- w obliczeniach numerycznych,
- w sterowaniu procesami technologicznymi.

<sup>14</sup> Patrz [10].



Podział ten jest ważny z punktu widzenia konstrukcji maszyn cyfrowych. Dwie pierwsze grupy łącznie będziemy nazywali maszynami cyfrowymi do przetwarzania informacji.

Maszyny przeznaczone do obliczeń naukowych i technicznych charakteryzuje:

— rozbudowana i elastyczna lista rozkazów, która zapewnia wygodne programowanie oraz bardzo duża ilość różnych operacji arytmetycznych i logicznych (mnożenie, dzielenie, wyciąganie pierwiastka, otrzymywanie funkcji trygonometrycznych itp.);

— duża pojemność pamięci operacyjnej, która jest zdolna przechowywać zarówno informację liczbową, jak i sam program;

— pamięć zewnętrzna na bębnach magnetycznych o stosunkowo dużej pojemności (stosunek między pamięcią operacyjną a zewnętrzną wynosi przeważnie 2:5);

— urządzenia wejściowo-wyjściowe na taśmach lub kartach perforowanych EMC przeznaczone do obliczeń matematycznych mają z reguły tylko jeden pracujący komplet urządzeń wejściowo-wyjściowych (oprócz niego mogą być również i komplety zapasowe);

— na maszynach tego typu rozwiązuje się dużo różnorodnych zadań i programów (do oceny skutecznego zastosowania maszyny dolicza się również czas niezbędny na zaprogramowanie zadania; proces pracy na maszynie składa się z powtarzających się zakończonych cykli pracy, które odpowiadają poszczególnym zadaniom).

Do cech charakterystycznych maszyn do przetwarzania danych należą:

— bardzo duża pamięć zewnętrzna na taśmach magnetycznych (stosunek między pamięcią zewnętrzną a pamięcią operacyjną wynosi w nich 1000:1 i więcej; w maszynach tych pamięć zewnętrzna jest w zasadzie pamięcią główną);

— bardzo prosta struktura arytmetru, który powinien wykonywać tylko proste operacje arytmetyczne oraz niektóre operacje logiczne, niezbędne przy sprawdzaniu i wybieraniu danych;

— posiadanie dużej ilości (10–50 kompletów) pracujących równolegle i niezależnie urządzeń wejściowych do ręcznego wprowadzania danych (urządzenia te współpracują z maszyną w ciągu długiego okresu jednocześnie, gdy sama maszyna wykonuje obliczenia; w tego typu maszynach są one bardzo różnorodne, począwszy od drukarki, tabulatora itp., a skończywszy na urządzeniach sporządzających wykresy);

— ciągły proces przetwarzania danych i systematyczne wprowadzanie

nowych danych, co pokrywa się z okresowym dawaniem wyników obliczeń;

— coraz częściej stosowana tzw. zasada wieloprogramowości (multiprogramming), która umożliwia równoczesne wykonywanie kilku różnych programów, ma na celu zwiększenie efektywności wykonywanych obliczeń w maszynach do przetwarzania danych (przy stosowaniu tej zasady wymaga się przestrzegania kolejności wykonywania poszczególnych programów, zapewnienia każdemu programowi oddzielnego miejsca w pamięci oraz przeprowadzania podziału czasu (time shering) niezbędnego do realizacji poszczególnych programów).

Do spełnienia wymienionych wymagań przeznaczony jest specjalny program sterujący, tzw. dyrygent, wprowadzany do pamięci przed rozpoczęciem pracy maszyny. Kolejność wykonywania poszczególnych programów określa się za pomocą tzw. współczynnika priorytetu, który porządkuje programy według stopnia ważności, co pozwala programowi sterującemu zapewnić żadaną kolejność wykonywanych programów.

Maszyny do sterowania procesami technologicznymi tworzą klasę maszyn o następujących cechach:

— elastyczny i rozbudowany system urządzeń zewnętrznych, które umożliwiają bezpośrednią łączność maszyny ze źródłami informacji oraz sterowanymi przez nią obiektami;

— przystosowanie układu sterowania maszyny do pracy w rzeczywistej skali czasu (oznacza to, że maszyna powinna stale synchronizować proces obliczeń z charakterem danych wejściowych, które przychodzą w zasadzie niezależnie od pracy maszyny, oraz charakterem zmian zachodzących w sterowanym przez nią obiekcie; maszyny te przeważnie przerywają swoje obliczenia w czasie przyjmowania nowych informacji);

— duża szybkość wykonywania operacji, spowodowana koniecznością opracowania informacji i obliczania jej w rzeczywistej skali czasu, gdyż w procesie sterowania niedopuszczalne są zbyt długie opóźnienia między otrzymanymi wynikami a chwilą pobrania danych wejściowych;

— duża pojemność pamięci operacyjnej i prawie zupełny brak pamięci zewnętrznej na taśmach magnetycznych (niektóre z systemów mają taką pamięć, lecz nie korzystają z niej w czasie obliczeń; służy ona im tylko jako dokument rejestrujący proces sterowania);

— duża elastyczność i złożoność listy rozkazów, która zawiera oprócz zwykłych operacji arytmetycznych i logicznych jeszcze szereg rozkazów



umożliwiających łączność z obiektami zewnętrznymi oraz rozkazy do sprawdzania przychodzącej informacji;

— specjalne urządzenia łączące człowieka-operatora z maszyną w czasie pracy (w szczególnych przypadkach niektóre systemy mają możliwość bezpośredniego obserwowania wyników obliczeń poprzez pulpity, za pomocą których można w czasie pracy wprowadzać rozkazy do maszyny).

Maszynom tego typu stawia się szczególnie ostre wymagania odnośnie pewności (niezawodności) ich pracy. Realizuje się to różnymi metodami technicznymi, organizacyjnymi, logicznymi, jak również poprzez dublowanie niektórych wrażliwych bloków i urządzeń maszyny.

### 3.4. WSPÓLCZESNE TENDENCJE ROZWOJOWE MASZYN CYFROWYCH

#### 3.4.1. Produkcja i użytkowanie maszyn cyfrowych na świecie

Światowe tendencje zastosowania maszyn cyfrowych wskazują, że liczba zainstalowanych maszyn na przestrzeni najbliższego dziesięciolecia będzie podwajać się co dwa lata. Tak dynamiczny wzrost liczby użytkowanych maszyn cyfrowych spowodowany jest coraz większym wykorzystaniem ich do automatycznego przetwarzania informacji. Obecnie 75% ogólnej liczby użytkowanych maszyn na świecie przeznaczonych jest do przetwarzania danych.

Elektroniczne maszyny cyfrowe produkowane są w czternastu krajach świata. Do największych producentów maszyn cyfrowych należą USA i Wielka Brytania; ostatnio szybki rozwój produkcji maszyn cyfrowych obserwuje się w ZSRR i Japonii.

Produkcją maszyn cyfrowych w USA zajmuje się aktualnie 19 firm, przy czym około 70% produkcji pochodzi z koncernu IBM (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES). Pozostała część produkcji skupiona jest w takich firmach, jak UNIVAC (należące do koncernu zbrojeniowego REMINGTON-RAND), NCR (NATIONAL CASH REGISTER), GE (GENERAL ELECTRIC), CDC (CONTROL DATE CORPORATION), HONEYWELL. Do końca 1968 r. firmy amerykańskie wyprodukowały 67 200 maszyn, zaś reszta świata — 6800.

Wszyscy wymienieni producenci amerykańscy posiadają w Europie swoje ekspozytury, przy czym większość z nich nie ogranicza się do

Tablica 3.3

Liczba maszyn cyfrowych użytkowanych na świecie w 1968 r.

Użytkownicy	Liczba zainstalowanych EMC	Użytkownicy	Liczba zainstalowanych EMC
Ameryka Północna		Szwajcaria	500
USA	32 500	Wielka Brytania	2 200
Kanada	1 200	Włochy	1 300
Meksyk	230	Europa Wschodnia z	
Ameryka Środkowa	180	Azja Radziecką	
Ameryka Południowa	480	ZSRR	1 400
Europa Zachodnia		KDL (bez ZSRR)	400
Belgia	320	Azja	
Dania	220	Japonia	2 700
Finlandia	110	Indie	210
Francja	1 950	Hongkong	65
Holandia	500	Pozostałe kraje	400
Irlandia	85	Afryka	
Norwegia	180	Afryka Południowa	240
NRF	3 300	Pozostałe kraje	280
Portugalia	65	Oceania	
Grecja	100	Australia	530
Hiszpania	80	Nowa Zelandia	80
Szwecja	430	Pozostałe kraje	25

Źródło: „Mechanizacja automatyzacja administratywna” 1968, nr 4.

eksportu, lecz dysponuje tu dużymi zakładami produkcyjnymi i badawczymi. Mimo że do światowego rozwoju konstrukcji i zastosowań EMC niezwykle istotny wkład wniosły firmy europejskie, produkcja i rozpowszechnianie maszyn w Europie pozostaje daleko w tyle za tempem rozwoju w USA. Ponieważ nadążanie za narzuconym przez USA tempem rozwoju konstrukcji maszyn jest zadaniem coraz bardziej kosztownym, producenci europejscy rezygnują z własnych ambicji w dziedzinie konstrukcji maszyn cyfrowych, łącząc się w większe koncerny bądź też kupując licencje na produkcję maszyn amerykańskich<sup>15</sup>.

Mniej więcej co pięć lat wprowadza się na świecie nowe techniki, tzw. *generacje*, w konstrukcji maszyn cyfrowych.

<sup>15</sup> Patrz [11].



Maszyny cyfrowe produkowane obecnie na świecie należą już do trzeciej i częściowo czwartej generacji tych maszyn.

*Pierwszą generację* stanowiły maszyny oparte na zwykłym wyposażeniu elektronowym (lampy próżniowe). Maszyny lampowe pracowały stosunkowo wolno, wymagały specjalnych pomieszczeń, kosztownej aparatury chłodzącej i nieustannych napraw. Pierwszą maszyną tej generacji był ENIAC, do budowy którego zużyto 18 000 lamp elektronowych.

*Druga generacja* powstała przed kilku laty i była zdecydowanym krokiem naprzód, lampy bowiem zastąpione zostały przez tranzystory. Maszyny cyfrowe „skurczyły się” wówczas do jednej czwartej poprzednich rozmiarów, szybkość pracy wzrosła z kilkuset do kilkunastu tysięcy operacji (dodawani) na sekundę, zużycie mocy spadło pięćdziesiąt razy, natomiast niezawodność pracy wzrosła stukrotnie.

*Trzecia generacja* maszyn cyfrowych, która pojawiła się w 1964 r., opiera się na obwodach scalonych. Obwód scalony jest to obwód elektroniczny, który sam zastępuje całą serię takich części, jak lampy lub tranzystory, kondensatory, oporniki itd. Mikroobwody mają nad dotychczasowymi urządzeniami ogromną wyższość, wynikającą z ich prostoty, solidności, rozmiarów i lekkości. W ciągu najbliższych lat zastąpią cały używany dotychczas sprzęt elektroniczny.

Maszyny cyfrowe trzeciej generacji mogą być zaopatrywane bez żadnych zmian w programy maszyn tego samego typu drugiej generacji. Dzięki temu zachowana jest ciągłość między następującymi po sobie generacjami maszyn.

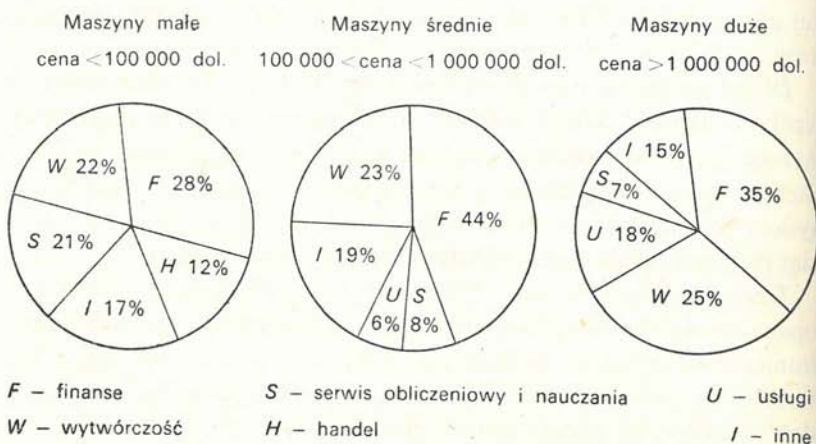
*Czwartą generację* maszyn cyfrowych stanowią maszyny oparte na tzw. układach polimorficznych. Zaletą maszyn tej generacji jest ciągłość pracy nawet w przypadku awarii jednego z elementów, gdyż wówczas jego pracę przejmują inne. Pozwala to na szybkie usunięcie awarii, nie przerywając pracy maszyny.

Obecnie nieliczne tylko maszyny cyfrowe należą do czwartej generacji, przeważającą część w dalszym ciągu stanowią maszyny drugiej i trzeciej generacji.

Stosunkowo dużej liczbie producentów odpowiada również duża liczba produkowanych aktualnie modeli, od małych, o stosunkowo niskiej cenie, poprzez średnie do gigantów wartości 3-5 mln dolarów. Największą dynamikę rozwoju wykazują obecnie maszyny małe i wielkie, dostępne dla ogromnej liczby odbiorców na zasadach abonenckich. Około 80% wyprodukowanych obecnie na świecie maszyn cyfrowych

stanowią maszyny małe, charakteryzujące się jednak wysokimi parametrami technicznymi.

W ostatnich latach w parze z coraz większą ilością zainstalowanych maszyn rosną także zdolności obliczeniowe pojedynczych maszyn, zwiększa się pojemność pamięci oraz szybkość wykonywania operacji.



Rys. 3.10. Procentowy udział głównych odbiorców maszyn cyfrowych różnych wielkości (na przykładzie USA)

Należy tu jednak zaznaczyć, że tak popularne na świecie maszyny małe posiadają bardzo skromne możliwości mocy obliczeniowej. Jej zaspokojenie odbywa się więc głównie drogą produkcji i instalacji dużych maszyn cyfrowych.

Przejdziemy obecnie do krótkiego omówienia typowych maszyn cyfrowych produkowanych na świecie. Ze względu na różnorodność modeli nie sposób przedstawić w tak krótkim przeglądzie wszystkich produkowanych EMC. Osiągnięcia techniczne maszyn cyfrowych omówimy szczegółowo na przykładzie<sup>16</sup> rodziny maszyn trzeciej generacji IBM system 360.

W modelach serii IBM 360 szczególny nacisk położono na organizację współpracy jednostki centralnej z urządzeniami wejścia-wyjścia. Zwiększono wielokrotnie w stosunku do dawnych rozwiązań pamięć operacyjną, dzięki zastosowaniu hybrydowych układów scalonych, umożliwiając jednocześnie rozbudowanie systemu przez uzupełnienie go wieloma

<sup>16</sup> Patrz [2].



różniącymi się konstrukcją i szybkością pamięciami pomocniczymi na taśmach magnetycznych, dyskach i bębnach.

Charakterystyczną cechą maszyn współczesnych, zastosowaną w serii 360, jest *programowa wymiennosc* jej modelu, oznaczająca, że program działający na jednym modelu będzie działał również na każdym innym modelu tej serii, posiadającym wymagany zestaw urządzeń zewnętrznych i odpowiednie rozmiary pamięci. Programowa wymiennosc pozwala na rozbudowanie biblioteki podprogramów, niezależnie od cech projektowych nowo skonstruowanych modeli serii 360.

Uniwersalność systemu 360 polega na możliwości jego zastosowania zarówno do obliczeń naukowo-technicznych, jak i do przetwarzania danych oraz sterowania procesami technologicznymi lub systemami komunikacyjnymi.

Pojemność pamięci operacyjnej, w zależności od modelu, waha się w granicach 8192–1 048 576 bytów. W wyższych hierarchicznie modelach serii 360 można powiększyć wykorzystywaną pamięć przez uzupełnienie jej dodatkowymi blokami. Ponadto możliwe jest tworzenie multisystemów drogą sprzęgania ze sobą dwu lub więcej identycznych modeli serii 360.

Maszyny serii 360 mogą być wyposażone w szereg urządzeń zewnętrznych, stanowiących uzupełnienie jednostki centralnej:

1. *Taśma magnetyczna*. Jako nośnik informacji służy 9-kolumnowa taśma magnetyczna o gęstości zapisu ponad 300 bytów na centymetr. W razie potrzeby możliwe jest wykorzystanie urządzeń do współpracy z taśmą 7-kanalową, co pozwala na wymiennosc zespołów taśm z wcześniejszymi modelami. Ponadto stosowane są także taśmy magnetyczne specjalne, tzw. hipertaśmy, o zapisie 10-kanalowym, gwarantującym korektę większości przekłamań.

2. *Pamięć dyskowa*. Łączna pojemność jednego pakietu dysków sięga 7,3 mln bytów lub 14,6 mln cyfr dziesiętnych i znaków, co przy maksimum pojemności uzyskiwanych przy ośmiu zespołach dysków daje zdolność przechowywania ponad 50 mln bytów informacji, dostęp do której waha się w granicach 25–135  $\mu$ s (średni czas dostępu 75  $\mu$ s). Wymiana informacji między dyskami a jednostką centralną odbywa się z szybkością 156 000 bytów/s.

3. *Pamięć bębnowa*. Pojemność pamięci bębnowej wynosi około 4 mln bytów informacji, średni czas dostępu do informacji wynosi 8,6  $\mu$ s, zaś szybkość wymiany informacji z jednostką centralną — 312 500 bytów/s. Pamięć bębnowa służy głównie do przechowywania

systemu translatorów (ALGOL, FORTRAN) lub często używanych podprogramów bibliotecznych, które z braku miejsca nie mogą być na stałe umieszczone w pamięci ferrytowej.

4. *Czytnik i perforator kart dziurkowanych.* Wydajność czytnika wynosi 1000 kart/min., a perforatora — 300 kart/min. Sekcje czytająca i perforująca są odseparowane od siebie, co pozwala na jednoczesne czytanie i perforowanie. Urządzenie posiada dwa magazyny podawcze kart oraz pięć magazynów odbiorczych.

5. *Czytnik taśmy papierowej.* Spośród modeli serii 360 jedynie nieliczne wyposażone są w urządzenia pozwalające na wprowadzenie i wyprowadzenie informacji na taśmie papierowej (modele 30, 40, 50). Stosuje się taśmy 5-, 6-, 7-, 8-kanalowe; szybkość czytania wynosi 1000 znaków/s.

6. *Drukarka wierszowa.* Najczęściej używana jest drukarka o szybkości drukowania 600 wierszy/min. na papierze ciągłym lub 800 kart/min. Ponadto istnieje możliwość dołączenia szybszej drukarki o wydajności 1400 wierszy/min.

7. *Wyjście wizualne.* Wyjście wizualne umożliwia prezentowanie na polu 12×12 cali 21-calowej lampy katodowej tablic, wykresów, figur i znaków alfanumerycznych. Wyjście wizualne pozwala na prezentowanie rysunków technicznych, pośrednich obliczeń itp. Dołączony do urządzenia ołówki świetlne pozwala na nanoszenie zmian przedstawionych w wykresach bezpośrednio w oparciu o obraz. Do jednostki centralnej można dołączyć kilka wyjść wizualnych.

8. *Urządzenia specjalne* (por. paragraf 3.4.3). Do najciekawszych urządzeń specjalnych należy zaliczyć: a) urządzenia do czytania zapisów dokonywanych za pomocą atramentu magnetycznego, czytające i sortujące z szybkością 950 lub 1600 dokumentów/min. (dokumenty nie muszą być standardowego kształtu i grubości, a uzupełniające urządzenia piszące pozwalają na dokonywanie na nich zapisu dodatkowych informacji); b) urządzenia optyczne do czytania tekstów cyfrowych lub alfanumerycznych, a także znaków zrobionych długopisem na wyróżnionych polach standardowych arkuszy; c) urządzenia umożliwiające zdalne „zapytanie” maszyny systemu 360 za pomocą aparatu telefonicznego oraz przekazanie akustyczne uzyskanych informacji za pośrednictwem magnetycznie zapisanego dźwięku (do wyboru: głosem męskim lub kobiecym); d) urządzenia umożliwiające zapamiętanie i późniejsze odtworzenie informacji pisanej na maszynie (pojemność jednej kasyety z taśmą magnetyczną wynosi 24 000 znaków, szybkość



pracy automatycznej — 1000 znaków/min., zaś ilość różnych znaków — 79).

Omówione urządzenia zewnętrzne stanowią zarazem przegląd najnowszych rozwiązań technicznych, aczkolwiek nie wyczerpują w całości tego tematu.

Wszystkie modele umożliwiają programowanie w językach FORTRAN i COBOL. Najmniejszymi modelami systemu 360 są maszyny cyfrowe serii 20 i 30 (IBM 360/20 i IBM 360/30) przeznaczone dla małych i średnich przedsiębiorstw; IBM 360/40 przeznaczona jest dla średnich i dużych przedsiębiorstw. Do dużych modeli i zarazem najbardziej charakterystycznych dla trzeciej generacji należą modele IBM 360/60 do IBM 360/90.

Maszyny systemu IBM 360 dzięki swej nowoczesności, jak również znakomitej światowej sieci handlowej firmy IBM, zdobyły już ponad 30% rynku.

Największym producentem maszyn cyfrowych na kontynencie europejskim jest angielska firma ICL (INTERNATIONAL COMPUTERS LIMITED). Konkurując z firmą IBM i rodziną maszyn IBM 360, firma ICL skonstruowała własną rodzinę maszyn ICL 1900. Koncepcja rodziny ICL 1900 polega na możliwości zestawienia kilku różnych modułów centralnej części maszyny oraz ferrytowych pamięci operacyjnych o pojemności od 4096 do 262 144 słów 24-bitowych. Pamięci zewnętrzne, w które wyposażone są maszyny rodziny ICL 1900, importowane są z USA bądź też produkowane przez firmę ICL na licencji amerykańskiej.

Wszystkie modele serii ICL 1900 posiadają, podobnie jak modele serii IBM 360, budowę modułów i charakteryzują się jednolitym systemem programowania (COBOL, FORTRAN).

Do najnowszych maszyn firmy NCR należy maszyna cyfrowa NCR 4100 o przeznaczeniu uniwersalnym. Do jej budowy zastosowano półprzewodniki krzemowe (coraz szerzej stosowane przez największe firmy). Konstrukcja i struktura logiczna wykorzystuje zasadę modułowości. Pojemność pamięci wynosi 4096–262 144 słów 24-bitowych. Maszyna posiada 24 kanały wejścia-wyjścia, co umożliwia dołączenie wielu różnych urządzeń zewnętrznych. Systemy programowania stosowane w tych maszynach to ALGOL-60, FORTRAN, NEAT i Język H. Należy zaznaczyć, że pierwszą maszyną cyfrową tzw. średniej wielkości zainstalowaną w krajach demokracji ludowej (Polska, Czechosłowacja, NRD) była właśnie maszyna tej firmy — NCR 315.

Firma NCR produkuje również szereg urządzeń peryferyjnych, takich jak szybkie drukarki, o szybkościach do 1000 wierszy/min., zespoły pamięci taśmowych, szybkie czytniki oraz dziurkarki taśm i kart.

W Stanach Zjednoczonych i Anglii obserwuje się coraz powszechniejsze stosowanie układów scalonych. Ponadto daje się tam zauważyć bardzo szybki rozwój stosowania pamięci ferrytowych i techniki krzemowej; w zakresie pamięci zewnętrznej szeroko stosuje się także pamięci dyskowe oraz nowoczesne pamięci bębnowe z latającymi głowicami (UNIVAC 1108). Ponadto wprowadza się do seryjnej produkcji pamięci taśmowe o zwiększonej gęstości zapisów.

Nowoczesność przedstawionych wyżej maszyn pojawia się również w możliwościach wykonywania pewnej ilości programów jednocześnie. Zastosowanie *wieloprogramowości* ma na celu uczynienie zestawu modułów technicznych bardziej efektywnym.

W krajach obozu socjalistycznego seryjną produkcją maszyn cyfrowych zajmują się ZSRR, Polska, a ostatnio również Czechosłowacja.

Do maszyn cyfrowych wytwarzanych seryjnie w ZSRR należą maszyny cyfrowe MIŃSK. Zakład Maszyn Liczących im. Ordżonikidze w Mińsku zajmuje się produkcją maszyn cyfrowych od kilku lat. Oprócz uniwersalnych maszyn typu MIŃSK 22 oraz MIŃSK 23, przeznaczonych zarówno do obliczeń numerycznych, jak i do przetwarzania danych, w bieżącym roku rozpoczęto produkcję maszyn średniej wielkości typu MIŃSK 32, do przetwarzania danych.

Czechosłowacka firma TESLA zakupiła francuską licencję<sup>17</sup> na maszynę cyfrową GAMMA 140. Konstrukcja tej maszyny oparta jest na układach scalonych oraz organizacji i logice maszyny, zbliżonej do IBM 360.

Listę parametrów maszyn cyfrowych i urządzeń zewnętrznych wybranych modeli zamieszczono w tablicy 3.4.

### 3.4.2. Rozwój i eksploatacja maszyn cyfrowych w Polsce

Krajowa produkcja EMC nie zaspokaja aktualnego zapotrzebowania w tej dziedzinie. Wiadomo że zapotrzebowanie będzie dalej rosło w miarę wdrażania elektronicznej techniki obliczeniowej w zakładach przemysłowych oraz w jednostkach gospodarczych. W tej sytuacji, obok szybkiego

<sup>17</sup> Patrz [19].



Tablica 3.4

Charakterystyka wybranych maszyn cyfrowych

Parametry	Nazwa maszyny				
	BULL GE 425	IBM 360/20	ICT 1902	NCR 315	MIŃSK 22
Pamięć maksymalna	131 072 słów	16 384 bytów	32 768 słów	40 000 słów	8 192 słów
Czas dodawania (ns)	19,5	493	18	48	18
Czytnik taśmy dziur. (zn/s)	500	1 000	1 300	1 000	800
Perforator taśmy (zn/s)	100 150	—	110	110	150
Czytnik kart (kart/min.)	300 600 900	400 600 1 000	300 900	400 2 000	100 250
Perforator kart (kart/min.)	100 200 300	100 300 500	100 350	100	100
Drukarka wierszowa (wierszy/min.)	300 600 1200	350 600 1 100	300 600 1 350	300 600 1 000 1 250	400

rozwoju produkcji EMC krajowych, eksploatuje się u nas maszyny z importu (głównie ze ZSRR, Wielkiej Brytanii i USA).

W Polsce mamy obecnie kilkanaście typów EMC o bardzo zróżnicowanych charakterystykach techniczno-eksploatacyjnych. Można tu wymienić maszyny UMC 1, ODRA 1003, ODRA 1013, ODRA 1103, ODRA 1204, ODRA 1304, ZAM 2, ZAM 21, ZAM 41/z, GAMMA 21, EMMA, GIER, ZUSE 23, ELIOTT 803B, URAL 2, ICT 1904, ICT 1300, IBM 1440, NCR 315, MIŃSK 22, SYSTEM 4.

Większość tych maszyn stosowana jest do obliczeń naukowo-technicznych. W 1969 r. zainstalowanych było w Polsce około 140 elektronicznych maszyn cyfrowych, w tym 25 maszyn średniej wielkości, służących do przetwarzania danych. Znajdują się one w 130 ośrodkach ETO, zorganizowanych zarówno w jednostkach gospodarczych i administracyjnych, jak i w placówkach naukowych.

Ten znikomy stan posiadania determinuje w dużym stopniu zakres wykorzystania EMC w gospodarce narodowej oraz stopień zaawansowania prac projektowych z zakresu EMC. Dlatego też przewiduje się w następnym 5-leciu znaczny wzrost liczby zainstalowanych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych. Tablica 3.5 ilustruje dynamikę wzrostu instalowanych EMC i ich mocy obliczeniowej w Polsce<sup>18</sup>.

Wzrost liczby zainstalowanych maszyn nie zaspokoi jednak w pełni zapotrzebowania, dlatego nieodzowne jest przestrzeganie zasady, aby zainstalowane maszyny były maksymalnie wykorzystywane w drodze udostępnienia każdej z nich stosunkowo dużej liczbie użytkowników. Najlepszą formą realizacji tej zasady jest tworzenie usługowych ośrodków obliczeniowych. W chwili obecnej ośrodki takie (Zakłady Elektronicznej Techniki Obliczeniowej tzw. ZETO) istnieją już we wszystkich miastach wojewódzkich. Ośrodki te, oprócz wykonywania obliczeń, są konsultantami zakładów przemysłowych oraz innych jednostek gospodarczych (przygotowują je do przetwarzania danych za pomocą EMC), a ponadto udzielają okresowej dzierżawy EMC na określony umową czas.

Na podłożu jednolitej sieci usługowych ośrodków obliczeniowych powstają także ośrodki w zakładach przemysłowych oraz jednostkach gospodarczych. Zapotrzebowanie dużych zakładów przemysłowych na EMC jest znaczne, zwłaszcza w jednostkach gospodarczych, które

<sup>18</sup> Pod pojęciem mocy obliczeniowej rozumie się iloczyn liczby maszyn przez średnią liczbę dodawań na sekundę.



## Dynamika wzrostu ilości zainstalowanych maszyn cyfrowych w Polsce

Wyszczególnienie	Lata				
	1967	1968	1969	1970	1971— —1975
EMC do przetwarzania danych (w szt.)	10	19	27	37	ok. 400
Umownie przyjęta moc obliczeniowa (w mln godz.)	0,46	1,172	1,593	2,469	×
EMC do obliczeń numerycznych (w szt.)	103	109	116	133	ok. 100
Umownie przyjęta moc obliczeniowa (w mln godz.)	0,162	0,642	1,200	2,560	×

Źródło: *Kompleksowy Krajowy Plan Rozwoju Mechanizacji i Automatyzacji Przetwarzania Informacji w latach 1966—1967*, Biuro PRETO, Warszawa, lipiec 1967.

od kilku lat prowadzą przetwarzanie danych za pomocą maszyn analitycznych. Realność zaspokojenia zapotrzebowania na EMC zależy od możliwości dewizowych oraz w dużej mierze od rozwoju produkcji krajowej. Prace nad maszynami cyfrowymi koncentrują się w Polsce w kilku ośrodkach, głównie w Instytucie Maszyn Matematycznych i we Wrocławskich Zakładach Elektronicznych ELWRO.

Scharakteryzujemy krótko poszczególne typy produkowanych oraz przygotowanych do produkcji elektronicznych maszyn cyfrowych w Polsce.

Pierwszą krajową maszyną do przetwarzania danych jest maszyna ZAM 41/z, wykonana przez Zakłady Doświadczalne Instytutu Maszyn Matematycznych. Opracowana w Instytucie Maszyn Matematycznych rodzina maszyn ZAM miała obejmować 5 modeli maszyn o różnym przeznaczeniu<sup>19</sup>.

Pramodelem rodziny ZAM jest maszyna lampowa ZAM 2, opracowana i wyprodukowana w ilości 12 egzemplarzy przez Instytut Maszyn Matematycznych.

W każdej serii maszyn rodziny ZAM wyróżnia się kolejne mutacje, związane z rodzajem techniki, jaka została użyta w rozwiązaniach konstrukcyjnych. Tak więc dla określenia poszczególnych typów maszyn

<sup>19</sup> Opracowane na podstawie [1], [12].

rodziny ZAM stosowane są symbole dwucyfrowe, z których pierwsza cyfra oznacza serię, druga zaś mutację.

Obecnie IMM produkuje maszynę cyfrową ZAM 41/z, która posiada modułową strukturę, pozwalającą na łączenie modułów w zestawy dostosowane do potrzeb użytkownika.

Maszyna cyfrowa ZAM 41/z wyposażona jest w:

- sterowanie centralne oraz arytmometr;
- moduły pamięci (zestaw wyposażony jest w trzy moduły pamięci operacyjnej o pojemności 4096 słów każdy; istnieje możliwość dołączenia dalszych modułów, dających łączną pojemność pamięci operacyjnej 262 144 słowa; czas dostępu do pojedynczego słowa wynosi 10  $\mu$ s);
- kanały przesyłania blokowego (do każdego kanału można dołączyć 64 urządzenia zewnętrzne);
- stolik operatora;
- pamięć bębnową o pojemności 32 768 słów 24-bitowych;
- pamięć taśmową;
- drukarkę wierszową typu DW-2 (maksymalna szybkość drukowania 1050 wierszy/min.);
- czytnik taśmy papierowej przystosowany do czytania taśmy 5- i 8-kanałowej o szybkości wczytywania około 1000 znaków/s;
- czytnik kart o szybkości czytania 400 kart/min.;
- perforator taśmy papierowej o szybkości perforowania 150 znaków/s.

Biblioteka programów maszyny ZAM 41/z obejmuje:

- programy organizacyjne, jak organizacja współpracy z taśmą magnetyczną, czytanie i wypisywanie informacji, sortowanie, przegrupowywanie i wyszukiwanie danych;
- programy standardowe matematyczne z zagadnień algebry, obliczanie wartości funkcji, analizy matematycznej, metod numerycznych, metod optymalizacyjnych itp.

Dla maszyn rodziny ZAM opracowano następujące oprogramowanie:

1. SAS (system adresów symbolicznych). W języku tym korzystając można ze wszystkich rozkazów przewidzianych przez organizację maszyny. Adresy poszczególnych miejsc pamięci oznaczone są symbolicznie.

2. Makro SAS. System ten zawiera w sobie SAS, a ponadto umożliwia definiowanie dowolnej ilości operacji symbolicznych (makrorozkazów), których znaczenie ustalone jest przez programistę.



3. ALGOL. Międzynarodowy język algorytmiczny do automatycznego programowania problemów numerycznych.

4. SAKO. Polski język algorytmiczny do automatycznego programowania problemów numerycznych.

5. COBOL. Międzynarodowy język do automatycznego programowania problemów przetwarzania danych. W realizowanej wersji przyjęto wszystkie zasadnicze idee języka COBOL, pomijając bardzo wiele rozwiązań szczegółowych w celu znacznego uproszczenia tego języka.

6. SO (system operacyjny). Zawiera zbiór programów ułatwiających pracę operatora maszyny:

a) sporządza harmonogramy pracy maszyny, zapewniające najlepsze jej wykorzystanie,

b) automatycznie wprowadza do pamięci ferrytowej programy przewidziane do kolejnego wykonania,

c) włącza automatycznie podprogramy,

d) dostarcza operatorowi ciągłych raportów dotyczących przebiegu wszystkich programów.

Ogólna koncepcja i konstrukcja maszyn rodziny ZAM dorównuje najnowszym rozwiązaniom zagranicznym, natomiast szybkość działania części centralnych ustępuje dość znacznie analogicznym rozwiązaniom zagranicznym.

*Maszyny cyfrowe* ODRA produkowane są przez Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO, będące jedynym w Polsce i jednym z nielicznych w krajach demokracji ludowej producentów elektronicznych maszyn cyfrowych na skalę przemysłową<sup>20</sup>.

Pierwszą maszyną cyfrową wyprodukowaną przez ELWRO w 1960 r. była ODRA 1001, skonstruowana w oparciu o logikę maszyny cyfrowej S 1 konstrukcji Zakładu Aparatów Matematycznych PAN (obecnie Instytut Maszyn Matematycznych). W 1961 r. została wyprodukowana tranzystorowo-lampowa maszyna cyfrowa ODRA 1002 konstrukcji ELWRO. Następnymi maszynami cyfrowymi produkowanymi w większych seriach przez ELWRO były ODRA 1003 i ulepszona jej wersja ODRA 1013.

Obie te maszyny zaliczamy do drugiej generacji polskich maszyn matematycznych. Są to małe, uniwersalne, tranzystorowe maszyny cyfrowe, wygodne w obsłudze, stosunkowo tanie, przeznaczone głównie do obliczeń naukowo-technicznych. Mogą również rozwiązywać pewne

<sup>20</sup> Patrz [8].

problemy ekonomiczne i administracyjne w oparciu o technikę taśmy perforowanej.

Maszyn ODRA 1003 i ODRA 1013 wyprodukowano w ELWRO kilkadziesiąt, z czego część wyeksportowano do krajów socjalistycznych: Czechosłowacji, Związku Radzieckiego, NRD, Węgier i Rumunii (patrz tablica 3.6).

Tablica 3.6

*Użytkowanie maszyn cyfrowych ODRA*

Typ EMC Użytkownik	ODRA 1003	ODRA 1013	ODRA 1103	ODRA 1204
	w szt.			
Polska	37	31	37	9
CSRS	5	18	7	4
ZSRR	2	14	—	5
NRD	1	10	—	8
Węgry	—	6	—	—
Rumunia	—	1	1	—
Nieznany	—	4	—	2
Razem	45	84	45	28

Źródło: *I Krajowa Konferencja Użytkowników EMC ODRA*, Polski Komitet Automatycznego Przetwarzania Informacji.

Równoległe z EMC ODRA 1013 ELWRO rozpoczęło produkcję elektronicznego kalkulatora ODRA 1103, przeznaczonego do współpracy z maszynami analitycznymi (np. z reproducerem i tabulatorem). Zastosowanie kalkulatora w połączeniu z maszynami licząco-analitycznymi umożliwia usprawnienie i znaczne przyspieszenie wykonywanych prac.

Kalkulator ODRA 1103 jest dziesiątkową, szeregowo-równoległą, jednoadresową maszyną cyfrową, wyposażoną w pamięć ferrytową i pamięć bębnową. Kalkulator ODRA 1103 składa się z:

- jednostki centralnej,
- zewnętrznej pamięci bębnowej, o pojemności 32 768 słów 16-bitowych,
- urządzeń wejścia-wyjścia,
- pulpitu operatora.

Jednostka centralna składa się z:

- arytmometru,



— pamięci operacyjnej ferrytowej o pojemności 1024 słów 16-bitowych,

— bloku sterowania,

— układu wejścia-wyjścia (na wejściu przewidziany jest czytnik taśmy, czytający z szybkością 300 wierszy/s, na wyjściu dziurkarka taśmy, perforująca z szybkością 150 znaków/s).

ODRA 1103 wyposażona jest w podstawowy język programowania PAS (podstawowy alfanumeryczny system programowania). Programy obliczeniowe dotyczą zagadnienia transportowego, metody PERT, obrotu materiałowego oraz sporządzania list płac pracowników umysłowych i fizycznych.

Trzecim modelem maszyn produkowanych w ELWRO jest maszyna cyfrowa ODRA 1204, której produkcję seryjną rozpoczęto w 1968 r. Przeznaczona jest głównie do obliczeń naukowo-technicznych, jak również do sterowania procesami produkcyjnymi w czasie rzeczywistym. Pamięć operacyjna maszyny jest pamięcią ferrytową, o pojemności 16 384 słów 24-bitowych. Czas wykonywania typowych operacji w maszynie cyfrowej ODRA 1204 wynosi:

— dodawanie i odejmowanie w stałym przecinku — 16  $\mu$ s,

— dodawanie i odejmowanie w zmiennym przecinku — 145  $\mu$ s,

— dzielenie w stałym przecinku — 190  $\mu$ s,

— dzielenie w zmiennym przecinku — 1050  $\mu$ s.

ODRA 1204 jest pierwszą w Polsce maszyną mikrooperacyjną, dzięki czemu część centralna maszyny jest mała, mimo że lista rozkazów maszyny jest rozbudowana.

Maszyna ODRA 1204 wyposażona jest w następujące urządzenia wejścia-wyjścia:

— monitor drukujący z szybkością 10 zn/s,

— czytnik taśmy papierowej, o szybkości czytania 1000–1500 zn/s,

— perforator taśmy papierowej, o szybkości perforowania 150 zn/s.

W maszynie ODRA 1204 stosowane są następujące systemy programowania (software):

— system operacyjny SOW (system operacyjno-wykonawczy), sterujący wykonaniem programu,

— język maszynowy JAS (język adresów symbolicznych),

— programowanie automatyczne MOST 2, stanowiące ulepszoną wersję autokodu MOST 1, używanego w maszynach ODRA 1003 oraz ODRA 1013,

— język algorytmiczny ALGOL.

Biblioteka programów obejmuje:

- funkcje elementarne,
- algebrę liniową,
- analizę matematyczną,
- statystykę,
- programowanie liniowe,
- badania operacyjne.

W ELWRO przystąpiono do przygotowania produkcji serii maszyn cyfrowych ODRA 1300, przeznaczonych do przetwarzania danych<sup>21</sup>. Pierwszą maszyną cyfrową tej serii jest ODRA 1304. Koncepcje rozwojowe przewidują opracowanie i produkcję maszyn cyfrowych serii ODRA 1300 w różnych konfiguracjach.

ODRA 1304 jest maszyną o średnich parametrach tej serii. Pamięć operacyjna maszyny jest pamięcią ferrytową, o pojemności 16 384 lub 32 768 słów 24-bitowych. Pamięć zewnętrzną stanowią obecnie taśmy magnetyczne, a w przyszłości także dyski wymienne o pojemności 4 mln znaków. ODRA 1304 jest maszyną wieloprogramową (wykonuje 4 programy — każdy z 3 subprogramami).

Czas wykonywania typowych operacji w maszynie cyfrowej ODRA 1304 wynosi:

- dodawanie i odejmowanie w stałym przecinku — 26  $\mu$ s,
- dodawanie i odejmowanie w zmiennym przecinku — 160  $\mu$ s,
- dzielenie w stałym przecinku — 200  $\mu$ s,
- dzielenie w zmiennym przecinku — 1100  $\mu$ s.

Maszyna cyfrowa ODRA 1304 może być wyposażona w urządzenia zewnętrzne podłączone do 30 kanałów.

Urządzenia wejścia stanowią:

- czytnik kart o szybkości czytania 400–600 kart/min.,
- czytnik taśmy papierowej o szybkości czytania 1000–1500 znaków/s.

Urządzenia wyjścia stanowią:

- drukarka wierszowa o szybkości drukowania 1350 wierszy/min.,
- perforator taśmy o szybkości perforowania 150 znaków/s,
- monitor o wydajności 10 znaków/s.

Software maszyny cyfrowej ODRA 1304 przedstawia się następująco:

1. System operacyjny EXECUTIVE, program zarządzający pracą

<sup>21</sup> Patrz [8].



systemu, dostosowany do określonej konfiguracji użytkowej pozwalający na:

- kontrolę przebiegów przesyłania danych,
- organizowanie komunikacji z operatorem przez monitor,
- organizowanie wieloprogramowości,
- przydzielanie urządzeń do programów.

2. System operacyjny GEORGE 1, 2 i 3 oraz MOP. Systemy te w pełni automatyzują czynności operatorskie, zwiększają istotnie przepustowość systemu oraz umożliwiają jednoczesny dostęp dużej liczby użytkowników. Systemy operacyjne GEORGE i MOP stanowią rozszerzenie systemu EXECUTIVE.

3. Podstawowy język systemu PLAN.

4. Języki algorytmiczne i autokody: COBOL, FORTRAN, ALGOL i NICOL.

Ponadto ODRA 1304 wyposażona jest w kilkaset programów dla różnych zastosowań ekonomicznych i naukowo-technicznych, a między innymi:

- PERT, dla analizy sieci czynności,
- SCAN, dla kontroli zapasów magazynowych,
- PROMPT, dla kierowania i kontroli produkcji,
- MATRIX SCHEMA, systemy programów algebry macierzowej.

Maszyny cyfrowe serii ODRA 1300 akceptują także software maszyn cyfrowych ICL 1900. Istnieje pełna wymiennność oprogramowania między tymi maszynami, tak więc w maszynach serii ODRA 1300 można korzystać z biblioteki programów standardowych maszyn ICL 1900.

Każdą jednostkę centralną EMC ODRA 1304 w zależności od konfiguracji można wyposażyć w dowolny, z podanego niżej zestawu urządzeń zewnętrznych, moduł wprowadzania i wyprowadzania, bądź pamięci zewnętrznej:

1. Urządzenia wejścia-wyjścia:

- a) czytnik kart, o szybkości czytania 400 lub 900 kart/min.,
- b) czytnik taśmy, o szybkości czytania 1000 lub 1500 znaków/s,
- c) drukarka wierszowa, o szybkości drukowania 600 lub 1350 wierszy/min.,
- d) dziurkarka kart, o szybkości dziurkowania 100 kart/min.,
- e) dziurkarka taśmy, o szybkości perforowania 150 znaków/s,
- f) monitor, o szybkości drukowania 10 znaków/s.

2. Moduły pamięci zewnętrznych:

- a) taśma magnetyczna,
- b) bęben magnetyczny,
- c) dyski magnetyczne.

Parametry najnowszych maszyn cyfrowych typu ODRA przedstawione zostały w tablicy 3.7.

Tablica 3.7

*Parametry maszyn cyfrowych typu ODRA*

Parametry	Typ maszyny	
	1204	1304
Długość słowa w bitach	24	24
Pojemność pamięci operacyjnej w bitach	8 192	8 192
Czas wykonywania operacji w $\mu$ s (dodawañ)		
stały przecinek	16	26
zmienny przecinek	145	160
Liczba wykonywanych programów w wieloprogramowości	—	do 4
Języki maszynowe	JAS	PLAN
Języki algorytmiczne i autokody	MOST 2 ALGOL	COBOL FORTRAN ALGOL NICOL

### 3.4.3. Aktualne tendencje i prognozy rozwojowe elektronicznych maszyn cyfrowych

Prowadzone na całym świecie intensywne prace nad udoskonaleniem maszyn cyfrowych zmierzają, i w najbliższej przyszłości zmierzać będą, w następujących kierunkach:

- zwiększenia szybkości,
- zwiększenia pojemności pamięci,
- miniaturyzacji wszystkich podzespołów, a tym samym zmniejszenia gabarytów maszyn,
- zwiększenia wydajności i niezawodności urządzeń wejścia-wyjścia,
- rozwoju systemów programowania,
- zwiększenia niezawodności pracy maszyn nawet w niekorzystnych warunkach,
- obniżenia kosztów produkcji i eksploatacji maszyn.



Charakterystyczną cechą procesu rozwoju techniki przetwarzania informacji jest nierównomierny rozwój poszczególnych dyscyplin technicznych w porównaniu z teoretycznymi. Dotyczy to przede wszystkim znacznie szybszego postępu w zakresie konstrukcji EMC niż konstrukcji systemów programowania.

Współczesne środki techniczne w postaci obwodów scalonych nie stawiają już w klasie maszyn powszechnego użytku żadnych istotnych ograniczeń odnośnie szybkości liczenia. W najbliższym okresie obwody scalone i cienkie warstwy magnetyczne powinny spowodować zanik bariery pojemności informacyjnej pamięci. Ponadto przewiduje się przy stosowaniu tych środków technicznych wzrost wskaźników niezawodności rzędu 0,0005–0,0001% uszkodzeń na 1000 godzin pracy maszyny.

Rozwój obserwowany w grupie *urządzeń pamięci* jest bardzo nierównomierny. Najszybszy rozwój obserwuje się w zakresie magnetycznych pamięci operacyjnych. W dziedzinie dużych pamięci pomocniczych główny problem stanowi ich niezawodność, która wykazuje obecnie poważną dysproporcję w stosunku do niezawodności części centralnej. Najmniejszą niezawodność posiada pamięć taśmowa i dlatego zauważa się wyraźną tendencję zastępowania jej pamięciami bębnowymi i dyskowymi.

Zagadnienie dużych pamięci stanie się szczególnie ważne w przyszłości, gdy dynamicznie rozwijające się EMC będą wymagały przechowywania coraz większej ilości danych, tak dużej, że potrzeby te w żadnym przypadku nie będą mogły być zaspokojone nawet przez ulepszone pamięci ferrytowe.

Znacznie mniejsze tempo rozwoju w stosunku do omówionych wyżej elementów wykazują *urządzenia wejścia-wyjścia*. Ponieważ urządzenia te najsilniej ograniczają sprawność maszyn, konieczna jest poważna koncentracja wysiłków konstruktorów zmierzająca do:

— zwiększenia wydajności i niezawodności obecnie istniejących typów urządzeń wejścia-wyjścia,

— opracowania nowych typów urządzeń wejścia-wyjścia,

— stosowania takich systemów przetwarzania danych, które minimalizowałyby potrzebę używania konwencjonalnych urządzeń wejścia-wyjścia.

W dziedzinie konwencjonalnych urządzeń wejścia-wyjścia na karty i taśmy dziurkowane oraz drukarki wierszowe nie przewiduje się dalszych ulepszeń. Ich charakterystyki mogą ulec zaledwie dwukrotnej poprawie w stosunku do obecnych.

Aktualne tendencje rozwojowe, zmierzające do zmniejszenia dystansu między maszyną a bezpośrednim użytkownikiem, spowodują wyeliminowanie pośrednich nośników informacji w postaci taśm lub kart perforowanych. Podstawowe znaczenie będzie miało wprowadzenie do eksploatacji wszelkiego typu urządzeń czytających, rozpoznających pisane lub drukowane znaki alfanumeryczne. Urządzenia takie pozwolą na znacznie łatwiejsze posługiwanie się materiałem informacyjnym, zawartym w tradycyjnych dokumentach.

Szybki kontakt człowieka z maszyną będzie niewątpliwie preferował w najbliższej przyszłości urządzenia elektroniczne z wyjściem obrazowym na lampach kineskopowych i wejściem w postaci pióra świetlnego.

Wejście na lampach kineskopowych, początkowo stosowane głównie w urządzeniach wojskowych, obecnie zaczyna być stosowane coraz szerzej, prowadząc do wielkiego odciążenia tradycyjnych urządzeń wejścia-wyjścia. Wyjście realizowane za pomocą lamp kineskopowych ma nie tylko wielkie znaczenie jako najbardziej naturalny środek wydawania z maszyny wyników nienumerycznych (schematy, wykresy, diagramy itd.), ale również w zakresie informacji numerycznej. Ponadto otrzymane wyniki mogą być nie tylko oglądane, ale także zapisane na taśmie filmowej celem późniejszego wykorzystania. Dalszym krokiem będzie wzbogacenie wejścia maszyny w urządzenia rozpoznające polecenia wydawane przez operatora ustnie. Na razie nie przewiduje się ich wcześniejszego wprowadzenia do użytku niż za 10 lat.

Powszechnie przewiduje się, że nadchodzące dziesięciolecie przyniesie wielki rozwój przede wszystkim w zakresie systemów programowania. Wprowadzenie uniwersalnych języków algorytmicznych coraz bardziej zmniejsza dystans dzielący użytkownika od maszyny. Językami najszerszej stosowanymi obecnie są języki uniwersalne: FORTRAN, ALGOL i PL/1, a w Polsce SAKO, MOST, PLAN, MAT, WAT i języki problemowe: COBOL — dla zastosowań administracyjno-handlowych, STRESS — dla obliczeń wytrzymałościowych, NET i ECAP — dla projektowania układów elektronicznych itp. (patrz paragrafy 3.4.1 i 3.4.2).

Proces zbliżania użytkownika do EMC rozwija się intensywnie poprzez opracowania coraz to nowych języków problemowych, dostosowania formy wymiany informacji między człowiekiem i maszyną do normalnych nawyków specjalisty. Zakończenie tego procesu to zupełne wyeliminowanie pośrednictwa programisty, tzn. samodzielne roz-



wiązanie przez użytkownika jego własnego problemu w jego własnym języku.

Do najnowszych przykładów takich języków należy opracowany w 1965 r. język systemu AMTRAN, zbliżony do powszechnie używanej w matematyce notacji.

Ponadto proces zbliżenia użytkowników do maszyny cyfrowej odbywa się obecnie poprzez rozwój systemów przetwarzania informacji. Cechą charakterystyczną współczesnych systemów przetwarzania informacji jest *wielodostępność*.

Wielodostępność polega na bezpośrednim wykorzystywaniu maszyny cyfrowej przez wielu użytkowników jednocześnie lub prawie jednocześnie. Oczywiście istnieje pełne zabezpieczenie poufności informacji przechowywanych w pamięci maszyny i problemów rozwiązywanych przez poszczególnych użytkowników. Każdy z użytkowników wyposażony jest w urządzenie wejścia-wyjścia, za pomocą których komunikuje się z maszyną cyfrową. Proces przesyłania informacji odbywa się drogą teletransmisji poprzez wyspecjalizowaną maszynę cyfrową, spełniającą rolę centrali telekomunikacyjnej.

Zaletą wielodostępności jest umożliwienie jednoczesnego korzystania z EMC wielu użytkownikom, a tym samym bardziej ekonomiczne wykorzystanie mocy obliczeniowej i pamięci informacyjnych.

Systemy wielodostępne rozpowszechniały się w Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Japonii i innych krajach. Pełniejszą informację o przedstawionym systemie znajdzie czytelnik w pracy [8]. Jednym z nowoczesnych systemów przetwarzania informacji jest tzw. *system satelitarny*. Maszyna cyfrowa bowiem, spełniająca rolę maszyny centralnej, a jednocześnie dyspozytora, połączona jest z wieloma maszynami tzw. satelitami. Maszyny satelitarne wykonują najbardziej czasochłonne części procesów obliczeniowych, zlecane im przez maszynę centralną.

Poruszone tu zagadnienia dotyczą maszyn cyfrowych powszechnego użytku lat siedemdziesiątych. A jak na tym tle przedstawiają się kierunki rozwoju EMC w Polsce?

Przewiduje się, że polskie maszyny cyfrowe lat siedemdziesiątych będą budowane w oparciu o układy scalone, zapewniające niezawodność i konkurencyjność maszyn na rynku światowym. Realnie przedstawia się także sprawa przejścia w latach siedemdziesiątych na produkcję seryjną pamięci ferrytowych, które stanowią i w dalszym ciągu stanowić będą ważne ogniwo maszyn powszechnego użytku.

W dziedzinie urządzeń wejścia-wyjścia w Polsce na licencji produkuje się drukarki wierszowe, czytniki taśm i perforatory. Duże szanse rozwoju stwarza natomiast możliwość zainstalowania jako urządzeń wejścia-wyjścia lamp kineskopowych na bazie istniejących tradycji przemysłu elektronicznego<sup>22</sup>.

Na zakończenie nakreślmy wizję produkcji i użytkowania maszyn cyfrowych do lat 1975–1980, przedstawioną przez producentów amerykańskich.

W latach osiemdziesiątych maszyny cyfrowe przystosowane do dokonywania takich operacji jak obecnie będą tysiącrotnie mniejsze, przy czym szybkość ich pracy wzrośnie do miliarda operacji na sekundę, a koszt każdej operacji zmniejszy się dwięście razy. W większości przypadków użytkownik maszyny cyfrowej będzie posiadał w biurze bądź w domu niewielką szafkę, połączoną bezpośrednio, niezależnie od odległości, z wielkimi maszynami cyfrowymi, w których zmagazynowane będą wszelkie niemal niezbędne elementy wiedzy.

W Stanach Zjednoczonych rozpocznie się wkrótce produkcję olbrzymiej maszyny cyfrowej, która zdolna będzie do zapamiętania  $10^{12}$  (tysiąc miliardów) znaków.

Przypuszcza się, że do 1980 r. niewielka liczba maszyn cyfrowych będzie mogła zastąpić całą dokumentację pisaną, istniejącą na świecie, przy czym maszyny te będą mogły przekazywać informacje w odpowiedzi na zadawane pytania w tempie normalnej rozmowy dwustronnej.

Ponadto pracuje się obecnie nad opanowaniem metody, dzięki której wielkie maszyny matematyczne, pracujące z szybkością do miliarda operacji na sekundę, będą mogły udzielać odpowiedzi prawie jednocześnie na kilkadziesiąt lub kilkaset pytań. Oczywiście użytkownik będzie się zwracał do maszyny ustnie i w takiej formie otrzyma odpowiedź.

O realności tej wizji świadczy fakt, że system tego rodzaju istnieje już na giełdzie nowojorskiej. Można zwracać się telefonicznie do maszyny z pytaniem dotyczącym kursów akcji, a odpowiedź uzyskuje się po kilku sekundach.

Kilka instytucji amerykańskich posiada także maszyny, w których zmagazynowany jest materiał naukowy i techniczny w specjalnie interesujących ich dziedzinach. Do takich instytucji należą: Komisja Energii

---

<sup>22</sup> Patrz [7].



Atomowej NASA, Narodowa Biblioteka Medyczna, Departament Obrony i Departament Handlu.

Istnieje także plan opracowania programu budowy maszyn matematycznych w celu zmagazynowania wszystkich materiałów naukowych i technicznych, tak aby wszystkie wyższe uczelnie i wielkie przedsiębiorstwa na terenie USA mogły korzystać z informacji zgromadzonych w maszynie.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Białek J.: *ZAM 41 przetwarza*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 9.
- [2] Bielecki J.: *System IBM-360*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 6.
- [3] Burger E., Leonhardt W.: *Technika taśmy dziurkowanej*, Warszawa 1964.
- [4] Dańda J.: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 3.
- [5] Dańda J.: *Pióra świetlne i strumieniowe*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 9.
- [6] Dańda J.: *Kongres EFIP 68*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 5.
- [7] Dańda J., Fiett J.: *Maszyna bliżej człowieka*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 4, 5.
- [8] Dębowy J.: *Maszyny cyfrowe produkcji ELWRO* (maszynopis powielony).
- [9] Greniewski H.: *Cybernetyka z lotu ptaka*, Warszawa 1963.
- [10] Kitow A., Krynicki N.: *Elektroniczne maszyny cyfrowe oraz programowanie*, Warszawa 1963.
- [11] Klepacz W.: *Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania*, Warszawa 1965.
- [12] Łukaszewicz L.: *Rodzina maszyn matematycznych ZAM*, „Maszyny Matematyczne” 1966, nr 2.
- [13] O’Neal L. R.: *Elektroniczne systemy przetwarzania danych*, Warszawa 1969.
- [14] Senkowski A.: *Problemy eksploatacyjne maszyn cyfrowych trzeciej generacji w USA*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 1.
- [15] Siegel P.: *Elektroniczne maszyny cyfrowe*, Warszawa 1966.
- [16] *Symposium na temat transmisji danych. Referaty i koreferaty*, Polski Komitet Automatematycznego Przetwarzania Informacji i Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa, październik 1969.
- [17] Szaniawska M.: *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwach*, Warszawa 1967.
- [18] Targowski A.: *Zastosowanie systemów transmisji danych*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 4.
- [19] Targowski A.: *Czesko-francuskie komputery III generacji*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 10.
- [20] Turski W.: *Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych*, Warszawa 1968.
- [21] Turski W.: *Uwagi na marginesie statystyki i instalacji maszyn cyfrowych w USA*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 9.

- [22] Walczak T.: *Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących*, Warszawa 1964.
- [23] *Wytyczne w sprawie organizacji eksperymentalnych łączów transmisji danych*,  
Biuro PRETO.
- [24] *Zastosowanie metod matematycznych w gospodarce*, w *Materiały Kursu Telewizyjnego*, Warszawa 1967.



## 4. PROCESY AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA INFORMACJI

### 4.1. POJĘCIA PODSTAWOWE

Pod pojęciem informacji rozumie się bodziec zewnętrzny oddziałujący na układ względnie odosobniony. Jeżeli spośród wszystkich możliwych bodźców wyodrębnimy te, które przedstawione są za pomocą liter lub ich zbiorów — słów oraz cyfr i ich zbiorów — liczb, to będziemy mieli do czynienia z grupą informacji, która głównie oddziałuje na człowieka w procesie jego pracy umysłowej.

Obok informacji przedstawionych za pomocą liczb lub wyrazów można wymienić bodziec polegający np. na zapaleniu się czerwonego światła sygnalizującego, któremu to sygnałowi towarzyszy przyporządkowany zbiór pojęć.

Teoria informacji stworzyła podstawową jednostkę informacji, którą jest *bit*, czyli taką jednostkę informacyjną, która może przyjmować tylko jeden z dwóch, alternatywnie wyróżniających się stanów:

tak lub nie,  
1 lub 0,  
+ lub — itp.

W oparciu o zasady arytmetyki binarnej istnieje możliwość przedstawienia dowolnej liczby dziesiętnej jako ciągu cyfr binarnych, czyli jako ciągu cyfr „1” i „0”.

Przykłady takich przekształceń przedstawiono w tablicy 4.1.

Podobnie za pomocą odpowiedniego „zero-jedynkowego” kodowania liter (znaków pisarskich w ogóle) możemy ciągiem „zer” i „jedynek” zapisać dowolny wyraz.

Opierając się na powyższych zasadach możemy zdefiniować następne pojęcia.

Tablica 4.1

## Przekształcenie liczb dziesiętnych na binarne

Liczba		Przekształcenie	Ciąg potęg liczby 2
dziesiętna	binarna		
2	10	$2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	$2 = 2^1$
3	11	$3 = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	$3 = 2^1 + 2^0$
4	100	$4 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	$4 = 2^2$
7	111	$7 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	$7 = 2^2 + 2^1 + 2^0$
18	10010	$18 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	$18 = 2^4 + 2^1$
65	1000001	$65 = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	$65 = 2^6 + 2^0$
515	1000000011	$515 = 1 \times 2^9 + 0 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	$515 = 2^9 + 2^1 + 2^0$
992	1111100000	$992 = 1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	$992 = 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^5$



*Słowo informacyjne* jest to dowolna liczba lub wyraz zapisane binarnie, czyli za pomocą ciągu jednobitowych znaków „0” i „1”.

*Słowo maszynowe* jest to miejsce w układach elektronicznej maszyny cyfrowej, na którym może być zapisane dowolne „słowo informacyjne” z przedziału określonego długością słowa maszynowego. I tak na przykład:

— w EMC ODRA 1003 i ODRA 1013, w których długość słowa maszynowego wynosi 40 bitów, można zapisywać dowolne słowa informacyjne, których wartość liczbową zamyka się w przedziale:

$$2^{-39} \div 2^{39}$$

czyli

od 0,000 000 000 001 818 989 403 546 do 549 755 813 888;

— w EMC ODRA 1304, w której długość słowa maszynowego wynosi 24 bity, można zapisać dowolne słowo informacyjne, którego wartość liczbową zamyka się w przedziale:

$$2^{-23} \div 2^{23}$$

czyli

od 0,000 000 119 209 289 550 781 do 8 388 608;

— w EMC MIŃSK 22, w której długość słowa maszynowego wynosi 37 bitów, można zapisać dowolne słowa informacyjne, których wartość liczbową zamyka się w przedziale:

$$2^{-36} \div 2^{36}$$

czyli

od 0,000 000 000 014 551 915 228 367 do 68 719 476 736;

— w większości maszyn cyfrowych, stosowanych do przetwarzania danych, długość słowa maszynowego wynosi 24 bity, w przypadku gdy programista przewiduje konieczność posługiwania się liczbami wykraczającymi poza przedział

$$2^{-23} \div 2^{23}$$

może tworzyć tzw. „słowa długie”, wykorzystując do tego dwa sąsiednie słowa maszynowe i wtedy może operować liczbami z przedziału:

$$2^{-47} \div 2^{47}.$$

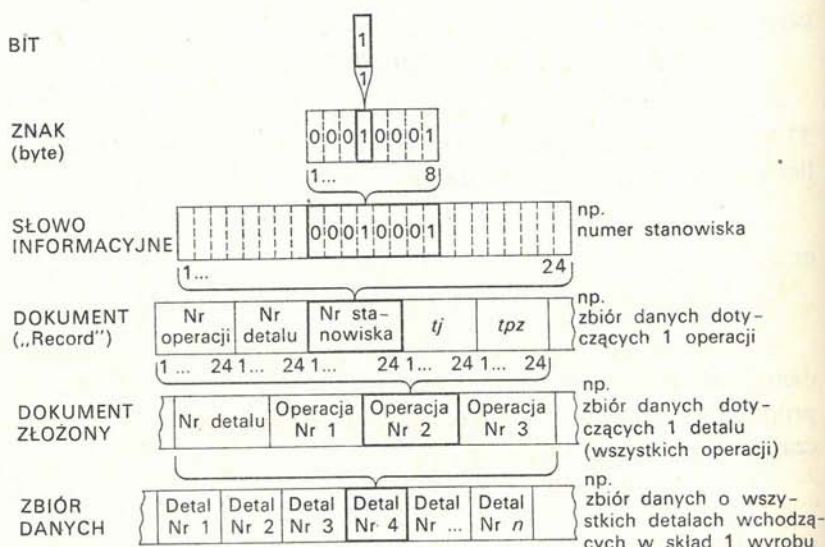
Znak *byte* (czyt. „bajt”) jest to zapisana binarnie informacja jedno-cyfrowa, tj. z przedziału  $0 \div 9$ , lub informacja jednoliterowa. Z pojęciem

znaku mamy do czynienia wówczas, kiedy urządzeniem do przetwarzania informacji jest maszyna znakowa, tj. maszyna, w której nie dokonano podziału na słowa maszynowe, a zarezerwowano dla zapisywania znaków (bytów) komórki ośmiobitowe, pozwalające na zarejestrowanie cyfry i znaku + lub -.

*Klasyfikacja informacji.* Informacje, o których była mowa powyżej, można sklasyfikować, przyjmując jako kryterium stopień ich złożoności. Zagadnienie to przedstawiono na rys. 4.1.

Po określeniu pojęcia informacji możemy przystąpić do określenia pojęcia *przetwarzania informacji*, które rozumiemy jako:

- przyjmowanie informacji,
- archiwowanie (magazynowanie, zapamiętywanie) informacji,
- wykonywanie operacji logicznych,
- wykonywanie operacji arytmetycznych,
- odtwarzanie wielokrotne zmagazynowanych informacji (reprodukcowanie),
- wysyłanie informacji.

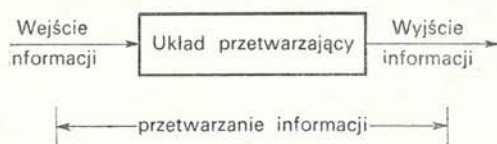


Rys. 4.1. Binarny zapis informacji

Informacje wchodzące do układu będziemy nazywali *danymi*, zaś informacje będące rezultatem procesu przetwarzania informacji nazywać będziemy *wynikami*.



Należy zwrócić uwagę, że możliwe są przypadki, w których wyniki  $n$  cyklu przetwarzania informacji będą stanowiły dane w cyklu  $n+1$ . Ilustruje to rys. 4.3.



Rys. 4.2. Przetwarzanie informacji

Gdy w oparciu o powyższą definicję zanalizujemy pracę kontystki w rachubie materiałowej oraz pracę konstruktora, to stwierdzamy, że u jednego i drugiego z wymienionych procesy pracy polegają na przetwarzaniu informacji, przy czym bez trudu znajdujemy istotne różnice pomiędzy tymi dwoma procesami przetwarzania informacji. Różnica



Rys. 4.3. Cykliczne przetwarzanie informacji

polega na tym, że konstruktor operuje określoną ilością różnorodnych danych, podczas gdy informacje występujące w pracy kontystki, choć jest ich ilościowo znacznie więcej, ograniczają się do stosunkowo wąskiego zestawu powtarzalnych danych. Ponadto proces przetwarzania realizowany przez konstruktora opiera się na złożonych i licznych operacjach logicznych oraz operuje złożoną procedurą matematyczną, podczas gdy operacje arytmetyczne wykonywane przez kontystkę dotyczą wyłącznie dodawania, odejmowania oraz mnożenia liczb całkowitych i ułamków dziesiętnych.

Powyższy przykład pozwala nam stwierdzić, że procesy przetwarzania informacji nie są jednorodne i wykazują zasadnicze różnice.

W literaturze spotykamy klasyfikację procesów przetwarzania informacji, ilustrowaną rys. 4.4.

W dalszych rozważaniach zajmować się będziemy głównie tą grupą procesów przetwarzania informacji, którą nazwaliśmy *przetwarzaniem danych* (masowych).

Obliczenia naukowe i techniczne	Obliczenia matematyczno-ekonomiczne	Przetwarzanie danych (masowych)	Sterowanie procesami produkcyjnymi
Obliczenia numeryczne			

Rys. 4.4. Klasyfikacja procesów przetwarzania

Pojęcie to przyjęło się zarówno w teorii, jak i praktyce przetwarzania informacji i posiada odpowiednie określenia w innych językach.

- obrabotka danych (ros.),
- zpracowanie dat (czeski),
- datenverarbeitung (niem.),
- data processing (ang.).

Jeżeli określenie przetwarzania danych uzupełnimy przymiotnikiem: automatyczne lub elektroniczne, będziemy mieli do czynienia z pojęciem *automatyczne przetwarzanie danych* (APD) lub *elektroniczne przetwarzanie danych* (EPD), oznaczającym realizowanie procesów przetwarzania danych przy zastosowaniu elektronicznej maszyny cyfrowej. W literaturze, a także w praktyce, spotykamy się często z ekwiwalentnym pojęciem „automatyzacja prac administracyjnych”, jednak z uwagi na powszechnie występujące wąskie pojmowanie sprofesjonalizowanego pojęcia „administracja”, tego określenia nie będziemy używali.

Przy operowaniu pojęciem „automatyczne przetwarzanie danych” istotną trudność stanowi brak odpowiednio precyzyjnej definicji pojęcia „przetwarzania danych (masowych)”. Pojęcie automatyzacji przetwarzania wyjaśnione zostanie bliżej w następnym podrozdziale.

W związku z powyższą trudnością w miejsce brakującej definicji podamy podstawowe cechy procesów zaliczanych w praktyce do procesów przetwarzania danych:



— zbiory danych są obszerne, liczne, np.: karty pracy, kwity obrotu materiałowego, zamówienia, faktury, ankiety itp.;

— wszystkie przetwarzane zbiory danych mają jednorodną strukturę wewnętrzną zbioru, tj. w dowodach występują informacje w jednakowym porządku, np. rodzaj dowodu, rodzaj materiału, jednostka miary, cena, ilość, wartość;

— procedura procesu przetwarzania z punktu widzenia matematycznego jest prosta, „trywialna”, np. obliczenie wartości polega na pomnożeniu ilości przez cenę ( $a \times b = c$ ), obliczenie salda polega na dodaniu lub odjęciu od salda dotychczasowego bieżącego obrotu ( $a \pm b = c$ );

— przetwarzanie odbywa się według złożonej procedury logicznej, która obok logiki podstawowego procesu musi przewidzieć procedurę postępowania przy występowaniu licznych odchyleń i przypadków wyjątkowych;

— proces przetwarzania jest cykliczny i przeważnie w przetwarzaniu w cyklu  $n+1$  korzystać należy z danych, które występowały w cyklu  $n$ .

Poprzednio, kiedy wskazywaliśmy na różnicę pomiędzy procesami przetwarzania informacji realizowanymi przez konstruktora i kontystkę, a także powyżej, kiedy mówiliśmy o poszczególnych cechach przetwarzania danych, poruszyliśmy problem różnicy w algorytmach.

*Algorytmem* nazywamy zupełny i wyczerpujący sposób postępowania, czyli procedurę postępowania. Gdyby dla wyraźniejszego zobrazowania omawianego pojęcia porównać wzór matematyczny i algorytm, to należałoby stwierdzić, że zarówno przy operowaniu wzorem, jak i algorytmem, trzeba posiadać umiejętność czytania znaków, za pomocą których i wzory i algorytmy zostały zapisane. Jednakże dla operowania wzorami trzeba ponadto znać cały szereg zasad posługiwania się nimi, chociażby między innymi zasadę dotyczącą kolejności wykonywania działań. Konieczność taka wynika z faktu, że wzór nie jest, w odróżnieniu od algorytmu, zupełnym i wyczerpującym, a tylko umownym przedstawieniem procedury.

*Stopnie techniki zastosowanej w procesach przetwarzania informacji.* W celu wyraźnego wykazania różnicy pomiędzy automatycznym przetwarzaniem informacji, realizowanym przy zastosowaniu elektronicznych maszyn cyfrowych, a wszystkimi dotychczasowymi „tradycyjnymi” systemami realizowanymi przez człowieka uzbrojonego w narzędzia (papier, przyrząd do pisania, liczydła) bądź uzbrojonego w maszyny (maszyna do pisania, arytmometr, sumator, maszyna do fakturowania,

maszyny licząco-analityczne), musimy rozważyć możliwe do stosowania w procesach przetwarzania informacji stopnie techniki, tj.:

- technikę ręczną,
- mechanizację,
- automatyzację.

*Technika ręczna.* Na przestrzeni całej historii walki o opanowanie przyrody człowiek posługuje się techniką. Przez wiele tysięcy lat środkiem technicznym pracy były narzędzia zwiększające siłę i zręczność, lecz w istocie swojej będące „przedłużeniem” ludzkiej ręki. Człowiek posługujący się narzędziem musi spełniać dwie podstawowe funkcje: napędzać narzędzie oraz sterować nim.

*Mechanizacja.* Wynalezienie maszyn uwolniło człowieka od napędzania narzędzi poprzez wykorzystanie innych źródeł energii. Przy posługiwaniu się maszyną człowiek spełnia tylko jedną funkcję — steruje jej pracą.

Zastosowanie maszyn zmieniło podstawowe zasady organizacji procesów wytwarzania, głównie poprzez wprowadzenie coraz bardziej pogłębiających się:

- podziału pracy,
- specjalizacji,
- koncentracji produkcji.

Zewnętrznym wyrazem zmian zachodzących w procesie mechanizacji procesów wytwarzania jest przejście od rzemieślniczej i manufakturowej produkcji do współczesnej seryjnej i masowej produkcji przemysłowej.

*Automatyzacja.* Automatem nazywamy urządzenie, które nie wymaga bieżącego sterowania realizowanego przez człowieka. Automat sterowany jest programem, czyli z góry (uprzednio) ułożonym zbiorem rozkazów, determinującym określone reakcje urządzenia na określone bodźce. Tak jak mechanizacja procesów wytwarzania przyniosła ogromne zwiększenie wydajności pracy, wynikające z zastąpienia siły mięśni ludzkich innymi źródłami energii, tak automatyzacja przynosi dalsze skokowe zwiększenie wydajności pracy poprzez wprowadzenie szybkiego (natychmiastowego) sterowania procesem.

Mechanizacja procesów produkcji przyniosła zmianę podstawowych zasad organizacji tych procesów. Uzyskanie efektów tkwiących w możliwościach automatyzacji wymaga także zasadniczych zmian w organizacji procesów.

„Zrozumieć te zasadnicze zmiany i ich przyczyny, dotrzeć do podstaw możliwości i wymogów automatyzacji, zrozumieć filozofię zautomaty-



zwanego procesu, umieć przystępować do starych problemów nowymi metodami — to właśnie są kluczowe problemy wprowadzania i pełnego wykorzystania automatyzacji<sup>1</sup>.

Jak wspomniano wyżej, efektywne zastosowanie automatów wymaga odpowiedniej organizacji procesów przetwarzania (patrz tablica 4.2 — wklejka po str. 140).

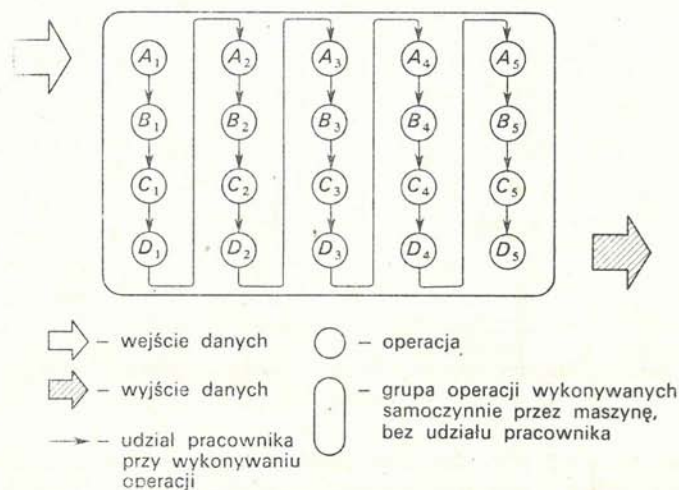
Posłużmy się przykładem, w którym rozwiązywać będziemy ten sam problem za pomocą różnych stopni techniki. Zadanie nasze polega na wykonaniu operacji *A*, *B*, *C*, *D* przy pięciokrotnym zmienieniu się danych, i tak:

*A* — wyszukać z kartoteki potrzebną kartę kontową,

*B* — pomnożyć bieżący obrót ilości przez cenę, czyli obliczyć wartość bieżącego obrotu,

*C* — dokonać zapisu obrotu na kartotece,

*D* — wyliczyć i zapisać na kartotece nowe (aktualne) saldo ilościowo-wartościowe.



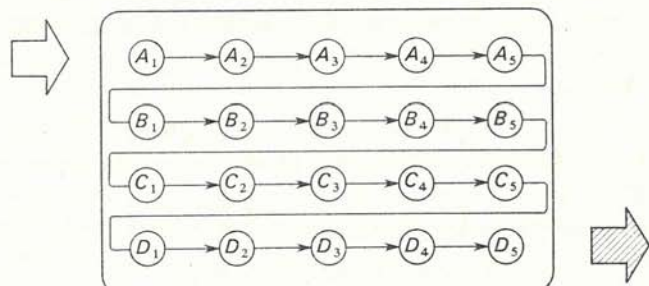
Rys. 4.5. Przebieg przetwarzania ręcznego I

Wyżej wymieniony proces powtarzać będziemy kilkakrotnie, w związku z otrzymaniem kilku ( $1 \div 5$ ) dokumentów obrotu materiałowego.

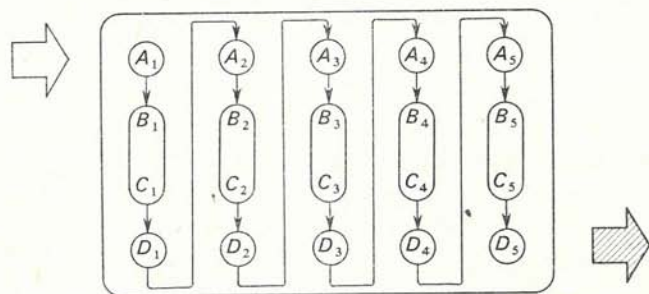
Na pierwszym schemacie zilustrowano, jak przy ręcznym przetwarzaniu (rys. 4.5) oraz przy ewentualnym zastosowaniu środków mechanizacji

<sup>1</sup> Patrz [1].

sterowanych ręcznie (np. arytmometr, sumator) pracownik musi przeprowadzić dla każdego dokumentu wszystkie operacje  $A \div D^2$ . I tak dla dokumentu 1 wyszukuje odpowiednią kartotekę, wylicza wartość, zapisuje na kartotece, wylicza stan ilościowy i wartościowy i wyniki wyliczeń zapisuje na kartotece. Następnie przeprowadza powyższe operacje kolejno dla dokumentów: 2, 3, 4 i 5.



Rys. 4.6. Przebieg przetwarzania ręcznego II



Rys. 4.7. Przebieg przetwarzania przy zastosowaniu maszyn średniej mechanizacji

Drugi, możliwy przy ręcznym przetwarzaniu, postęp pracy polega na tym, że najpierw przeprowadzamy wszystkie operacje  $A$ , więc  $A_1 \div A_5$ ,  $B_1 \div B_5$  i tak dalej aż do  $D_1 \div D_5$  (rys. 4.6).

Trzeci schemat przedstawia proces typowy przy zastosowaniu środków mechanizacyjnych, takich jak np. maszyna do księgowania. Postęp pracy polega na ręcznym wyszukaniu odpowiednich kartotek, wykonaniu operacji  $B$  i  $C$  za pomocą maszyny, operacji  $D$  — ręcznie, i tak kolejno na dokumentach od 1 do 5 (rys. 4.7).

<sup>2</sup> Rysunki 4.5–4.9 — patrz [4].



Lp.	Uzbrojenie	Podstawowe właściwości	Ludzkie cechy zastępowane przez środek techniczny	Czasokres stosowania	Przykłady	Przykłady z zakresu środków orgatechnicznych i liczących	Czas przygotowania do eksploatacji	Stopień techniki
1	Narzędzie	wzmacnia siłę i zręczność człowieka		setki tysięcy lat	łopata, siekiera, pilnik	liczydła, pióro, suwak logarytmiczny	moment	TECHNIKA RĘCZNA
2	Maszyna	zastępuje fizyczną siłę i zręczność człowieka	siła fizyczna i zręczność	setki lat	krosno mechaniczne, maszyna do szycia, tokarka	maszyna do pisania, arytmometr	godziny	MECHANIZACJA
3	Maszyna wykonująca samoczynnie grupę operacji	wykonuje samoczynnie grupę operacji po impulsie sterującym ze strony człowieka		sto lat	tokarka kopiująca	automat kalkulacyjny (czterodziałaniowy), maszyna do księgowania	dni, tygodnie	WIELKA MECHANIZACJA (PÓŁAUTOMATYZACJA)
4	Maszyna powtarzająca samoczynnie grupę operacji	powtarza samoczynnie grupę tych samych operacji bez udziału człowieka	sposstrzegawczość (szybkość reakcji)	dziesiątki lat	zegar, obrabiarka sterowana programem, zautomatyzowana linia produkcyjna (bez regulatora sprzężenia zwrotnego)	maszyna do pisania, dalekopis sterowany taśmą perforowaną, sorter kart perforowanych, tabulator	miesiące	
5	Automat ze sprzężeniem zwrotnym	śledzi własną pracę, mierzy i analizuje wynik pracy i koryguje swoje czynności	sposstrzegawczość, umiejętność	dziesiątki lat	obrabiarka z automatycznym regulatorem opartym o działanie sprzężenia zwrotnego	kalkulator w zestawie maszyn licząco-analitycznych, specjalizowana EMC	lata	AUTOMATYZACJA
6	Automat sterowany złożonym programem	mierzy wartości dużej ilości czynników i ustala optymalny tok własnej pracy w oparciu o założone kryteria celu	wiedza	lata	automatycznie sterowany blok energetyczny (kocioł, turbina, generator) zautomatyzowane procesy produkcyjno-aparaturowe	EMC (elektroniczna maszyna cyfrowa)	lata	
7	Automat samoczynnie się programujący	układa z podprogramów program roboczy na podstawie programu głównego		ostatnie lata	automatyczne centrale telefoniczne międzymiastowe	EMC, na której rozwiązuje się zadania z zastosowaniem metod Monte Carlo	lata	
8	Automat zdolny do indukcji	zdolny do rozróżniania przyczyn od skutków, zdolny do wyznaczania trendów	wnioskowanie	aktualnie próby	zastosowanie teorii gier, mistrzowska gra w szachy, układanie prognoz			
9	Automat zdolny do wykonywania oryginalnych prac	zdolny do wykonania zadania określonego ramowym programem	twórczość	próby	konstrukcja nowych wyrobów, komponowanie muzyki, układanie prozy, poezji			

<sup>a</sup> patrz [1].

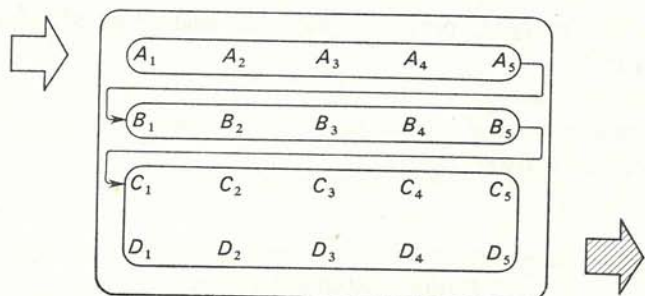


Etapy prac przygotowawczych do zastosowania maszyny cyfrowej

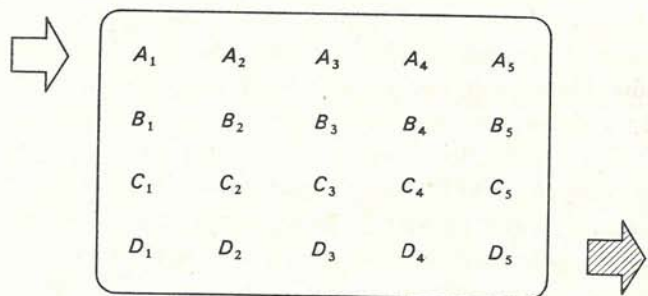
Etapy	Analizowanie problemu			Projektowanie			Programowanie		
	Analiza problemu	Analiza organizacyjna	Analiza danych wejścia-wyjścia (WE/WY)	Projektowanie dokumentów i maszynowych nośników informacji	Ogólny schemat przetwarzania	Schematy poszczególnych przebiegów	Schemat blokowy programu	Programowanie	Uruchamianie programu
Cel	określić cel i funkcję systemu; określić dane pierwotne; określić bilans informacji	opracować przegląd podstawowych parametrów istniejącej organizacji; ocenić jej efektywność; określić podstawowe kierunki zmian w organizacji	przedstawić graficznie główne zbiory danych WE/WY i ich przebieg w warunkach nowej organizacji	zaprojektować: — kody — dokumenty — karty, taśmy — wydruki	określić zasady systemu, definiować funkcje każdego przebiegu	przedstawić strukturę logiczną każdego przebiegu; definiować wejścia-wyjścia każdego przebiegu; projektować zapisy w pamięci — „recordy”	przedstawić szczegółową strukturę logiczną rozwiązywania zadania	napisać program w autokodzie lub w kodzie maszyny	usunąć błędy w programie; wykonać próbne przetwarzanie; napisać instrukcję eksploatacji programu
Zasady metodyczne	jako punkt wyjścia przyjąć dotychczasowy system; postępować od informacji pierwotnych do wtórnych; wybierać agendy podstawowe, preferować te agendy, których nie można rozwiązać tradycyjnymi metodami	odciąć się od dotychczasowych metod; sprecyzować podstawy nowej koncepcji odpowiadającej warunkom automatyzacji i wykorzystującej jej możliwości	w analizie sprecyzować system odpowiadający nowej koncepcji i przyszłym warunkom	na podstawie krytycznej analizy zaprojektować dowody z uwzględnieniem: — linii wzroku, — ograniczeń technicznych urządzeń; dążyć do wyeliminowania dowodów pośrednich, ustalić sposób emitowania i perforowania	mieć na względzie parametry konkretnej EMC; organizować proces preferując szybkie moduły EMC, a ograniczając udział wolnych modułów	dokładnie definiować grupy operacji	rozpracowywać schematy poszczególnych przebiegów do pojedynczych kroków (można to przeprowadzić w kilku kolejnych procesach uszczegółowienia)	postępować według reguł danego języka	sprawdzić logikę programu w oparciu o wiarygodne dane
Forma	tekst uzupełniony zestawieniami liczbowymi, tabelami oraz wykres powiązań informacji	tekst, zestawienia, wykresy	tabele, wykresy, schematy blokowe o różnych stopniach szczegółowości	— schematy kodów — makiety kart — makiety taśm — makiety wydruków	wykres ideowy systemu, schemat logiczny systemu	blokowy schemat: 1 blok = grupa operacji	schemat blokowy: 1 blok = 1 instrukcja lub mała grupa operacji	spis instrukcji lub rozkazów	opis eksploatacji programu
Określenie efektywności ekonomicznej	zestawienie podstawowych wielkości dotychczasowego i projektowanego systemu	sprecyzować dane wynikowe o ekonomicznej efektywności dotychczasowego systemu; ocenić efektywność nowego systemu	wyliczyć wpływ zbiorów danych i ich wielkości na ekonomiczną efektywność systemu	obliczyć pracochłonność emitowania i perforowania, porównać z dotychczasową, ustalić efekty wynikające z likwidacji dowodów pośrednich	określić czas realizacji poszczególnych przebiegów, określić pracochłonność całego systemu	sprawdzić pracochłonność systemu	sprawdzić czas działania każdego przebiegu	—	zmierzyć rzeczywisty czas pracy programu, ustalić wzór dla obliczania czasu przy różnej liczbie zmiennych
Sprzężenia zwrotne	—	według wyników analizy modyfikować podstawowe cele automatyzacji	w wyniku analizy ewentualnie zmienić koncepcję całego systemu	—	poddać krytyce całą koncepcję systemu z punktu widzenia techniki i ekonomiki przetwarzania	zweryfikować realność ogólnego schematu i ewentualnie zmienić strukturę systemu	w miarę potrzeby wprowadzić zmiany do poprzednich etapów	w miarę potrzeby wprowadzać zmiany do schematu blokowego programu	poprawić program i schemat blokowy programu
Pomoce metodyczne i techniczne	—	—	modele organizacyjne	formularze, karty, taśmy	formularze: — projekt ideowy — schemat logiczny	formularze: — schemat logiczny — zapis danych stałych — zapis — „record”	szablon	formularz	zbiór wiarygodnych danych, raport z translacji



Przy zastosowaniu maszyn licząco-analitycznych proces przetwarzania jest zasadniczo różny od uprzednio przedstawionych. Podstawowe różnice polegają na tym, że przetwarzane są nie pojedyncze dokumenty, a partie (zbiory) dokumentów oraz na tym, że poszczególne operacje wykonywane są na specjalizowanych maszynach. W omawianym przypadku operacja *A* polega na wyszukaniu odpowiednich kartotek za pomocą sortera, operacja *B*, polegająca na wyliczeniu wartości poszczególnych obrotów, wykonywana jest na kalkulatorze, natomiast operacje *C* i *D*, polegające na zapisywaniu obrotu, wyliczeniu nowych stanów i zapisywaniu ich, wykonywane są na tabulatorze. Funkcja sterowania przez człowieka występuje tylko raz dla każdej partii operacji, wykonywanych na jednym urządzeniu (rys. 4.8).



Rys. 4.8. Przebieg przetwarzania przy zastosowaniu maszyn licząco-analitycznych



Rys. 4.9

Zastosowanie EMC całkowicie automatyzuje proces przetwarzania. Czynności człowieka ograniczone zostają do wprowadzenia (lub wywołania z pamięci) programu i danych wejściowych oraz do odebrania danych wyjściowych, inaczej wyników (rys. 4.9).

*System przetwarzania informacji.* System — według Engelsa — jest to układ dynamicznie powiązanych tworów materialnych. „Systemem informacji przedsiębiorstwa określa się celową strukturę zespołów ludzkich i aparatury oraz realizowanych przez nie procesów obserwacji zdarzeń gospodarczych, przetwarzania danych i przekazywania komunikatywnych informacji dla potrzeb regulacji układu przedsiębiorstwa”<sup>3</sup>.

W zakresie systemów przetwarzania informacji w nomenklaturze anglosaskiej wyróżnia się dwa podstawowe elementy:

— *hardware*, czyli „żelastwo”, pod którym to pojęciem rozumie się część aparaturową systemu,

— *software*, czyli wszystkie pozostałe elementy systemu, a w szczególności zasady działania, algorytmy, język, system porozumiewania się człowiek—maszyna, programy napisane według zasad czytelnych dla maszyny.

W dalszych naszych rozważaniach mówiąc o systemie będziemy mieli głównie na uwadze tę jego część, którą w nomenklaturze zachodniej określa się jako *software*.

#### 4.2. PROCES AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH I JEGO PROJEKTOWANIE

*Procesem automatycznego przetwarzania informacji* nazywamy szereg kolejno po sobie następujących zbiorów czynności, mających na celu rozwiązanie określonego zadania przez elektroniczną maszynę cyfrową. Określenie powyższe jest szerokie — uniwersalne — a dotyczy wszelkich problemów, które mogą być rozwiązywane przez EMC. Jeżeli mamy konkretne zadanie oraz konkretny sposób rozwiązania tego zadania przez EMC, to mamy do czynienia z *Systemem Automatycznego Przetwarzania Danych* (SAPD), przy czym nazwę konkretnego systemu buduje się zazwyczaj w ten sposób, że wymienia się podstawową funkcję systemu, np. „System automatycznego przetwarzania danych w zakresie operatywnego planowania produkcji”, krócej „SAPD operatywnego planowania produkcji”.

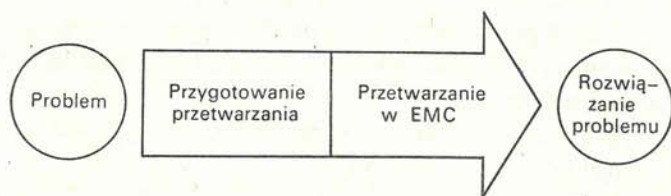
Tak więc o procesach automatycznego przetwarzania danych możemy mówić zarówno ogólnie, jak i w kontekście określonego systemu. W dal-

<sup>3</sup> Patrz [2].



szych rozważaniach będziemy zajmowali się procesem przetwarzania danych w tym drugim znaczeniu. Proces automatycznego przetwarzania danych należy podzielić się na dwie podstawowe części, jak na rys. 4.10.

W dalszych rozważaniach zajmować się będziemy procesem prac przygotowawczych, obejmowanych ogólną nazwą „projektowanie systemu APD”.



Rys. 4.10. Proces przetwarzania

#### 4.2.1. Fazy procesu przetwarzania danych

Przygotowanie zastosowania EMC do automatycznego przetwarzania danych jest pracą złożoną i długotrwałą. Wynika to z faktu, że EMC działająca z ogromną szybkością w istocie potrafi realizować tylko elementarne operacje arytmetyczne i logiczne. Oznacza to, że nawet najbardziej złożony problem musi być rozłożony na elementy pierwotne, a procedura postępowania musi być przedstawiona za pomocą elementarnych kroków, tak aby proces przetwarzania mógł być opisany programem, według którego będzie działała EMC.

Zanim jednak będziemy mogli przystąpić do programowania, musimy szczegółowo zdefiniować logiczną strukturę rozwiązywanego problemu. Chodzi o to, aby szczegółowo zbadać i zinwentaryzować reguły (algorytmy), według których uzyskujemy w wyniku przetwarzania danych wejściowych dane wyjściowe. Tę właśnie fazę poprzedzającą programowanie nazywamy projektowaniem systemu.

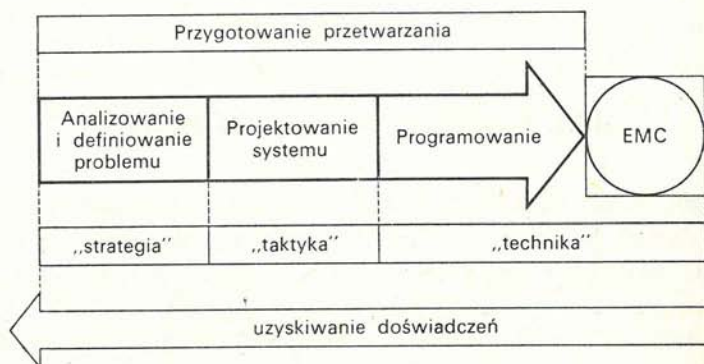
Okazuje się jednak, że zanim przystąpimy do projektowania logicznej struktury procesu, musimy wyraźnie określić problem, który chcemy rozwiązać za pomocą EMC, wyznaczyć podstawowe cele całego SAPD, ustalić co w tym systemie stanowić będzie informacje pierwotne oraz jakie chcemy otrzymać dane wyjściowe, które są produktem końcowym

całego projektowanego SAPD. Tę część procesu projektowania nazywamy analizowaniem problemu.

Tak więc przygotowanie automatycznego przetwarzania należy podzielić na trzy podstawowe fazy, a mianowicie:

- 1) analizowanie problemu,
- 2) projektowanie systemu,
- 3) programowanie.

Proces przygotowania realizowany jest w powyższej kolejności tych faz, natomiast proces kształcenia specjalistów powinien postępować w porządku odwrotnym. Oczywiście jest, że zgodnie z zasadą podziału pracy można i należy dokonać specjalizacji kadry zajmującej się procesami przygotowania SAPD, a na pewno trzeba dokonać podziału kadry na projektantów i programistów.



Rys. 4.11. Etapy przygotowania przetwarzania

Należy jednak podkreślić, że jeśli pracownicy koncepcyjni mają właściwie określić cele automatyzacji, to nie mogą posiadać tylko wąskiego przygotowania, polegającego na teoretycznej znajomości EMC i ich możliwości. Projektant musi posiadać konkretną wiedzę o metodach eksploatacji EMC. Wiedzę, o której mowa, trudno jest uzyskać inaczej niż drogą osobistych doświadczeń, zdobytych w procesie samodzielnego doprowadzenia kilku problemów do rozwiązania przy zastosowaniu EMC.

W celu bliższego sprecyzowania etapów procesu przygotowawczego do zastosowania EMC, przedstawimy bardziej szczegółowo ich elementy składowe i metodologię projektowania (tablica 4.3).



#### 4.2.2. Etapy projektowania systemu automatycznego przetwarzania danych

W odniesieniu do fazy projektowania obowiązują, występujące w innych dziedzinach projektowania, zasady etapowania projektu, przy czym liczba etapów zależna jest od zakresu projektowanego systemu przetwarzania danych. Zależność, o której mowa, można przedstawić w odniesieniu do dwóch zasadniczo różniących się systemów, a mianowicie:

- 1) systemu automatycznego przetwarzania danych w zakresie całej działalności przedsiębiorstwa,
- 2) systemu automatycznego przetwarzania danych w zakresie jednej, wybranej funkcji przedsiębiorstwa lub jednego problemu.

Nie rosząc sobie prawa do ustalania nomenklatury, nazywać będziemy dalej (umownie):

- system pierwszy — systemem całościowym,
- system drugi — systemem cząstkowym.

Ilość etapów projektowania zależna jest także od tego, czy projekt systemu APD sporządzony jest dla nowo projektowanego przedsiębiorstwa, czy też opracowywany jest dla przedsiębiorstwa istniejącego.

W poniższym, schematycznym zestawieniu (tablica 4.4) przyjęto, że projekt SAPD wykonywany jest dla przedsiębiorstwa istniejącego i przystępującego po raz pierwszy do tego typu prac projektowych.

W dotychczasowych rozważaniach zajmowano się tylko definiowaniem problemu i projektowaniem systemu. Oczywiście na całokształt przygotowania systemu APD składają się także takie elementy, jak:

- a) projektowanie inwestycji (EMC+obiekt),
- b) nabór i szkolenie kadr,
- c) przygotowania organizacyjne w przedsiębiorstwie itp.

Wykład dotyczący tych elementów wykracza poza zakres tego podręcznika, który ma na celu kształcenie projektantów SAPD w wąskim zakresie projektowania samego procesu przetwarzania. W normalnych warunkach projektanci ci współpracują z szeregiem odpowiednio przygotowanych specjalistów branżowych z zakresu:

- inwestycji,
- szkolenia kadr,
- organizacji zarządzania, i innych.

Dla przedstawienia całości procesu przygotowawczego do wdrożenia zintegrowanego systemu APD w przedsiębiorstwie przemysłowym

Zestawienie etapów projektowania systemów

Etapy	Fazy	Rodzaj systemu	system „cząstkowy”
	<p>analizowanie i definiowanie problemu</p>	<p>system „całościowy”</p> <p>inwentaryzacja stanu dotychczasowego i analiza stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa</p> <p>definiowanie kolejno agend przewidzianych do APD</p>	<p>—</p> <p>definiowanie problemu</p>
Projekt wstępny	projektowanie systemu	<p>koncepcja systemu wraz z harmonogramami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— prac organizacyjnych oraz</li> <li>— prac projektowych</li> </ul>	<p>dla tego typu systemów można nie sporządzić projektu wstępnego</p>
Projekt ogólny		<p>określa dla całości systemu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— powiązania wzajemne informacji wejścia/wyjścia,</li> <li>— maszynowe nośniki informacji,</li> <li>— częstotliwość przetwarzania,</li> <li>— hardware,</li> <li>— schemat ogólny przetwarzania,</li> <li>— koncepcję powiązań systemów cząstkowych,</li> <li>— przewidywaną pracochłonność i koszty systemu</li> </ul>	<p>dla tego typu systemów projekt ogólny może ograniczyć się do:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— ogólnego schematu przetwarzania,</li> <li>— przewidywanej pracochłonności i kosztów systemu</li> </ul>



Etapy	Fazy	Rodzaj systemu	
		system „całościowy”	system „częstkowy”
Projekt szczegółowy (techniczny-roboczy)	projektowanie systemu	sporządzony jest odrębnie dla każdego systemu „częstkowego”	określa: — szczegółowo każdy dokument WEJŚCIA; (pierwotny i maszynowy), — symbole i kody, — szczegółowo każdy przebieg przetwarzania w EMC (schematy przebiegu), — „recordy” i systemy aktualizacji, — szczegółowo dokumenty WYJŚCIA, — harmonogram sływu informacji i metody ich kontroli oraz sposób porównania, — harmonogram emisji WYJŚCIA; — uściśla pracochłonność i koszt eksploatacji
	programowanie	oprogramowanie	oprogramowanie

Źródło: Patrz [3].

Calokształt prac przygotowawczych do wdrożenia

Lp.	Fazy	Koncepcja	Planowanie	
1	Kierownictwo	Wyższe	decyzja o podjęciu projektowania; ustalenie celów; zatwierdzenie koncepcji działania; zatwierdzenie terminów	zatwierdzenie projektu planu; określenie systemów cząstkowych, sieci powiązań systemów
		APD	określenie problemów; zdefiniowanie generalnego planu działania; alternatywne przedstawienie potrzeb	przedstawienie kierownictwu wyższemu projektu planu
2	Personel	nie APD	dobór zespołu projektantów; określenie potrzeb kadrowych	rekrutacja kadr, plan szkolenia, dobór wykładowców
		APD	—	—
3	Dane	—	—	
4	Hardware (sprzęt, urządzenia)	przegląd podaży urządzeń APD na rynku	opracowanie specyfikacji zakupu; opracowanie harmonogramu dostaw według dostawców; osiągnięcie ofert	
5	Software (oprogramowanie)	przegląd dokumentacji i ocena przydatności	sporządzenie zestawień dostępnych systemów i programów	



Tablica 4.5

*zintegrowanego Systemu Automatycznego Przetwarzania Danych*

Projektowanie i programowanie	Wdrażanie	Eksploatacja
ocena i zatwierdzenie wyposażenia; ustalenia i efektywność nakładów	zatwierdzenie SAPD; zatwierdzenie nakładów	decyzje w sprawie modyfikacji
nadzorowanie opracowania systemów; rozpatrzenie systemów standardowych	próby systemów: zatwierdzenie systemów cząstkowych. całości	opracowanie propozycji modyfikacji SAPD
szkolenie kadr; koncepcja doszkalania pracowników	doszkalanie pracowników współpracujących z SAPD	
projektowanie SAPD; ocena propozycji wyposażenia; zatwierdzenie specyfikacji programów; programowanie	uruchamianie programów „Równoległy bieg systemów”; doszkalanie personelu eksploatacyjnego APD	
porównanie danych WE/WY posiadanych z żądanymi; ustalenie bazy danych; ustalenie metody przygotowania danych WE do systemu; ustalenie metod kontroli danych; przygotowanie danych i programów	przejście na nowy system	
ocena techniczno-ekonomiczna ofert; zamówienie urządzeń	instalowanie urządzeń — ruch próbny	
ocena poziomów różnych systemów; dobranie dokumentacji; ocena rezultatów przetargów; ustalenia końcowe	uruchamianie programów standardowych	

Lp.	Fazy	Koncepcja	Planowanie
6	Systemy istniejące	—	rozwińnięcie istniejącego systemu
7	Łączność	przegląd środków łączności w przedsiębiorstwie	—
8	Środowisko (załoga)	—	—
9	Nakłady finansowe	określenie wstępne źródeł finansowania i wielkości nakładów	plan sfinansowania
Procent czasu całkowitego	każdej fazy	30%	10%
	narastająco	30%	40%

przedstawimy uproszczone zestawienie opracowane na podstawie materiałów firmy Diebold Group Inc., zajmującej się metodologią projektowania systemów APD (tablica 4.5).

#### 4.3. KONCEPCJA ORGANIZACJI PROJEKTOWANIA SYSTEMU AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Organizacja prac projektowych stwarza szereg problemów, z których trzy wysuwają się w praktyce na pierwszy plan:

— komu powierzyć projektowanie, czyli inaczej, jak zorganizować zespół projektancki?

— jaki zakres problematyki systemu informacyjnego przedsiębiorstwa objąć projektowaniem, w szczególności jeżeli przedsiębiorstwo przystępuje do projektowania SAPD po raz pierwszy?

— jaką przyjąć koncepcję etapowania projektu?



Projektowanie i programowanie	Wdrażanie	Eksploatacja
projektowanie zarządzania w świetle zintegrowanego systemu APD	przejęcie na nowy system	pełne wdrożenie zmian
przegląd środków i ustalenie potrzeb w świetle projektowanej reorganizacji; zebranie ofert; ostateczny projekt i dobór środków łączności	instalowanie urządzeń, ruch próbny	—
oszacowanie skuteczności oddziaływania systemu na załogę; określenie koniecznych zmian w załodze	realizacja zmian	—
finansowanie		oszacowanie efektów
30%	30%	
70%	100%	

Na powyższe pytania postaramy się odpowiedzieć na podstawie doświadczeń zagranicznych organizacji zajmujących się projektowaniem systemów APD oraz w oparciu o skromne doświadczenia krajowe, a w szczególności o doświadczenia zgromadzone w Zakładzie Elektronicznej Techniki Obliczeniowej „ZETO” we Wrocławiu.

#### 4.3.1. Organizacja zespołu projektującego

Istnieje pogląd, że projektowanie systemu można całkowicie zlecić projektantom — specjalistom spoza przedsiębiorstwa.

Doświadczenia wykazują, że w tym trybie trudno jest oczekiwać efektywnego systemu APD. Podstawowym czynnikiem powodzenia systemu jest gruntowna znajomość problemu oraz umiejętność przeprowadzenia krytycznej analizy dotychczasowego „tradycyjnego” systemu przetwarzania informacji. Z powyższych względów w skład zespołu projektującego powinni koniecznie wejść specjaliści z przedsiębiorstwa,

najlepiej znający problem będący przedmiotem projektu, nawet jeżeli nie znają zasad projektowania systemu APD. Jeżeli przedsiębiorstwo nie posiada własnych projektantów SAPD, może korzystać z pomocy specjalistów z zewnątrz. Jednak wydaje się, że przy planowanym rozwoju systemów automatycznego przetwarzania informacji przedsiębiorstwo powinno spośród własnych pracowników utworzyć komórkę (dział) APD i przeszkolić pracowników tego działu w zakresie metodologii i techniki projektowania systemów.

Jeżeli przyjęć powyższe rozwiązanie, to w skład zespołu projektującego system powinny wejść następujący specjaliści:

— pracownicy tych komórek organizacyjnych, których potrzeby będzie obsługiwał projektowany system; zadaniem tej grupy jest dostarczenie zupełnych i wyczerpujących informacji o danych wejściowych, sprecyzowanie krytycznych wniosków dotyczących wad w funkcjonowaniu dotychczasowego systemu, sprecyzowanie funkcji projektowanego systemu oraz współdziałanie w projektowaniu bazy danych dla SAPD (pracochłonność tych prac szacuje się na 30–40% pracochłonności całego projektu);

— pracownicy zakładowej komórki (działu) APD; zadaniem ich jest wiązać funkcje systemów cząstkowych z funkcjami systemu całościowego, koordynowanie prac projektowych prowadzonych dla różnych agend działalności przedsiębiorstwa (ponadto specjaliści ci pełnią funkcję fachowych konsultantów dla grupy specjalistów branżowych oraz stanowią ogniwo wiążące pomiędzy pracami prowadzonymi wewnątrz przedsiębiorstwa a pracami prowadzonymi poza przedsiębiorstwem; pracochłonność omawianych prac szacuje się na 15–20% pracochłonności projektu);

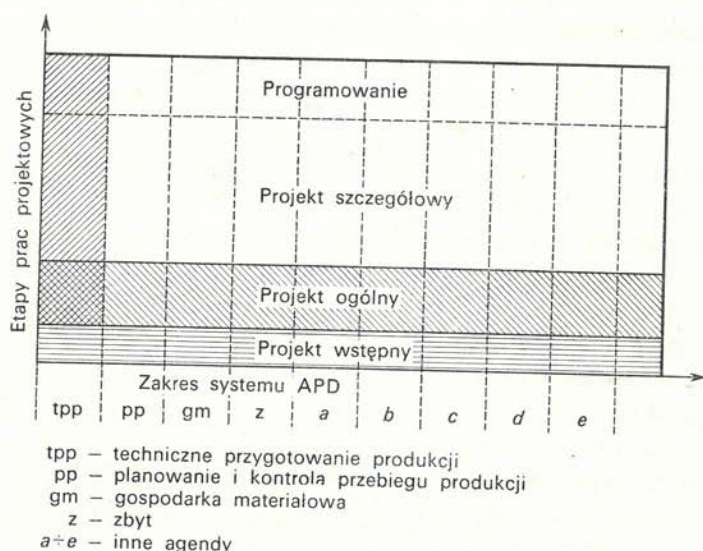
— projektanci SAPD (z zewnątrz); mogą oni opracować technologię systemu, a w szczególności zaprojektować technikę tworzenia maszynowych nośników informacji, technikę zapisu, modyfikacji i aktualizacji zbiorów informacji w pamięci maszyny cyfrowej oraz zaprojektować przebiegi procesu APD w maszynie (ponadto realizują oni funkcję fachowego doradztwa dla personelu przedsiębiorstwa; pracochłonność tej części projektu szacuje się na 20–30% całej pracochłonności);

— programiści — z uwagi na to, że programowanie odbywa się w oparciu o sformalizowane w projekcie zadania, nie ma znaczenia fakt, czy programiści stanowią personel przedsiębiorstwa, czy też tę część przygotowania systemu zlecono na zewnątrz (pracochłonność szacuje się na 20–35% całej pracochłonności).



### 4.3.2. Wybór problematyki i etapowanie projektu

Rozważania w powyższym zakresie ułatwi schemat zamieszczony na rys. 4.12.



Rys. 4.12. Problematyka i etapowanie projektu SAPD

*Projekt wstępny* powinien być opracowany dla całego systemu przetwarzania danych w przedsiębiorstwie i powinien spełniać następujące funkcje:

- przedstawić kierownictwu koncepcję przyszłego systemu APD oraz harmonogram prac projektowych i organizacyjno-wdrożeniowych;
- przedstawić planowane efekty systemu oraz preliminowany koszt jego realizacji;
- przedstawić koncepcję powiązań pomiędzy systemami obsługującymi poszczególne agendy.

Po zaakceptowaniu projektu wstępnego można przystąpić do opracowania projektu ogólnego.

*Projekt ogólny* powinien dotyczyć całego systemu APD w przedsiębiorstwie, a tylko w wyjątkowych przypadkach może być opracowywany dla jednej, wybranej agendy. Wtedy jednak powinien być poprzedzony bezwzględnie projektem wstępnym, sporządzonym dla całego systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie.

W projekcie ogólnym podstawowymi elementami są:

- zaprojektowanie bazy danych,
- zaprojektowanie zasad symbolizacji,
- ustalenie wzorów danych wejściowych i wyników przetwarzania,
- zaprojektowanie proponowanych zmian organizacyjnych w przedsiębiorstwie.

*Projekt szczegółowy* sporządza się z zasady kolejno dla poszczególnych agend, rozwiązując następujące zagadnienia:

- opracowanie maszynowych nośników informacji oraz zasad ich przygotowania i kontroli,
- opracowanie poszczególnych przebiegów procesu przetwarzania oraz zapisów danych i wyników w pamięci maszyny,
- opracowanie maszynowych schematów danych wyjściowych (wyników) oraz metod kontroli ich poprawności,
- opracowanie programów i instrukcji ich eksploatacji,
- opracowanie harmonogramu cyklicznej eksploatacji systemu,
- opracowanie zaktualizowanego preliminarza kosztów systemu,
- opracowanie zaktualizowanej oceny efektów systemu.

W odniesieniu do problemu kolejności wyboru agend do opracowania projektów szczegółowych istnieją dwa krańcowe poglądy:

1. Wybierać do projektowania agendy w kolejności przebiegu procesu podstawowego w przedsiębiorstwie (np. według tego poglądu w przedsiębiorstwie przemysłowym projektowanie należy rozpoczynać od agendy „tpp”).

2. Projektować system wg aktualnych potrzeb kierownictwa przedsiębiorstwa.

Postaramy się przedstawić zalety i wady omawianych poglądów oraz konieczne konsekwencje organizacyjne.

#### *Pogląd 1.*

##### Zalety:

- istnieje możliwość zmniejszenia pracochłonności prac projektowych poprzez zrezygnowanie z projektu wstępnego, względnie jeżeli opracowano projekt wstępny, to projekt ogólny można ograniczyć do wybranej agendy;

- uruchomiony system nie podlega zmianom (lub wymaga wprowadzenia stosunkowo małych zmian) w miarę opracowywania następnych projektów szczegółowych dla kolejnych agend;



— w projektach szczegółowych dla dalszych agend następuje nawiązywanie do bazy danych, opracowanej w uruchomionych systemach;  
— całkowite koszty przygotowania i uruchomienia kompleksowego systemu APD są relatywnie mniejsze.

Wady:

— zaprojektowany system nie zabezpiecza aktualnych, najpilniejszych potrzeb kierownictwa przedsiębiorstwa;  
— przyrost efektów następuje stopniowo w miarę uruchomienia systemów obsługujących kolejne agendy.

*Pogląd 2.*

Zalety:

— zaprojektowany system stosunkowo szybko zaspokaja aktualne, najpilniejsze potrzeby kierownictwa przedsiębiorstwa, w związku z czym szybciej następuje pozyskanie sojuszników dla dalszych prac zmierzających do wprowadzenia APD.

Wady:

— istnieje konieczność opracowania projektu ogólnego dla całego systemu APD;

— istnieje realne niebezpieczeństwo, że w miarę opracowywania dalszych agend projekt będzie musiał ulec daleko idącym zmianom;  
— całkowite koszty prac projektowych są relatywnie wyższe.

Z przedstawionej powyżej oceny poglądów nie może wynikać ogólnie obowiązująca zasada co do trybu organizacji i prowadzenia prac projektowych. Podejmowanie konkretnych decyzji uzależnione być powinno od konkretnych warunków organizacyjnych danego przedsiębiorstwa, od jego aktualnej sytuacji gospodarczej oraz od zakresu projektowanego systemu APD.

Wydaje się jednak, że przedstawienie inwentaryzacji powyższych poglądów może być pomocne w podejmowaniu decyzji w konkretnych warunkach techniczno-organizacyjnych.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Amber G. H.: *Anatomy of Automation*, Englewoods, Prentice — Hall 1962.
- [2] Dziedziczak J.: *Pomiar danych w systemie informacji przedsiębiorstwa*, „Organizacja — Metody — Technika” 1968, nr 4.
- [3] Greniewski M.: *Technika Projektowania Zautomatyzowanych Systemów Informatycznych dla Potrzeb Zarządzania Przedsiębiorstwem Przemysłowym*, CODKK 1969 (konspekt wykładu).

- [4] Stibic V.: *Od mechanisace k automatisaci administrativnich praci*, SNTL, Praga 1959.
- [5] Stibic V.: *Zaklady formulace, analify a programovani ulch z oblasti automatizace zpracovani dat*, „Prace“, Praga 1967.



## 5. OPIS I ANALIZA ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU PRZETWARZANIA DANYCH

### 5.1. CEL OPISU I ANALIZY ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU PRZETWARZANIA DANYCH

Przygotowanie przedsiębiorstwa przemysłowego do „maszynowego” przetwarzania danych jest przedsięwzięciem bardzo złożonym. Musi je poprzedzać szczegółowe zbadanie warunków, w których zamierzamy stosować odpowiednie środki techniczne przetwarzania.

Jak wiadomo, do nowoczesnych technik przetwarzania danych wykorzystywanych w naszej praktyce gospodarczej należą (por. rozdz. 2 i 3):

- 1) technika kart dziurkowanych, tj. maszyn licząco-analitycznych,
- 2) technika elektronicznego przetwarzania danych (za pomocą EMC).

Zastosowanie każdej z tych technik wymaga uprzedniego zaprojektowania samej treści i zakresu przetwarzania. Wprowadzenia bowiem automatyzacji przetwarzania danych w przedsiębiorstwie nie można rozpoczynać od zakupu maszyn. Aby osiągnąć zamierzone wyniki, fakt zakupu (instalacji) odpowiednich maszyn musi być poprzedzony bardzo szczegółowymi pracami przygotowawczymi.

Na ogół tych prac składają się dwie zasadnicze grupy zagadnień:

- 1) zabezpieczenie odpowiednich warunków organizacyjnych i metodologicznych w zakresie rejestracji, zbierania i opracowywania danych,
- 2) stworzenie odpowiednich warunków technicznych, organizacyjnych i kadrowych dla zabezpieczenia sprawnego funkcjonowania zainstalowanych maszyn.

Prace przygotowawcze wymienione w punkcie pierwszym polegają na:

— szczegółowym określeniu potrzeb przedsiębiorstwa w zakresie informacji źródłowej i wynikowej,

— zabezpieczeniu racjonalnych form rejestracji informacji źródłowej oraz sposobów jej przekazywania do opracowań,

— doborze najbardziej racjonalnej formy organizacyjnej automatyzacji,

— określeniu typów maszyn i urządzeń najbardziej przystosowanych do charakteru opracowań,

— przygotowaniu programów pracy maszyn oraz próbnym wdrożeniu nowego systemu.

Wymieniony wyżej kompleks prac przygotowawczych, poprzedzających wprowadzenie automatyzacji w przedsiębiorstwie, nazywa się *projektowaniem systemu maszynowego przetwarzania danych*<sup>1</sup>.

Jest rzeczą nieodzowną, ażeby etap właściwego projektowania był poprzedzony zbadaniem i wszechstronnym przeanalizowaniem faktycznego przebiegu prac związanych z funkcjonującym dotychczas w przedsiębiorstwie systemem (sposobem) przetwarzania.

Ogół czynności zmierzających do pełnego rozpoznania istniejącego stanu przetwarzania, określa się mianem *opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych*<sup>2</sup>.

Przystąpienie do omawianego etapu prac uwarunkowane jest uprzednim dokonaniem przeglądu stanu organizacyjnego przedsiębiorstwa. Chodzi tu o dokładne poznanie zasad współpracy oraz powiązań wszystkich rodzajów stanowisk pracy, komórek ruchu i zarządu przedsiębiorstwa.

Z uwagi na to, że system przetwarzania danych w przedsiębiorstwie przemysłowym stanowi integralną część jego organizacji funkcjonalnej, rezultaty przeglądu stanu organizacyjnego stanowią z kolei podstawę do określenia:

1) celu, zakresu i zadań automatyzacji,

2) zmian organizacyjnych, które powinny poprzedzać samą automatyzację (prace przygotowawcze, projektowe, programistyczne, ruchowe i wdrożeniowe).

Jest rzeczą oczywistą, że wykorzystanie maszyn cyfrowych może dać pozytywne rezultaty jedynie w tym przypadku, gdy stan i struktura

<sup>1</sup> Por. [13].

<sup>2</sup> Por. [3].



organizacyjna przedsiębiorstwa są w pełni przystosowane do wymogów danego technicznego środka automatyzacji. A to z kolei umożliwia przeprowadzenie szczegółowych badań prowadzących do rozpoznania treści, zakresu i przebiegu (w czasie) rozmaitych prac i czynności, składających się na funkcjonujący w przedsiębiorstwie tradycyjny system przetwarzania danych.

Na etapie prac przygotowawczych celem opisu i analizy dotychczasowego systemu przetwarzania danych jest:

1) zebranie i przeanalizowanie stanu dokumentacji źródłowej ewidencjonującej przetwarzane informacje, jej obiegi, ilości w okresach obrachunkowych (miesięcznych, kwartalnych, rocznych) oraz zawartych w niej podstawowych informacji,

2) zebranie i przeanalizowanie stanu różnych urządzeń ewidencyjnych (kartotek),

3) zebranie i przeanalizowanie wszystkich zestawień i sprawozdań wewnętrznych i zewnętrznych,

4) przeprowadzenie bilansu informacji źródłowej podlegającej przetwarzaniu,

5) sformułowanie wniosków podających cel i wymagania stawiane systemowi przetwarzania danych w ramach poszczególnych dziedzin działalności,

6) wytypowanie zagadnień organizacyjno-technicznych działalności przedsiębiorstwa, które powinny ulec zmianie lub opracowaniu przed przystąpieniem do projektowania lub w trakcie jego trwania,

7) określenie zakresu zastosowania automatyzacji przetwarzania danych,

8) wytypowanie głównych kierunków wdrożenia automatycznego przetwarzania danych.

Materiały zebrane podczas realizacji tego etapu (oczywiście po uwzględnieniu wymienionych wyżej celów) stanowią podstawę formułowania wniosków na wszystkich następnym etapach projektowania SAPD. Na podstawie tych informacji ocenia się, w jakim stopniu istniejący system odpowiada warunkom racjonalnej organizacji pracy, określa się, które rodzaje prac ze względu na ich pracochłonność powinny być zautomatyzowane w pierwszej kolejności, jakie należy zastosować typy maszyn itp. Zebrane informacje w trakcie analizy stanowią także podstawę określenia efektywności automatyzacji przetwarzanego systemu.

Automatyzacja przetwarzania danych (APD) dla celów planowania i zarządzania polega na zebraniu odpowiednich faktów jednostkowych i ich przekształceniu w informację zbiorczą, nadającą się do wykorzystania przez kierownictwo przedsiębiorstwa. Z tego względu wprowadzenie APD należy rozpatrywać jako ciągły proces doskonalenia funkcjonującego systemu organizacji zarządzania. Na początku niezbędna jest analiza istniejącego stanu przetwarzania w przedsiębiorstwie, ujawnienie wszystkich słabych stron, aby w konfrontacji z ustalonymi na dany moment potrzebami w zakresie informacji wynikowej można było opracować nowy system, bardziej racjonalny i odpowiadający wymogom APD.

Rozpoznawanie treści, zakresu i przebiegu prac związanych z realizowanymi w praktyce systemami może być dokonywane za pomocą: obserwacji, wywiadu, ankiet, a w szczególności badania wszelkiego rodzaju dowodów źródłowych. Wyniki badania tych prac powinny mieć postać dokumentalną o odpowiednim sposobie przedstawiania dotychczasowych procesów przetwarzania. Sposoby te polegają na wykonaniu odpowiednich schematów, wykresów, które powinny być wyjaśnione treścią lub symbolami graficznymi.

Uwzględniając pracochłonność, koszty i czas realizacji omawianego etapu prac przygotowawczych oraz to, że opis (analiza) powinien być przeprowadzony dokładnie, ujmując wszystkie elementy, które obecnie i w przyszłości miałyby duży wpływ na prawidłowe opracowanie i funkcjonowanie systemu, zakres analizy powinien być rozsądnie wyważony. Z jednej strony nie powinien zawierać elementów zbędnych, a więc informacji prowadzonych niejako „na zapas”, z drugiej jednak strony musi dawać gwarancję pełnego i jasnego sformułowania rozwiązywanego problemu.

Zadaniem niniejszego rozdziału jest przedstawienie metodyki badania istniejącego (dotychczasowego) systemu przetwarzania danych przed zastosowaniem EMC dla potrzeb zarządzania przedsiębiorstwem przemysłowym.

Zaprezentowana metodyka opisu i analizy dotyczy prac przygotowawczych, które są przedmiotem automatyzacji *cząstkowego* systemu przetwarzania danych<sup>3</sup>. Dla realizacji tego zadania niezbędne jest opracowanie elementów (części składowych) opisu systemu, o których jest mowa w podrozdziale 5.3. Natomiast gdy zachodzi potrzeba do-

<sup>3</sup> Patrz rozdz. 4.



kładnego uzasadnienia ekonomicznej efektywności APD oraz ścisłego określenia wpływu ETO odnośnie do badanego systemu przetwarzania, należy uwzględnić *pozostałe elementy* opisu i analizy, o których jest mowa w pracy [3].

## 5.2. SPOSOBY ZBIERANIA INFORMACJI O ISTNIEJĄCYM SYSTEMIE PRZETWARZANIA DANYCH

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem uzyskiwania informacji o istniejącym systemie przetwarzania danych jest przeprowadzenie wywiadów z pracownikami, którzy aktualnie wykonują interesujące nas prace.

W czasie dokonywania wywiadu najważniejszym zadaniem jest wykrycie wszystkich wyjątków i odchyłeń od normalnego prowadzenia różnych czynności. Wyniki obserwacji powinny być od razu wpisywane do odpowiednich zestawień, w celu skompletowania materiałów dotyczących sposobu wykonywania prac obrachunkowych.

Po serii odpowiednich wywiadów możemy wytworzyć sobie wyobrażenie ogólnej sytuacji panującej w przedsiębiorstwie. Co pewien czas uzyskane informacje, jak i zebrane przy nich pytania, powinny być omawiane i dyskutowane z kierownikami poszczególnych komórek, działów. Uwagi, zapytania i wyjaśnienia, które wylaniają się w trakcie takich dyskusji, wpłyną na osiągnięcie postawionych celów podczas przeprowadzenia analizy stanu organizacyjnego i istniejącego systemu przetwarzania danych przedsiębiorstwa.

Drugim ważnym sposobem zbierania informacji o istniejącym systemie przetwarzania danych jest przegląd stosowanych dokumentów i kartotek. W tym celu konieczne jest skompletowanie wszystkich stosowanych wzorów formularzy. Zaleca się zbieranie wypełnianych dokumentów, bo tylko w takiej postaci mogą one dać dokładny obraz nanoszonych na nie informacji. Ponadto należy starannie notować dane o przebiegu różnych prac na poszczególnych stanowiskach oraz o stanie ich wyposażenia z punktu widzenia techniki rachunkowej.

Podczas zbierania informacji o istniejącym systemie przetwarzania danych należy zwrócić szczególną uwagę na następujące elementy<sup>4</sup>:

1) czy obowiązujące wzory dokumentów są wygodne do wypełnienia, w ilu egzemplarzach wypełnia się dokumenty i czy wszystkie są niezbędne, czy dostateczna jest szerokość poszczególnych rubryk dokumentów,

<sup>4</sup> Por. [13].

czy wszystkie rubryki znajdujące się w dokumentach są wypełniane, czy nie występuje zbyt duża różnorodność dokumentów itp.,

2) jaka jest technika wypełniania dokumentów, w jakich warunkach wypełniane są poszczególne wzory dokumentów, czy można zautomatyzować wypisywanie i wypełnianie dokumentów, kto kontroluje sposób wypełniania dokumentów itd.,

3) czy znajdujące się w dokumentach dane jednostkowe zapewniają otrzymanie niezbędnej informacji wynikowej przez kierownictwo poszczególnych komórek, czy oprócz ustalanych dokumentów nie wypełnia się innych dodatkowych „wewnętrznych” dokumentów, czy nie ma niebezpieczeństwa utraty lub zniszczenia dokumentów itp.,

4) czy obowiązujący system kodowania (symbole pracowników, zawodów, grup zaszeregowania, wydziałów itp.) jest wygodny do stosowania, czy nie powoduje powstawania błędów itd.

Dla szybkiego i sprawnego gromadzenia informacji o badanym systemie zespół projektujący może przeprowadzić między sobą odpowiedni podział czynności, aby każdy podzespół mógł zbierać materiały w zakresie ściśle określonego działu pracy, na przykład z zakresu planowania operatywnego, obliczeń technologicznych, obliczania płac itp. Badania powinny być prowadzone według jednolitej metodyki opisu i analizy, aby następnie zebrane materiały można było uogólnić w skali całego przedsiębiorstwa.

Wszelkie prace przygotowawcze do zastosowania EMC zyskują szansę powodzenia, gdy zabezpieczymy sobie należyte poparcie kierownictwa przedsiębiorstwa. Kierownictwo powinno wyjaśnić wszystkim pracownikom, których to dotyczy, jakie należy wykonać prace przygotowawcze, aby zautomatyzować wykonywane przez nich czynności obrachunkowe oraz jakie są perspektywy ich dalszej pracy zawodowej. Ponadto należy wyjaśnić, jakie korzyści uzyska się z tytułu zastosowania EMC w działalności gospodarczej przedsiębiorstwa.

W dalszej części niniejszego rozdziału zostanie przedstawiona metodyka opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych.

### 5.3. ELEMENTY OPISU SYSTEMU PRZETWARZANIA DANYCH

#### 5.3.1. Charakterystyka badanego przedsiębiorstwa

Ponieważ prace przygotowawcze i projektowe dotyczące danego systemu przetwarzania dokonywane są w określonym przedsiębiorstwie



przemysłowym, konieczne jest podanie jego krótkiej charakterystyki. Charakterystyka ta powinna zawierać następujące elementy:

- położenie i przynależność branżową przedsiębiorstwa,
- przedmiot produkcji,
- charakter produkcji,
- asortyment produkcji,
- wielkość i strukturę produkcji,
- organizację i technikę produkcji,
- opis procesu technologicznego,
- wartości podstawowe wskaźników ekonomicznych,
- podstawę rozpoczęcia prac przygotowawczych do automatyzacji zarządzania.

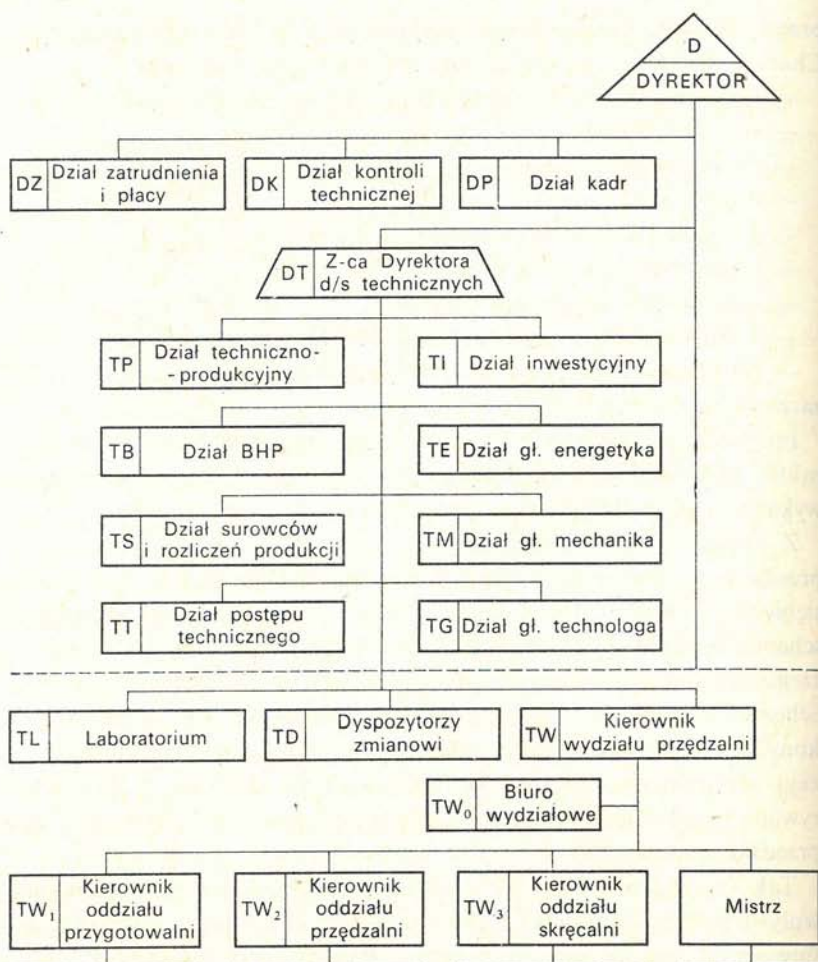
Powyższe zestawienie elementów opisu przedsiębiorstwa ma charakter orientacyjny, a nie dyrektywny, stąd też poszczególne pozycje wykazu mogą być ujmowane przy opisie w rozmaity sposób.

Z uwagi na to, że proces przetwarzania informacji koncentruje się przede wszystkim w komórkach i stanowiskach funkcjonalnych przedsiębiorstwa, należy dla dokonania pełnej charakterystyki sporządzić schemat organizacyjny, którego zadaniem jest zobrazowanie rozmieszczenia komórek i stanowisk funkcjonalnych w aparacie zarządzania. Schemat buduje się z szeregu symboli graficznych, reprezentujących komórki i stanowiska pracy, połączonych liniami ciągłymi, które wskazują hierarchiczną zależność i funkcjonalność. Natomiast linie przerywane mogą wskazywać granicę między zarządem a ruchem badanego przedsiębiorstwa.

Tak sporządzony schemat odgrywa zasadniczą rolę przy określeniu wpływu procesu automatyzacji i proponowanych zmian na system i strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa. Ponadto jest on niezbędny dla zorientowania się zainteresowanych osób w ogólnej strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa (przykład fragmentu schematu organizacyjnego zarządzania przedsiębiorstwa włókienniczego podano na rys. 5.1).

### **5.3.2. Spis dokumentów źródłowych, pośrednich i zestawień końcowych**

W wyniku wykonywanych czynności ewidencyjno-obrachunkowych przez poszczególne komórki i stanowiska funkcjonalne przedsiębiorstwa powstają strumienie informacyjne. Mają one swe odbicie na dokumentach i urządzeniach ewidencyjnych.



Rys. 5.1. Fragment schematu organizacyjnego zarządzania przedsiębiorstwa włókienniczego

Automatyzacja czynności ewidencyjno-obrachunkowych dotyczących danego zagadnienia objętego SAPD wymaga dokładnego opisu słownego:

- kto, kiedy, w jakim celu i jakich informacji potrzebuje,
- skąd (źródło) informacje są dostępne,
- w jakiej formie i w jaki sposób informacje są przenoszone i przechowywane,
- kto, na podstawie jakich informacji, jakie decyzje podejmuje.



Punktem wyjściowym do sporządzenia szczegółowego opisu badanej jednostki przetwarzania jest wykonanie spisu jej dokumentów.

Z punktu widzenia elektronicznego przetwarzania danych dokumenty dzielimy na trzy grupy:

- źródłowe,
- pośrednie,
- wynikowe.

Do *dokumentów źródłowych* zaliczamy te, z których pobiera się *dane* biorące udział w procesie przetwarzania, lub też z których przenosi się *dane* bezpośrednio na maszynowe nośniki informacji, tj. karty lub taśmy perforowane.

W tradycyjnym systemie przetwarzania tę kategorię dokumentów można podzielić na:

a) dokumenty odzwierciedlające istniejący stan faktyczny w zakresie wszystkich ewidencjonowanych elementów przedsiębiorstwa, tj. wszelkiego rodzaju kartoteki i konta ewidencyjne, oraz

b) dokumenty rejestrujące wszelkie zmiany stanu w zakresie ewidencjonowanych elementów, jak np. przyjęcie, wydanie lub przesunięcie materiału, wykonanie operacji itp.

Natomiast dokumenty, które pośredniczą w procesie przenoszenia danych z dokumentów źródłowych na zestawienia końcowe, nazywamy *dokumentami pośrednimi*. Są to różnego rodzaju zbiorcze zestawienia źródłowych informacji w różnych przekrojach (np. dziennik obrotów magazynowych lub zestawienia zużycia materiałów według miejsc powstania kosztów oraz nośników kosztów). Wykonuje się na nich szereg operacji przetwarzania, jak np.: wycenę, posegregowanie lub podsumowanie dokumentów.

*Dokumenty wynikowe (zestawienia końcowe)* — to dokumenty zawierające wyniki obliczeń, które nie podlegają już dalszym operacjom. Są to różnego rodzaju zbiorcze plany produkcji, dziennik i materiałowe, rozliczenia zużycia surowców z rozbiciem na poszczególne oddziały produkcyjne itp. Ta grupa dokumentów jest przeznaczona głównie dla dyrekcji oraz kierownictwa wyższych szczebli.

Wyżej określone dokumenty mają charakter obiegowy i kartotekowy. Dla ich odróżnienia podamy określenie kartoteki.

*Kartoteki* są to dokumenty służące do ewidencji zbiorczej informacji źródłowej. Informacja służy do dalszych obliczeń lub rejestracji wyników końcowych. Ponadto dokumenty te mogą być uzupełnione dodatkowymi stałymi informacjami identyfikującymi kartotekę.

Przystępując do sporządzenia omawianego spisu dokumentów, należy pogrupować (jak wyżej) wszystkie zebrane dokumenty, które biorą udział w tradycyjnym systemie przetwarzania. Dalej należy stwierdzić, jaki mają charakter: obiegowy czy kartotekowy i odpowiednio do tego wydzielić spisy obu rodzajów.

Spis dokumentów o charakterze obiegowym powinien obejmować następujące informacje:

- liczbę porządkową dokumentu,
- nazwę dokumentu,
- symbol klasyfikacyjny dokumentu (kod dokumentu),
- rodzaj dokumentu,
- dział wystawiający dokument,
- spływającą ilość egzemplarzy,
- ilość dokumentów jednopozycyjnych, spływającą w miesiącu

i roku.

Nazwa dokumentu powinna odpowiadać ściśle oficjalnej nazwie wydrukowanej na formularzu. Jeśli dokument nie posiada określonej nazwy, należy nadać mu określenie powszechnie przyjęte w przedsiębiorstwie.

Ponieważ w systemie przetwarzania danych, dotyczących określonej jednostki przetwarzania, mamy na ogół do czynienia z różnymi rodzajami dokumentów, proponuje się, aby przy sporządzeniu spisu nadać im odpowiedni symbol klasyfikacyjny, tzw. kod dokumentu. Przy ilości nie większej niż 9 dokumentów kod dokumentów może mieć postać:

1, 2, 3, ..., 9

natomiast przy ilości większej niż 9, a mniejszej niż 99 dokumentów, kod dokumentów może mieć postać:

10, 11, ..., 99

W przypadku gdy przedsiębiorstwo posiada ustalony jednolity kod dokumentów, należy go podać wraz z opisem. W ten sposób przyjęta symbolika kodu pozwala szybko odszukać pożądany dokument na schemacie powiązań dokumentów (patrz rys. 5.9) oraz na schemacie powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi (patrz rys. 5.10).

Dane o ilości przetwarzanych dokumentów w skali miesiąca uzyskujemy po sporządzeniu schematu obiegu dokumentów (patrz paragraf 5.3.3). Omówiony spis dokumentów obiegowych należy sporządzić na



formularzu, według rys. 5.2. Jak już wspomniano, osobnemu spisowi powinny podlegać dokumenty typu kartotek. Należy je sporządzić na formularzu, według rys. 5.3. Informacje zawarte na tym formularzu nie wymagają komentarzy. Sporządzając spis dokumentów należy pominąć te dokumenty, o których z góry wiadomo, że zawarte na nich informacje nie będą brały udziału w automatycznym przetwarzaniu danych.

Lp.	Nazwa dokumentu	Symbol klasyfikacyjny dokumentu (kod)	Rodzaj dokumentu	Dział wystawiający dokument	Splywająca ilość egzemplarzy	Emitowana ilość dokumentów	
						miesięcznie	rocznie
0	1	2	3	4	5	6	7
×	Ogółem	×	×	×	×		

Rys. 5.2. Schemat spisu dokumentów obiegowych

Lp.	Nazwa kartoteki	Symbol klasyfikacyjny kartoteki	Ilość ewidencjonowanych pozycji
0	1	2	3
×	Ogółem	×	

Rys. 5.3. Schemat spisu kartotek

### 5.3.3. Opis poszczególnych dokumentów wchodzących w skład systemu przetwarzania danych

Podstawą opisu dokumentu jest jego formularz. Opisuując dokument należy określić:

- rodzaj dokumentu,
- typ dokumentu (obiegowy czy kartotekowy),
- informacje, które aktualnie podlegają przetwarzaniu (w systemie ręcznym lub maszynowym),
- sposób obliczania danych (algorytm),
- przydatność i rolę dokumentu w systemie przetwarzania.

Z uwagi na masowość informacji zawartych w poszczególnych dokumentach, przy opisie należy posługiwać się dokumentem wypełnionym. Wypełniony formularz musi należycie reprezentować opisywany dokument. W razie potrzeby należy w opisie podać dodatkowe uwagi o specyfice i odstępstwach od przewidzianego sposobu wypełniania tego dokumentu. Wszystkie opisywane dokumenty należy załączyć do projektu SEPD.

Wykonując opis dokumentów wchodzących w skład systemu przetwarzania danych, należy sporządzić następujące schematy:

- obiegu dokumentu,
- charakterystyki pojemności informacyjnej dokumentu,
- harmonogramu splotu dokumentu do komórki przetwarzania.

*Schemat obiegu dokumentu* (przedstawiony na rys. 5.4) sporządza się tylko dla tych dokumentów, na których zawarte informacje będą brały udział w elektronicznym przetwarzaniu.







Graficzny sposób przedstawienia obiegu dokumentu ilustruje:

- obieg dokumentu przez poszczególne komórki przedsiębiorstwa,
- rezultaty głównych czynności dokonywanych na dokumencie w procesie jego przetwarzania w kolejnych komórkach organizacyjnych,
- emitowaną ilość egzemplarzy danego dokumentu w ciągu miesiąca,
- podział wystawionych egzemplarzy danego dokumentu między poszczególne komórki organizacyjne przedsiębiorstwa.

Dla ułatwienia analizy obiegu poszczególnych dokumentów należy słownie określić treść zasadniczych czynności dokonywanych na dokumencie. W niektórych przypadkach można wprowadzić graficzne oznaczenie pewnych czynności, które jednak należy wyjaśnić w legendzie.


Na schemacie obiegu dokumentów (patrz rys. 5.4) każda linia ilustrująca obieg dokumentu odpowiada fizycznemu przesłaniu całego dokumentu (a nie poszczególnych informacji zawartych na danym dokumencie) do następnej komórki organizacyjnej. W ten sposób sporządzony i przeanalizowany schemat obiegu dokumentów służy za podstawę do zaprojektowania schematu nowego obiegu, zgodnego z wymogami systemu elektronicznego przetwarzania danych. Przykład obiegu dokumentu „Rw — Pobranie materiału” w warunkach elektronicznego przetwarzania informacji przedstawiony jest w następnym rozdziale (w paragrafie 6.3.3 na rys. 6.15).



Schemat obiegu dokumentów		Lp. dokumentu 2	Nazwa dokumentu: Rw – Pobranie materiału	Symbol klasyfikacyjny 08	Ilość emitowana w miesiącu 15 080
Nazwa komórki	Wystawca	Kierownik komórki	Magazyn	Księgowość materiałowa	Księgowość kosztów
Czynności					
Wystawianie dokumentu					
Akceptacja pobrania żądanej ilości materiałów					
Wydanie żądanej ilości materiałów i ewidencja w kartotece ilościowej					
Wycena dokumentu i ewidencja w kartotece ilościowo-wartościowej					
Ewidencja i rozliczenie kosztów zużycia materiałów					

→ przesłanie dokumentu

→ przechowywanie w kartotece lub archiwowanie

 dokument tradycyjny

Rys. 5.4. Schemat obiegu dokumentu

Aby dokonać pełnego, wyczerpującego opisu dokumentów, należy, po sporządzeniu dla nich schematu obiegu, przystąpić do *określenia pojemności informacyjnej* dokumentów obiegowych i kartotek, na formularzu w układzie wg rys. 5.5.

Takie informacje, jak nazwę dokumentu, liczbę porządkową dokumentu oraz symbol klasyfikacyjny dokumentu, podaje się na podstawie formularza dotyczącego spisu dokumentów (patrz rys. 5.2 i rys. 5.3). W kolumnie 1 należy wyszczególnić tylko te informacje, które będą brały udział w systemie APD. Natomiast w kolumnie 2 należy określić

powtarzalność wyszczególnionych zapisów w kolumnie 1. Ponieważ przy projektowaniu systemu APD trzeba dla poszczególnych zapisów (danych) zarezerwować strefy o stałej ilości znaków w maksymalnej ich długości, w rubryce 3 podano maksymalną ilość znaków, jaka występuje w danym zapisie. Długość zapisu wyraża się w znakach numerycznych (N) i alfanumerycznych (AN).

Nazwa dokumentu:			Numer dokumentu:	Symbol klasyfikacyjny dokumentu:
Lp.	Nazwa zapisu	Powtarzalność zapisu	Maksymalna długość zapisu w znakach N lub AN	Ilość znaków „2x3”
0	1	2	3	4
X	Razem znaków	X	X	

Rys. 5.5. Charakterystyka pojemności informacyjnej dokumentu

*Znak numeryczny (N)* — jest to element zbioru symboli cyfr dziesiętnych oraz symboli znaków plus, minus i punktu dziesiętnego.

*Znak alfanumeryczny* — to znak litery alfabetu lub cyfry albo znaku przestankowego czy przerwy międzyliterowej.

Końcowym efektem sporządzenia charakterystyki pojemności informacyjnej dokumentu obiegowego jest obliczenie łącznej ilości znaków przetwarzanych, czyli wypełnienie kolumny 8 i jej podsumowanie. Charakterystyki pojemności informacyjnej kartoteki dokonuje się na tym samym formularzu, oddzielnie dla:

- opisu pozycji ewidencjonowanej w kartotece,
- zapisów transakcyjnych, dotyczących ewidencjonalnej pozycji.

*Zapis transakcyjny* — jest to zapis rejestrujący zaistniały fakt ewidencyjny.

Sporządzona w ten sposób charakterystyka pojemności informacyjnej poszczególnych typów dokumentów jest podstawą do sporządzenia zestawienia ilości dokumentów i bilansu danych (patrz paragraf 5.3.4). Ponadto charakterystyka ta spełni poważną rolę na etapie tak wstępnego, jak i szczegółowego projektowania SAPD.

Z uwagi na zróżnicowaną intensywność procesów przetwarzania informacji w poszczególnych dniach miesiąca należy sporządzić *harmonogram sływu dokumentów* na formularzu według rys. 5.6.



Lp.	Nazwa dokumentu	Ilość spływających							dokumentów					
		kolejne dni							miesiąca					
		1	2	3	4	5	6	7	27	28	29	30	31	
	Razem													

Rys. 5.6. Harmonogram spływu dokumentów

### 5.3.4. Zestawienie ilości dokumentów i bilans danych

Dla wstępnego określenia „mocy przerobowej” EMC, urządzeń przygotowujących maszynowe nośniki informacji oraz dla należytego zaplanowania prac przygotowawczych do uruchomienia elektronicznego systemu przetwarzania, należy opracować zestawienie ilości przetwarzanych dokumentów i bilans zawartych na nich danych.

Czynność tę wykonujemy dla dokumentów obiegowych i kartotek na formularzach według rys. 5.7 i rys. 5.8. Sposób wypełnienia formularza dotyczącego zestawienia ilości dokumentów i bilansu danych (rys. 5.7) nie wymaga żadnego komentarza. Należy natomiast wyjaśnić

Lp.	Nazwa dokumentu	Symbol klasyfikacyjny dokumentu (kod)	Termin spływu dokumentów	Ilość spływających dokumentów		Ilość znaków N i AN	Ilość znaków przetwarzanych	
				miesięcznie	rocznie		miesięcznie „4×6”	rocznie „5×6”
0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ogółem							

Rys. 5.7. Zestawienie ilości dokumentów obiegowych i bilans danych

sposób wypełnienia niektórych rubryk formularza, dotyczącego zestawienia ilości kartotek i bilansu informacji, sporządzonego według rys. 5.8. Dane do rubryki 1 i 2 czerpiemy z paragrafu 5.3.2, natomiast ilość dokumentów transakcyjnych lub modyfikujących zapisy w kartotece (rubryki 4 i 5) obliczamy jako sumę tych wszystkich dokumentów (w miesiącu i roku), które według schematów powiązań informacji

zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi (patrz paragraf 5.3.6) wpływają na zmianę treści zapisów w danej kartotece. W rubryce 6 wpisujemy tylko liczbę znaków stałego opisu pozycji ewidencjonowanej w kartotece (patrz paragraf 5.3.3) oraz jednego zapisu transakcyjnego.

Lp.	Nazwa kartoteki	Symbol klasyfikacyjny kartoteki (kod)	Stala ilość ewidencjonowanych pozycji	Ilość dokumentów transakcyjnych lub ewidencjonowanych		Średnia ilość znaków N i AN	Średnia ilość znaków w kartotece „3×6”
				miesięcznie	rocznie		
0	1	2	3	4	5	6	7
×	Ogółem	×					

Rys. 5.8. Zestawienie ilości kartotek i bilans danych

### 5.3.5. Schemat powiązań dokumentów

Po sporządzeniu opisu poszczególnych dokumentów występujących w badanym systemie przetwarzania należy przystąpić do wykreślenia „Schematu powiązań dokumentów”.

Przedstawiony wyżej analityczny opis dokumentów obiegowych i kartotek nie pozwala jednak jeszcze wyrobić sobie wystarczająco systematycznego poglądu o całości badanego systemu. Stąd opis analityczny systemu musi być uzupełniony opisem syntetycznym, ilustrującym wszystkie zbadane dokumenty w ich wzajemnym związku.

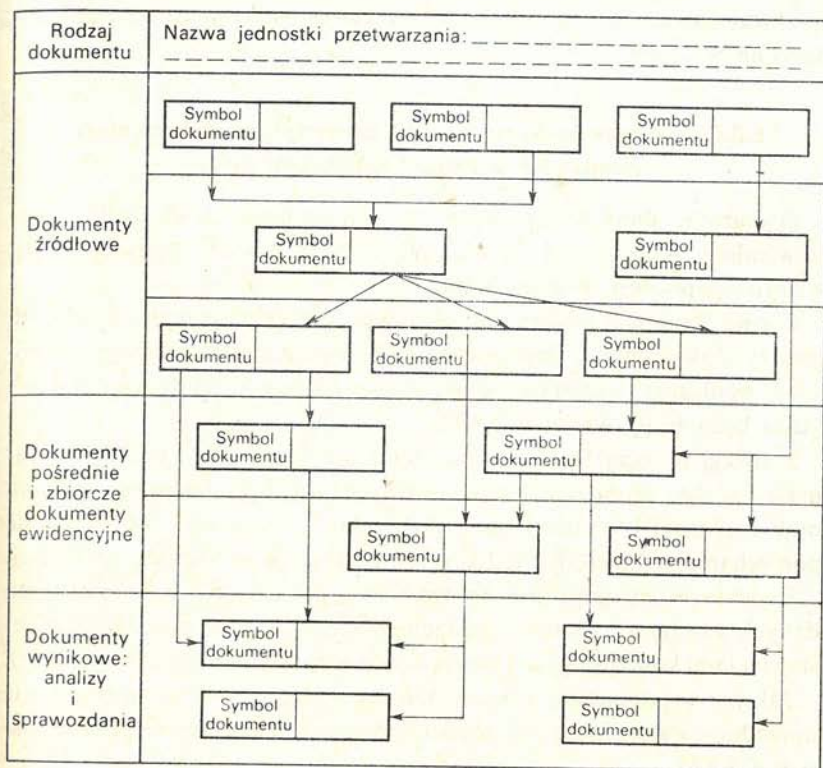
Schemat powiązań dokumentów stanowi zbiór graficznych symboli odpowiadających poszczególnym rodzajom dokumentów, połączonych liniami reprezentującymi przepływ informacji między dokumentami.

Ze względu na wzajemne powiązania różnych rodzajów dokumentów oraz dla zapewnienia wystarczającej czytelności schematu, jak i ułatwienia jego analizy, poszczególne dokumenty dotyczące badanej jednostki przetwarzania należy na płaszczyźnie rysunku pogrupować w odpowiedni sposób<sup>5</sup>. Mianowicie dokumenty *źródłowe* powinny znajdować

<sup>5</sup> Proponowane grupowanie dokumentów uzależnione jest od badanej jednostki przetwarzania, która decyduje o takim czy innym ich podziale. Odsyła się więc czytelnika, dla szczegółowego zapoznania się ze schematami grupowania dokumentów w systemie przetwarzania informacji, do pracy [3].



się w górnym poziomie schematu, *pośrednie* w środkowej jego części, natomiast dokumenty *wynikowe* w najniższym poziomie schematu. Powyższy układ prezentuje rys. 5.9. Na schemacie tym wszystkie dokumenty danej jednostki przetwarzania pogrupowano zgodnie z zasadami przyjętymi w paragrafie 5.3.2. Pogrupowane dokumenty wykreślono następnie w postaci prostokątów, w których wpisano nazwę każdego dokumentu wraz z ustalonym symbolem klasyfikacyjnym (kodem).



Rys. 5.9. Schemat powiązań dokumentów

Linie o strzałkach zwróconych w kierunku danego dokumentu oznaczają informacje potrzebne do jego opracowania i pobierane z innych dokumentów. Natomiast linie wychodzące z dokumentu oznaczają informacje pobierane z analizowanego dokumentu, a przeznaczone i przekazywane dla opracowania następných z kolei dokumentów.

Każda linia odpowiada nie jednej, ale wszystkim informacjom przepływającym z jednego dokumentu na drugi.

Schemat powiązań dokumentów sporządzony według tych zasad opisuje w sposób szczegółowy dotychczasowy system przetwarzania danej jednostki. Pozwala śledzić, analizować i wykrywać powiązania różnych dokumentów. Ponadto schemat ten jako dokument stanowi podstawową pomoc przy sporządzaniu „Schematu powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi”. Przykład fragmentu schematu powiązań dokumentów w zakresie gospodarki zatrudnieniowo-płacowej przedsiębiorstwa maszynowego podano na rys. 5.10.

### **5.3.6. Schemat powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi**

Powiązanie danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi można przedstawić dwoma sposobami, tj. w formie opisowej oraz graficznej.

Forma opisowa polega na słownym opisaniu przepływu danych między dokumentami źródłowymi a zestawieniami końcowymi. Opisowi podlegają wszystkie, dostatecznie masowo występujące dane, które będą brały udział w SAPD.

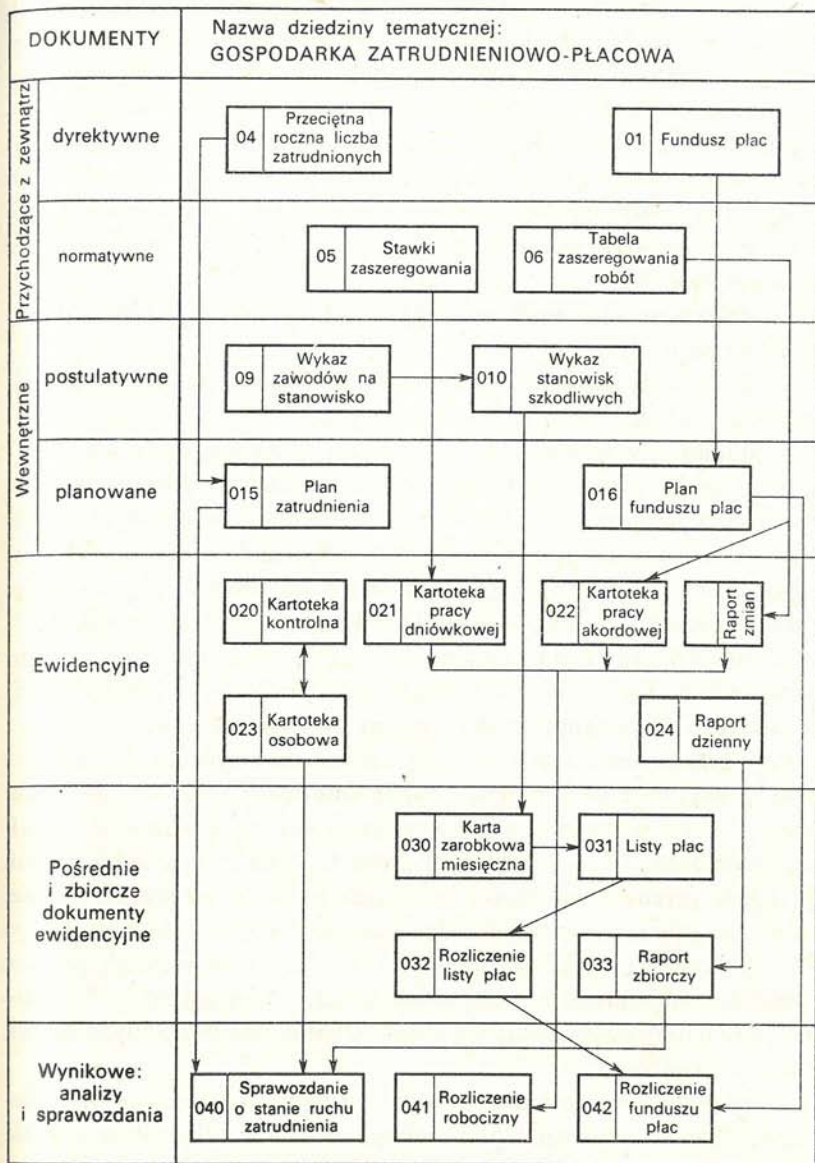
Z uwagi na uciążliwość sporządzenia słownego opisu przepływu danych i wobec braku możliwości uchwycenia całości badanego systemu oraz trudności w zapamiętaniu dużej ilości informacji, proponuje się poniechanie tej metody, na korzyść zastosowania metody graficznej.

Podstawowym sposobem sporządzania graficznego opisu powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych oraz pośrednich z zestawieniami końcowymi jest sporządzenie jego schematu (patrz rys. 5.11).

Jak już wspomniano, schemat ten sporządzony zostaje na podstawie uprzednio wykreślonego schematu powiązań dokumentów (patrz paragraf 5.3.5).

Na schemacie (rys. 5.11) dokumenty źródłowe kreślimy w postaci prostokątów, które dzielimy na mniejsze części, tzw. „klatki”. Poszczególnym „klatkom” przyporządkujemy tylko te informacje, które będą brały udział w automatycznym przetwarzaniu informacji. W naszym przypadku będą nimi wszystkie zebrane dane przedstawione na schematach dotyczących charakterystyki pojemności informacyjnej dokumentów (patrz rys. 5.5). Ze względu na małą wielkość „klatek”





Rys. 5.10. Fragment schematu powiązań dokumentów w zakresie gospodarki zatrudnieniowo-płacowej przedsiębiorstwa maszynowego

dane należy oznaczać dowolnymi symbolami. Znaczenie poszczególnych symboli należy dokładnie określić w legendzie zamieszczonej na schemacie. Następnie dla identyfikacji dokumentów źródłowych należy w pierwszej „klatce” zaznaczyć symbol lub kod dokumentu, jaki występuje w spisie (patrz rys. 5.2). Dla zapewnienia wystarczającej czytelności schematu oraz ułatwienia analizy przepływu badanych informacji należy poszczególne dokumenty na schemacie pogrupować. Czynność tę można wykonać według przyjętej zasady, jak na rys. 5.9 (patrz paragraf 3.5), tzn.:

— dokumenty źródłowe powinny znajdować się w górnym poziomie schematu,

— dokumenty pośrednie w części środkowej lub po drugiej stronie schematu, obok dokumentów źródłowych,

— dokumenty wynikowe w najniższym poziomie schematu.

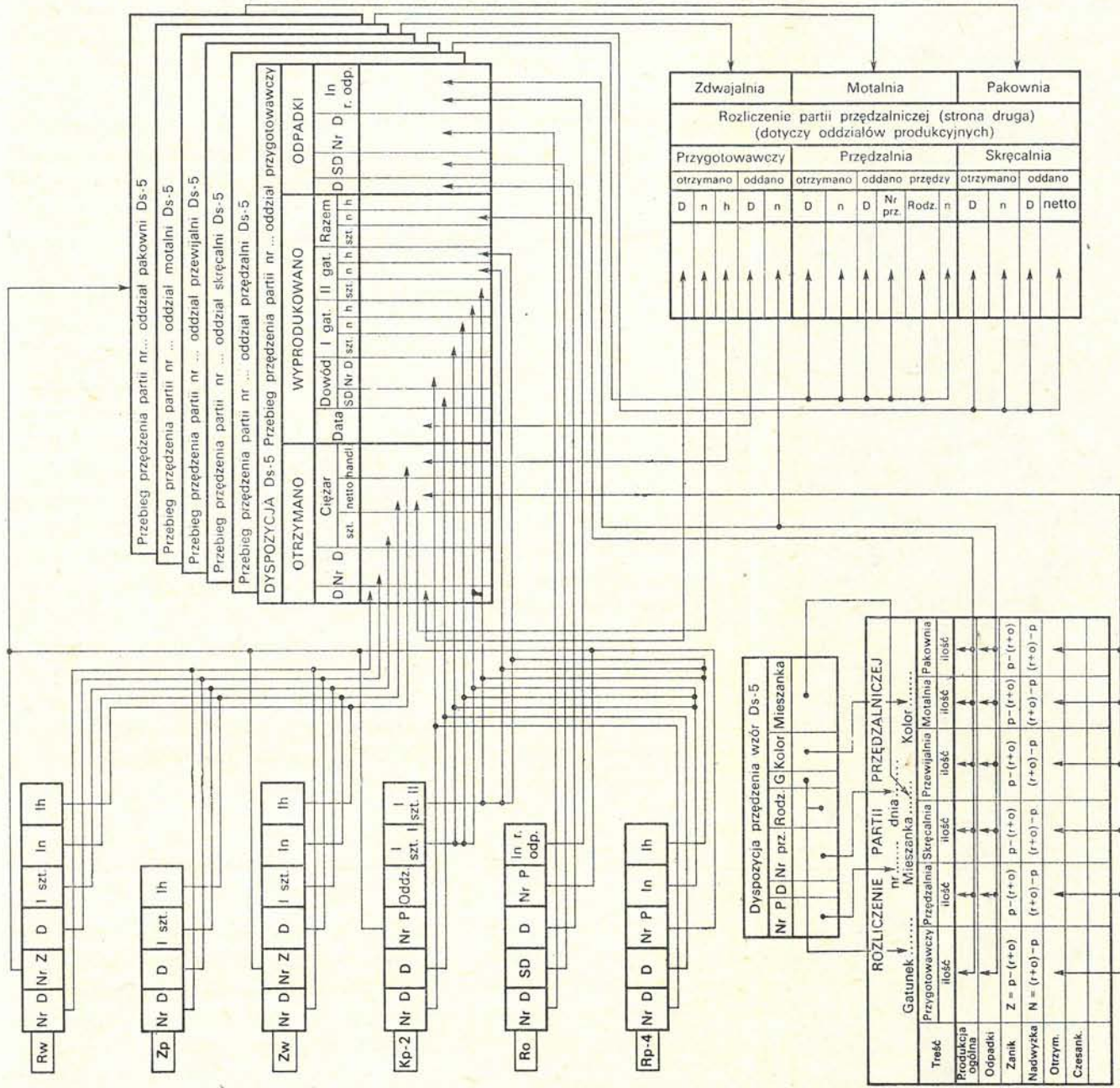
Powiązanie danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi przedstawiamy za pomocą linii. Z uwagi na występowanie w tradycyjnym systemie przetwarzania różnych rodzajów zapisów oraz kontroli ich zgodności należy zastosować umowne linie, a znaczenie ich wyjaśnić w legendzie. Linie o strzałkach zwróconych w kierunku danego zestawienia oznaczają informacje potrzebne do jego opracowania. Każda linia odpowiada *jednej* informacji przepływającej z badanego dokumentu źródłowego na dane zestawienie.

Przy przenoszeniu zapisów mamy czasem do czynienia z elementarnym przekształceniem przenoszonych informacji, jak np. jednostki miary, czy też przeniesienie tylko części zapisu itp. Najczęściej jednak zapisy przenoszone są bezpośrednio bez żadnych zmian. Jeżeli jednak w trakcie przenoszenia zapisu informacji zachodzi jej przekształcenie, należy to zaznaczyć w odpowiedniej „klatce” dokumentu pośredniego lub wynikowego, definiując dane przekształcenie wzorem lub podając ewentualne objaśnienie na skierowanej strzałce lub w legendzie. W miarę potrzeby należy także podać algorytmy wypełniania pozostałych rubryk zestawień końcowych.

Uwzględniając poczynione założenie o zakresie przedstawionej metodyki (patrz podrozdział 5.1), należy omawiany schemat sporządzić osobno dla każdej jednostki przetwarzania w ramach badanej dziedziny tematycznej.

Przez *dziedzinę tematyczną* lub *agendę przetwarzania* będziemy rozumieli odcinki procesu przetwarzania danych, które mogą być samodzielnie projektowane i eksploatowane.



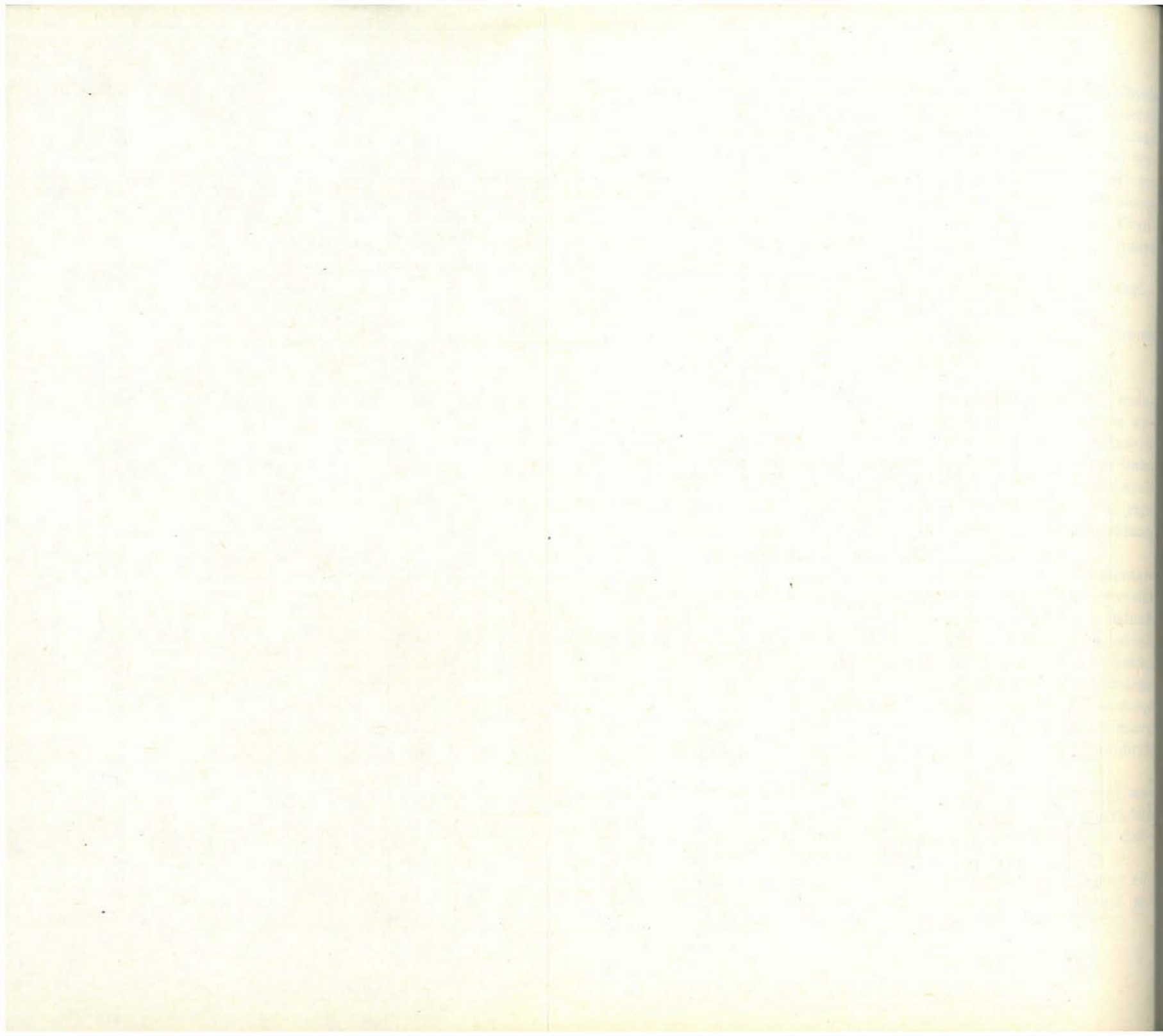


zapisy bieżące  
 Nr D – numer dowodu  
 Nr Z – numer zlecenia (partii)  
 D – data  
 I szt. – ilość sztuk kłębów  
 In – ilość netto  
 Ih – ilość handlowa  
 Nr P – numer partii

Oddz. – oddział  
 I szt. I – ilość sztuk I gatunku  
 I szt. II – ilość sztuk II gatunku  
 SD – symbol dowodu  
 In r. odp. – ilość netto rodzajów odpadków  
 J – jakość  
 n – netto  
 h – handlowa

G – gatunek  
 Rodz. – rodzaj  
 Z – zanik  
 N – nadwyżka  
 p – przychód  
 r – rozchód  
 o – odpadki

Rys. 5.11. Schemat powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi ewidencji i rozliczeń surowcowych przedsiębiorstwa włókienniczego





Przykładem dziedziny tematycznej jest:

- 1) planowanie i ewidencja działalności podstawowej (produkcji, obrotu lub usług),
- 2) techniczne przygotowanie działalności podstawowej,
- 3) gospodarka materiałowa,
- 4) gospodarka wyrobami gotowymi (towarami lub usługami),
- 5) gospodarka środkami trwałymi,
- 6) gospodarka zatrudnieniowo-płacowa,
- 7) koszty własne itp.

*Jednostka przetwarzania* jest członem zamkniętej dziedziny tematycznej. Przykładowo dla gospodarki materiałowej (dziedzina 3) możemy wyróżnić m.in. następujące jednostki przetwarzania:

- planowanie zużycia materiałów,
- ewidencja stanów i obrotów materiałów,
- planowanie zaopatrzenia materiałowo-technicznego,
- rozliczenie zużycia materiałów,
- planowanie i kontrola realizacji dostaw,
- kontrola zabezpieczenia produkcji w materiały itp.

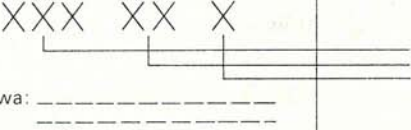

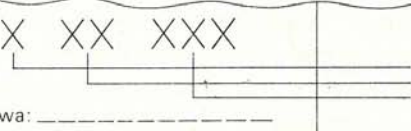
W zależności od skomplikowania procesu przepływu danych z dokumentów źródłowych do żądanych zestawień końcowych w badanej jednostce przetwarzania schemat sporządzamy dla jednego lub kilku związanych ze sobą zestawień końcowych. Graficzne wykreślenie takiego schematu jest pomocniczym narzędziem dla projektanta przy sporządzaniu schematu ideowego zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej oraz ułatwia uchwycenie wszystkich informacji, które będą brały udział w SAPD.

Przykład graficznego schematu powiązań danych zawartych na dokumentach źródłowych z zestawieniami końcowymi w zakresie ewidencji i rozliczeń surowcowych przedsiębiorstwa włókienniczego podano na rys. 5.11.

### 5.3.7. Opis i liczbowa charakterystyka stosowanej symboliki

Elektroniczna maszyna cyfrowa dla sprawnej realizacji przetwarzania informacji wymaga dokładnych i elastycznie zaprojektowanych symboli wszystkich zasadniczych wielkości, biorących udział w przetwarzaniu. Dlatego niezbędną czynnością opisu istniejącego systemu przetwarzania danych badanego przedsiębiorstwa jest dokonanie charakterystyki zastosowanej symboliki.

Opisowi powinny podlegać wszystkie stosowane systemy oznaczeń (symboli) cech systematyzujących i informacyjnych: oznaczenia rysunków, wyrobów gotowych, zespołów i części, surowców i materiałów, urządzeń produkcyjnych, operacji technologicznych, jednostek miary, rodzajów dowodów obrachunkowych kont księgowych, odbiorców wyrobów, dostawców materiałów, zawodów personelu, grup zaszerogowania, numerów kontrolnych robotników i pracowników administracyjnych i in. Badaną symbolikę należy przedstawić według rys. 5.12.

Lp.	Nazwa i struktura symbolu	Nazwa i ilość znaków
1		
		
		

Rys. 5.12. Budowa stosowanej symboliki

Dokonując liczbowej charakterystyki stosowanej symboliki należy określić jej strukturę, tj. zestaw symboli cyfrowych, cyfrowo-literowych i literowych, z podaniem ilości znaków. Na rysunku ilość znaków cyfrowych i literowych zaznaczono krzyżykami (XX...). Natomiast przy słownym opisie omawianej symboliki należy stwierdzić, czy oznaczenia cyfrowe i literowe cech informacyjnych i systematyzujących posiadają przejrzysty układ, łatwą zapamiętalność oraz uwzględniają możliwość ich uzupełniania bez naruszania ustalonego systemu oznaczeń cyfrowych i literowych. Przede wszystkim należy stwierdzić, w jakim stopniu stosowana symbolika jest przydatna dla projektowania systemu przetwarzania danych.



#### 5.4. ANALIZA ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU PRZETWARZANIA DANYCH

Po dokończeniu opisu istniejącego systemu przetwarzania danych należy przystąpić do analizy zagadnienia lub zagadnień, których ten system dotyczy.

W trakcie przeprowadzenia analizy należy pamiętać o celach jej opracowania. Cele te zostały wyszczególnione w podrozdziale 5.1.

Z uwagi na poczynione założenie odnośnie do przedstawionej metody omówiona zostanie analiza cząstkowa<sup>6</sup>, dotycząca:

- badanej jednostki przetwarzania,
- zakresu i kolejności realizacji automatycznego przetwarzania pozostałych dziedzin tematycznych przedsiębiorstwa.

Danymi wyjściowymi dla przeprowadzenia analizy cząstkowej są poszczególne elementy opisu systemu przetwarzania przedstawione w poprzednim podrozdziale.

Przy analizie poszczególnych jednostek przetwarzania, wchodzących w skład danej dziedziny tematycznej, szczególna uwaga powinna być zwrócona na następujące elementy<sup>7</sup>:

1) ocenę stanu dokumentacji źródłowej, sposób wypełniania dokumentów, prawidłowość obiegu dokumentów, możliwość zmniejszenia liczby egzemplarzy dokumentów (w przypadku gdy dokumenty wypełniane są w kilku egzemplarzach przez kalkę), możliwość uproszczenia obiegu dokumentów przez wyeliminowanie zbędnych ogniw i zmniejszenie liczby osób wypełniających ten sam dokument;

2) stopień równomierności splotu dokumentów do komórki przetwarzania (w praktyce fakt nierównomiernego splotu dokumentów źródłowych do opracowań stanowi poważną trudność w zabezpieczeniu rytmiczności obciążenia urządzeń towarzyszących EMC; analiza w tym zakresie powinna zmierzać do likwidacji gromadzenia dokumentów w komórkach ich wypełniania i masowego przekazywania dopiero w końcu miesiąca);

3) układ, kompletność i zakres informacji na dokumentach, z których dane będą przenoszone na maszynowe nośniki informacji, tj. karty lub taśmy papierowe;

<sup>6</sup> Z analizą realizującą pozostałe cele jej opracowania zapozna się czytelnik w pracy [3].

<sup>7</sup> Por. [13].

4) uchwycenie podstawowych kartotek, na podstawie których można utworzyć zbiory zapisów danych stałych<sup>8</sup>;

5) uchwycenie zbiorów transakcyjnych<sup>9</sup>, na podstawie których będzie można tworzyć zbiory zapisów danych zmiennych<sup>10</sup>;

6) ocenę jakości stosowanego systemu symboli, konieczność wprowadzenia zmian i uzupełnień w zakresie kodów;

7) niezbędne rodzaje i układy wydawnictw na potrzeby przedsiębiorstwa, władz zwierzchnich, GUS-u itp.

Obok problemów wyżej wymienionych, w ramach poszczególnych dziedzin przetwarzania występować mogą zagadnienia szczegółowe, wymagające również analizy. Przykładem takich zagadnień w przedsiębiorstwach o produkcji seryjnej mogą być stany zapasów części w magazynie półfabrykatów, wielkości stosowanych w produkcji serii obrabianych części w przedsiębiorstwach o produkcji małoseryjnej i jednostkowej, sposób i podstawa sporządzania cyklogramów produkcji, możliwość i zakres stosowania jednostek terminów w planowaniu produkcji itp.

Przystępując do analizy dotyczącej poglądu na zakres i kolejność realizacji automatycznego przetwarzania danych bierzemy pod uwagę następujące czynniki, ogólnie wyznaczające potrzeby automatyzacji dla każdej dziedziny tematycznej:

— rangę danej dziedziny tematycznej zastosowań z punktu widzenia potrzeb przedsiębiorstwa i gospodarki narodowej,

— możliwość podniesienia poziomu zarządzania przez uzyskanie informacji prawdziwych, szybkich, terminowych i dokładnych,

— miejsce danej dziedziny tematycznej w procesie przetwarzania,

— ilość rodzajów i powtarzalność dokumentów,

— dotychczasową pracochłonność i koszt przetwarzania,

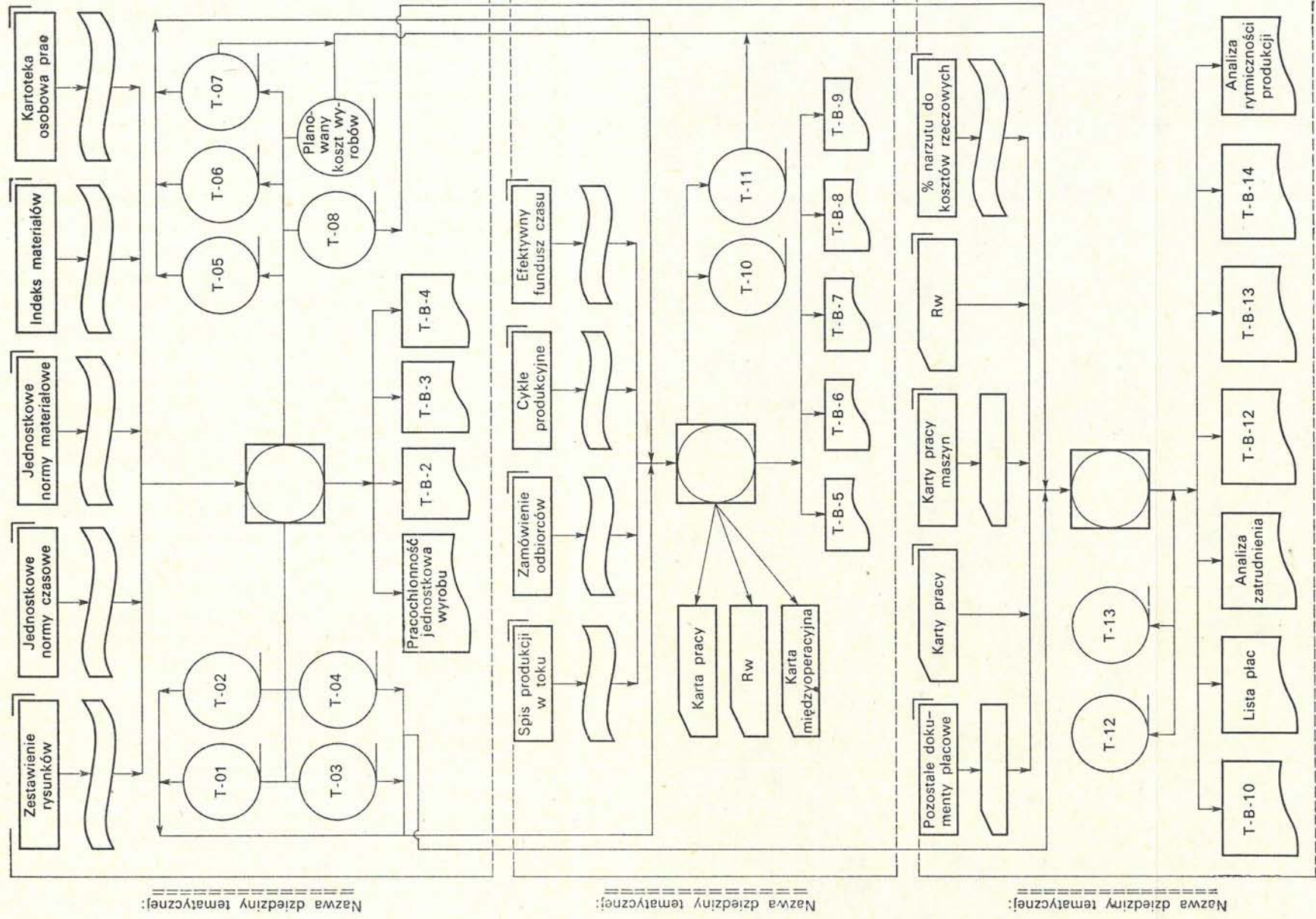
— stopień naruszenia dotychczasowej organizacji przez wdrożenie systemu automatyzacji przetwarzania danych,

— skutki błędnego funkcjonowania zautomatyzowanego systemu przetwarzania danych.

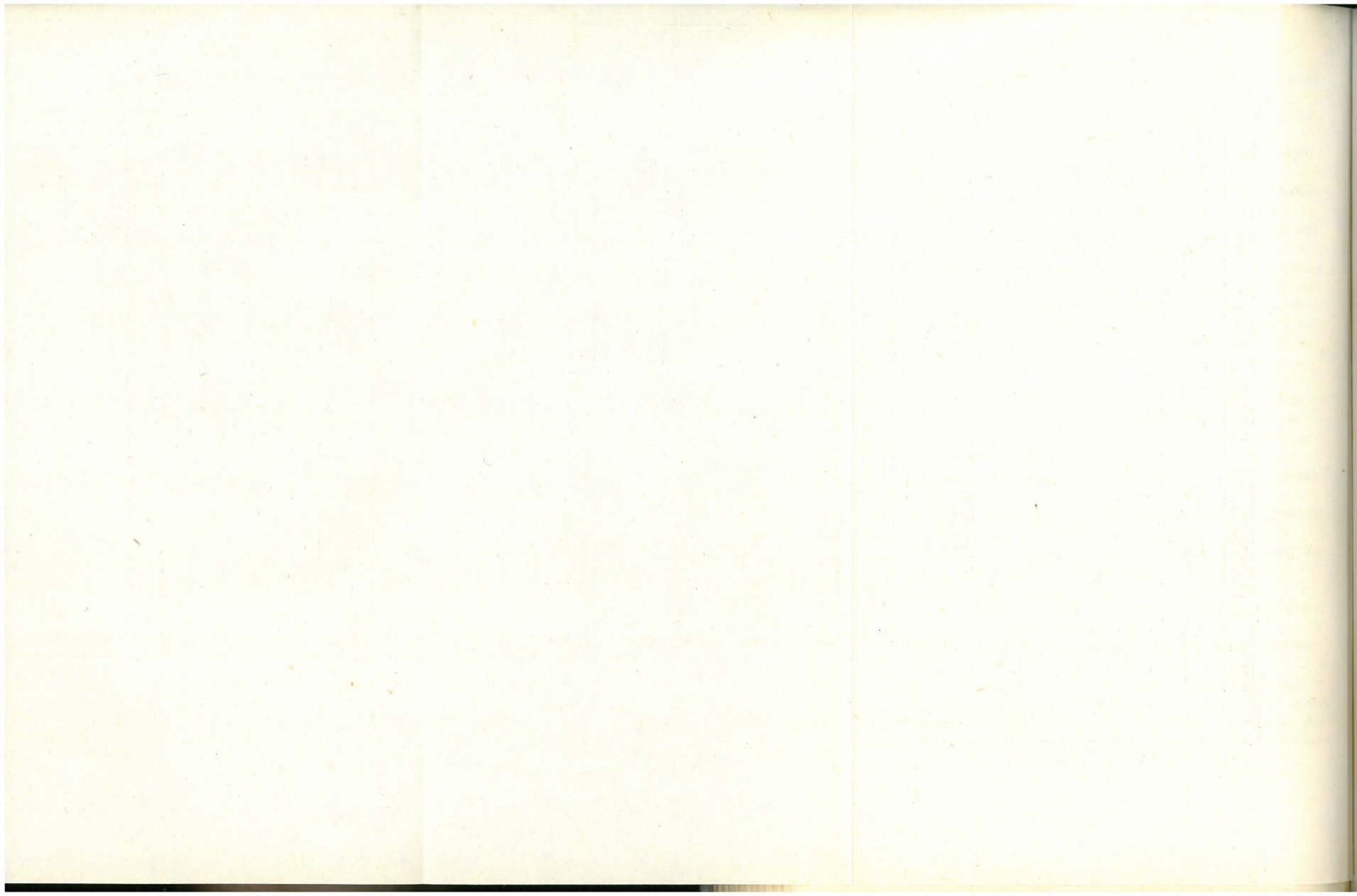
Rangę danej dziedziny tematycznej oraz możliwości podniesienia poziomu zarządzania za pomocą automatyzacji przetwarzania informacji ocenia kierownictwo przedsiębiorstwa na podstawie swego doświadczenia i swojej opinii, preferując te odcinki, których usprawnienie uważa za decydujące dla działalności całego przedsiębiorstwa.

<sup>8</sup>, <sup>9</sup>, <sup>10</sup> Wymienione pojęcia są określone w rozdz. 6 i 7.





Rys. 5.13. Schemat ideowy zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej





Miejsce poszczególnych dziedzin tematycznych w procesie przetwarzania ocenia prowadzący analizę dotychczasowego systemu, preferując te zastosowania, których automatyzacja nie jest uwarunkowana automatyzacją innych dziedzin, które same z kolei warunkują automatyzację przetwarzania informacji w innych dziedzinach.

Dane liczbowe do określenia ilości rodzajów i powtarzalności przetwarzanych dokumentów czerpiemy ze zbiorczego zestawienia ilości dokumentów i bilansu danych (patrz paragraf 5.3.4). Automatyzacja przetwarzania danych jest szczególnie efektywna, gdy mamy do czynienia z dużą liczbą przetwarzanych dokumentów, przy stosunkowo niewielkim ich asortymencie. Istotna jest zatem dla porównania nie ogólna liczba dokumentów źródłowych w danej dziedzinie tematycznej, lecz przeciętna ich ilość, przypadająca na jeden rodzaj dokumentów.

Pracochłonność i koszt przetwarzania należą do czynników ściśle wymiernych. Ich ocenę przeprowadzamy na podstawie sporządzonego zbiorczego zestawienia pracochłonności oraz kosztów przetwarzania<sup>11</sup>.

Formułując zakres automatyzacji według dziedzin tematycznych, należy wnikliwie analizować te dziedziny, w których automatyzacja przetwarzania informacji silnie narusza istniejący system organizacyjny oraz gdzie skutki błędnego funkcjonowania i zautomatyzowania są szczególnie dotkliwe dla działalności przedsiębiorstwa, np. w płacach, planowaniu operatywnym, ewidencji produkcji itp.

Odrębnym problemem jest zakres analizy w przedsiębiorstwach stojących już na niektórych odcinkach EMC lub MLA i które mają zamiar podjąć dalsze prace w tym kierunku. W tym przypadku należy uwzględnić dziedziny tematyczne już zmechanizowane i włączyć je w jeden całościowy system, a dotycząca tego problemu analiza powinna wskazać celowość przejścia zmechanizowanego systemu na automatyzowany system przetwarzania danych.

Prezentacją graficzną zamykającą etap prac związanych z analizą dotyczącą zakresu i kolejności realizacji automatyzacji przetwarzania danych jest schemat ideowy zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej (rys. 5.13). Schemat ten ujmuje ogólną koncepcję zastosowania ETO, z podaniem podstawowych dokumentów źródłowych, nośników informacji, zbiorów zapisów danych stałych w pamięci maszyny oraz zestawień końcowych. Na płaszczyźnie rysunku elementy te należy zaznaczyć odpowiednim symbolem graficznym. Oznaczenie to

<sup>11</sup> Patrz [3], s. 24.

może być słowne lub cyfrowe. W tym ostatnim przypadku treść dotycząca danego symbolu powinna być wyjaśniona w legendzie. W ten sposób sporządzony schemat służy przede wszystkim kierownictwu przedsiębiorstwa w celu zorientowania się w zakresie i możliwości zastosowania ETO oraz podejmowania decyzji co do kierunku prac, jak również projektantom w celu konieczności zabezpieczenia powiązań między dziedzinami tematycznymi przy zintegrowanym systemie automatycznego przetwarzania informacji.

#### 5.5. WNIOSKI DO PROJEKTU SYSTEMU AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Zebrany podczas opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych obszerny materiał informacyjny pozwala na formułowanie wstępnych wniosków dotyczących wprowadzenia koniecznych zmian, uproszczeń, dodatkowych informacji itp. Wnioski te powinny wskazywać na konkretne sposoby zmierzające do usprawnienia procesu przetwarzania danych w przedsiębiorstwie. Konkretna treść wniosków będzie w każdym przypadku inna. Zależać będzie od ogólnej oceny stanu faktycznego oraz od poziomu organizacyjnego przedsiębiorstwa, a także od rodzaju i zakresu automatyzacji, jaka może być zastosowana w przedsiębiorstwie.

Wnioski te powinny dotyczyć następujących zagadnień:

1) zmian organizacyjnych w przedsiębiorstwie w powiązaniu z procesem APD, np. w zakresie:

a) symbolizacji dokumentów,

b) obiegu dokumentów,

c) organizacji odpowiednich komórek, w których odbywa się proces przetwarzania itp.;

2) wszystkich elementów wyszczególnionych przy analizie jednostek przetwarzania (patrz podrozdział 5.4);

3) rodzajów maszynowych nośników informacji, zbioru zapisu danych stałych i zmiennych oraz ilości tabulogramów (zestawień końcowych), w rozbiciu na poszczególne dziedziny tematyczne;

4) wytypowanie dziedziny tematycznej, która ze względu na swoją rangę w procesie APD będzie punktem wyjściowym do zastosowania EMC w zarządzaniu przedsiębiorstwem przemysłowym;

5) etapowość wdrażania systemu w ramach zintegrowanego lub kompleksowego SAPD;



6) wielkość oraz obsada zakładowej komórki przetwarzania danych.

Wyżej wyszczególnione wnioski do projektu systemu przetwarzania danych zamykają etap opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych przedsiębiorstwa przemysłowego. Informacje zebrane na tym etapie, o sposobie funkcjonowania dotychczasowego systemu przetwarzania danych i o potrzebach badanego przedsiębiorstwa, pozwolą z kolei przystąpić do opracowania projektu wstępnego, a następnie szczegółowego projektu systemu automatyzacji przetwarzania danych.

Na zakończenie należy nadmienić, że nie wszystkie spośród przedstawionych elementów opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych muszą być w każdym przypadku stosowane. W zależności od stopnia złożoności opisywanego systemu oraz od zadania postawionego przed projektantami i organizatorami wdrażającymi elektroniczną technikę obliczeniową, szczególny nacisk należy położyć tylko na niektóre z tych elementów, inne natomiast mogą być częściowo lub w całości pominięte.

Pod tym względem sytuacja w każdym przedsiębiorstwie jest różna, stąd niemożliwością jest podanie ścisłych reguł przy realizacji poszczególnych elementów przedstawionej metodyki opisu i analizy istniejącego systemu przetwarzania danych.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Dziedziczak I.: *Pomiar danych w systemie informacji przedsiębiorstwa*, „Organizacja — Metody — Technika” 1968, nr 4.
- [2] Gackowski Z.: *Cybernetyczna koncepcja klasyfikacji dokumentów w systemie przetwarzania danych przedsiębiorstwa przemysłowego*, „Organizacja — Samorząd — Zarządzanie” 1965, nr 2.
- [3] Gackowski Z.: *Opis i analiza tradycyjnego systemu przetwarzania danych*, Materiały szkoleniowe CODKK, Warszawa 1966.
- [4] Greniewski M.: *Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych*, Warszawa 1967.
- [5] Muszyński S.: *Maszyny licząco-analityczne w gospodarce materialowej*, Warszawa 1968.
- [6] Nowicki A.: *Opis i analiza istniejącego systemu przetwarzania w zakresie ewidencji i rozliczeń surowcowych przedsiębiorstwa włókienniczego*, „Prace Naukowe WSE we Wrocławiu” 1969, z. 21.
- [7] Obirek B., Tomaszuk E.: *Zasady racjonalizacji wzorów formularzy i dostosowanie dla potrzeb mechanizacji prac administracyjnych — obrachunkowych*, IOMP, Warszawa 1964.

- [8] O'Neal L. R.: *Elektroniczne systemy przetwarzania danych*, Warszawa 1969.
- [9] Ramułt A., Sztajer J.: *Automatyczne przetwarzanie danych w przedsiębiorstwie*, Materiały TNOiK, Wrocław 1968.
- [10] Sowa K.: *Efektywność przetwarzania danych gospodarczych*, Warszawa 1968.
- [11] Szaniawska M.: *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania w przedsiębiorstwach*, Warszawa 1967.
- [12] Walczak T.: *Maszyny liczące, mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych*, Warszawa 1968.



## 6. PROJEKTOWANIE DANYCH I WYNIKÓW

### 6.1. ZAKRES INFORMACJI NA DOKUMENTACH ŹRÓDŁOWYCH

Podstawowym celem zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych jest szybkie uzyskanie informacji o zachodzących zjawiskach gospodarczych. Aby osiągnąć ten cel, maszyna cyfrowa powinna otrzymać odpowiednie dane o przebiegu zjawisk, przy czym zakres i dokładność tych danych rzutują na wartość użyteczną wyników końcowych.

Instrumentem służącym do rejestrowania informacji źródłowej, którą następnie przenosi się do maszyny cyfrowej, jest *dokument ewidencyjny źródłowy* jako nośnik informacji. Aby spełniał on powyższy warunek, powinien posiadać odpowiedni zakres informacji, zarówno tej, która ma być poddana opracowaniu, jak również i tej, która jest już wynikiem wcześniejszego przetwarzania danych.

W przedsiębiorstwie przemysłowym dokumentacja ewidencyjna źródłowa powinna dostarczać danych o stanie i ruchu:

- przedmiotów pracy,
- środków produkcji,
- siły roboczej.

Oddzielną grupę dokumentacji źródłowej stanowi dokumentacja ewidencjonująca zamierzenia przedsiębiorstwa i podstawę tych zamierzeń. Jest to dokumentacja normatywno-planistyczna.

Celem ewidencji źródłowej, prowadzonej na formularzach dokumentacji, jest uzyskanie pełnej i obiektywnej informacji o podstawowych elementach działalności produkcyjnej przedsiębiorstwa. Ze względu na to, że działalność produkcyjną przedsiębiorstwa charakteryzuje duża różnorodność operacji gospodarczych, konieczne jest stosowanie różnych rodzajów dokumentacji źródłowej. Z kolei treść dokumentu

źródłowego jest uzależniona od rodzaju operacji. Stąd też informacje na dokumencie źródłowym można podzielić na:

- informacje stałe,
- informacje zmienne.

Jako przykład informacji *stałych* można wymienić informacje normatywne, ceny itp.

Do informacji *zmiennych* będziemy zaliczali wszystkie wskaźniki ewidencji źródłowej, np. godziny przepracowane, ilość pobranego materiału oraz wskaźniki planowania operatywnego.

Z punktu widzenia przetwarzania danych za pomocą maszyn liczących, informacje na dokumentach źródłowych można podzielić na (oczywiście podział ten uwzględnia również informacje stałe i zmienne):

- informacje *podlegające przetwarzaniu* (przenoszone do maszyny),
- informacje *nie podlegające przetwarzaniu* (nie przenoszone do maszyny).

Przy ustalaniu zakresu informacji na poszczególnych dokumentach źródłowych należy brać pod uwagę następujące zasady:

- zakres informacji na dokumencie powinien odpowiadać istniejącemu w przedsiębiorstwie systemowi ewidencyjnemu,

- zakres informacji powinien być ograniczony do niezbędnego minimum, jednak umożliwiający uzyskanie maksimum danych zbiorczych,

- przy ustalaniu zakresu informacji powinna być uwzględniona technika opracowania danych zbiorczych; w szeregu przypadków istnieje możliwość wyeliminowania z dokumentu niektórych informacji, przede wszystkim stałych, takich jak ceny ewidencyjne, normy itp.,

- informacje nanoszone na dokument źródłowy powinny być zwarte i jednoznaczne, aby zabezpieczały możliwość zbudowania blankietu dokumentu o odpowiednio małym formacie,

- zakres informacji powinien uwzględniać wymogi formalne.

Dokument źródłowy jako nośnik informacji istniejącego systemu ewidencyjnego w przedsiębiorstwie powinien posiadać tylko i wyłącznie te informacje, które są niezbędne do uzyskania pełnego zakresu danych o zachodzącym zjawisku.

W praktyce bardzo często spotyka się dokumentację, która sporządzona jest „na wyrost”. Posiada ona bowiem szereg pól (z nazwami), które z wielu przyczyn nie są wypełniane, jednocześnie zaś umieszczenie ich spowodowało zmniejszenie powierzchni innych pól, które są istotne dla uzyskania pełnej informacji. Występują również dokumenty, które nie



posiadają wszystkich niezbędnych pól do rejestrowania informacji. Powoduje to konieczność nanoszenia ich w wolnych miejscach, najczęściej na marginesie.

Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku dokumenty takie są niewygodne przy wypełnianiu, tracą na przejrzystości oraz przyczyniają się do powstawania błędów przy ich opracowaniu. Stąd też ustalenie zakresu informacji na dokumentacji źródłowej powinno być dogłębnie przemyślane, aby uzyskać pewność, że na wszystkie pola dokumentu będą nanoszone dane, tym bardziej że masowość występującej dokumentacji źródłowej, np. ewidencjonującej obroty materiałowe, wykonaną produkcję itp., zmusza do bardzo pracochłonnych czynności rejestracyjnych. Z tej racji ustalenie niezbędnego minimum zapisów informacji na dokumentacji przynosi znaczne oszczędności w nakładach pracy.

Również samo zastosowanie maszyn licząco-analitycznych lub elektronicznych maszyn cyfrowych przy przetwarzaniu danych ma wpływ na zakres informacji na dokumentacji źródłowej. Poprzez posiadanie pełnej bazy normatywnej w pamięci maszyny można zakres informacji na dokumencie źródłowym ograniczyć do podstawowych *identyfikatorów*. Na przykład na karcie pracy akordowej wystarczy podać m.in. numer detalu i operacji, a maszyna cyfrowa dobierze pozostałe informacje normatywne (czas jednostkowy, czas przygotowawczo-zakończeniowy itp.). W tej sytuacji podstawowym warunkiem jest odpowiedni wybór identyfikatora, który pozwoli na jednoznaczne zidentyfikowanie i dobranie pozostałych informacji.

Rozwiązanie powyższe nie w każdym warunkach jest możliwe, a ponadto w naszych przedsiębiorstwach jeszcze nie rozpowszechnione, chociażby ze względu na obowiązujące w kraju przepisy. Dlatego te istotne zmiany w dokumentacji — bez wątpienia opłacalne — należy wprowadzać etapami.

Następnym warunkiem, jakiemu powinny odpowiadać informacje nanoszone na dokument źródłowy, jest ich zwięzłość i jednoznaczność. Spełnienie tego warunku jest możliwe tylko poprzez wprowadzenie jednolitej symbolizacji informacji. W praktyce stosuje się symbolizację różnorodną: literową, literowo-cyfrową lub tylko cyfrową.

Symbolizacja, oprócz szeregu innych korzyści, umożliwia zbudowanie dokumentu źródłowego o odpowiednio małych rozmiarach, a ponadto — co jest najistotniejsze — zabezpiecza jednoznaczność interpretacji naniezionej informacji. Ponadto symbolizacja informacji zbudowana

w jednolity sposób, np. cyfrowy, zapewnia możliwość stosowania maszyn liczących.

Oprócz wyżej omówionych zasad ustalania zakresu informacji na dokumencie źródłowym należy również uwzględnić wymogi formalne, jakim powinien odpowiadać dokument źródłowy.

Wymogi te można określić następująco:

— zakres informacji powinien uwzględniać nazwę dokumentu źródłowego oraz nazwę przedsiębiorstwa wystawiającego dokument;

— należy wyszczególnić strony uczestniczące w dokonanej operacji rejestrowanej w dokumencie, przedmiot, ilościowe i ewentualnie wartościowe określenie operacji gospodarczej oraz mierniki, w których jest wyrażona wielkość danej operacji;

— należy uwzględnić datę wystawienia dokumentacji i dokonania operacji (np. datę wydania materiału z magazynu) oraz podpisy osób odpowiedzialnych za dokonanie danej operacji<sup>1</sup>.

Zakres informacji uwzględniający powyższe zasady jest przedstawiony na przykładzie dokumentacji źródłowej, służącej do ewidencji obrotu i zużycia materiałów w przedsiębiorstwie przemysłowym, korzystającym z elektronicznej maszyny cyfrowej.

Zakres informacji dotyczy dokumentów źródłowych, które zostały zasymbolizowane (cyfrowo) jak niżej:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Przychód odpadów                        | — Po — symbol 510 |
| 2. Przychód z zewnątrz przedsiębiorstwa    | — Pz — symbol 520 |
| 3. Przychód z wewnątrz przedsiębiorstwa    | — Pw — symbol 530 |
| 4. Zwrot materiałów                        | — Zw — symbol 540 |
| 5. Rozchód materiałów                      | — Rw — symbol 550 |
| 6. Wydanie na zewnątrz przedsiębiorstwa    | — Wz — symbol 560 |
| 7. Międzmagazynowe przesunięcie materiałów | — Mm — symbol 570 |
| 8. Protokół zmian                          | — Pr — symbol 580 |

W wykazie informacji w dokumentacji źródłowej (tablica 6.1) uwzględniony został podział na informacje przetwarzane i nie przetwarzane

<sup>1</sup> Patrz [6].



Tablica 6.1

## Wykaz informacji w dokumentacji źródłowej

Lp.	Nazwa informacji na dokumencie (treść rubryki)	Symbol dokumentu							
		510	520	530	540	550	560	570	580
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Informacje przetwarzane przez EMC								
1	Symbol przedsiębiorstwa	×	×	×	×	×	×	×	×
2	Symbol dokumentu źródłowego	×	×	×	×	×	×	×	×
3	Numer indeksu materiałowego	×	×	×	×	×	×	×	×
4	Numer magazynu-skladowiska	×	×	×	×	×	×	×	×
5	Jednostka miary	×	×	×	×	×	×	×	×
6	Ilość przyjęta-wydana	×	×	×	×	×	×	×	×
7	Konto materiałowe	×	×	×	×	×	×	×	×
8	Rodzaj ruchu	×	×	×	×	×	×	×	×
9	Sposób dostawy-odbioru	—	×	—	—	—	×	—	—
10	Nośnik kosztów, numer zlecenia	×	—	×	×	×	—	—	×
11	Symbol wyrobu-części	—	—	×	×	×	—	—	×
12	Miejsce powstawania kosztów	×	—	×	×	×	—	—	×
13	Numer bieżący dokumentu	—	×	—	—	—	×	—	—
14	Numer kolejny magazynowy	×	×	×	×	×	×	×	×
15	Data wydania-przyjęcia	×	×	×	×	×	×	×	×
16	Symbol dostawcy-odbiorcy	—	×	—	—	—	×	—	—
17	Numer zamówienia	—	×	—	—	—	—	—	—
18	Numer faktury	—	×	—	—	—	×	—	—
19	Symbol odchylenia od normalnego procesu produkcyjnego	—	—	—	×	×	—	—	—
	Informacje nie przetwarzane przez EMC								
1	Nazwa przedsiębiorstwa	×	×	×	×	×	×	×	×
2	Nazwa dokumentu źródłowego	×	×	×	×	×	×	×	×
3	Nazwa materiału, wymiar	×	×	×	×	×	×	×	—
4	Nazwa i adres dostawcy-odbiorcy	—	×	—	—	—	×	—	—
5	Dowód dostawy, numer i data	—	×	—	—	—	—	—	—
6	Numer wagonu	—	×	—	—	—	—	—	—
7	Data otrzymania przesyłki	—	×	—	—	—	—	—	—
8	Numer listu przewozowego	—	×	—	—	—	—	—	—
9	Dokumenty wysyłkowe	—	—	—	—	—	×	—	—
10	Wyniki badania jakości	—	×	×	—	—	—	—	—
11	Numer kwitu braku	—	×	—	—	—	—	—	—
12	Numer kwitu depozytowego	—	×	—	—	—	—	—	—
13	Opakowanie	—	×	—	—	—	—	—	—
14	Przedmiot — nazwa	—	—	×	×	×	—	—	—

Lp.	Nazwa informacji na dokumencie (treść rubryki)	Symbol dokumentu							
		510	520	530	540	550	560	570	580
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Ilość zgłoszona, otrzymana, żądana	×	×	×	×	×	×	×	—
16	Wystawił — podpis	×	×	×	×	×	×	×	×
17	Sprawdził-zatwierdził — podpis	×	×	×	×	×	×	×	×
18	Pobrał-zdał — podpis	—	—	×	×	×	×	×	—
19	Zadysponował — podpis	—	—	—	—	×	×	—	—
20	Przyjął-wydał — podpis	×	×	×	×	×	×	×	—
21	Uzasadnienie	—	—	—	—	—	—	—	×
22	Sztuk na wyrób — zlecenie	—	—	—	—	×	—	—	—
23	Norma na sztukę	—	—	—	—	×	—	—	—

Uwaga: Przyjęto następujące oznaczenia: (×) — informacja występuje, (—) — informacja nie występuje.

przez EMC, co w stosunku do zakresu informacji na tradycyjnych dokumentach źródłowych nie uwzględnia m.in. takich informacji, jak cena ewidencyjna materiału, wartość materiału itp.

## 6.2. PROJEKTOWANIE KODÓW

Najbardziej pracochłonną czynnością na etapie przygotowania przedsiębiorstwa do wdrażania API jest odpowiednie zasymbolizowanie informacji przenoszonych do EMC, czyli opracowanie odpowiednich kodów.

Pomimo że do maszyny można wprowadzić oznaczenia literowe i cyfrowe, zakres informacji podlegający przetwarzaniu powinien być zasymbolizowany oznaczeniami tylko *cyfrowymi*, gdyż symbole cyfrowe pozwalają m.in. na:

- jednoznaczne identyfikowanie — np. pracowników przedsiębiorstwa, materiałów używanych do produkcji itp.,
- zwięzłość określeń — przez co m.in. osiada się skrócenie czasu wypełnienia dokumentu,
- automatyczne grupowanie informacji — szybkie sortowanie przez maszynę,
- wprowadzenie większej ilości informacji do pamięci maszyny,
- przyśpieszenie obliczeń.



Oznaczenia *literowe* powinno się natomiast wykorzystywać:

— kiedy występują pojedynczo w symbolu literowo-cyfrowym i nie można ich zastąpić cyframi oraz

— jako urządzenia pomocnicze do automatycznego opisanie, np. nagłówka zestawienia, nazwiska i imienia pracownika na liście płac, adresu dostawcy materiałów itp.

Ponadto przy budowaniu kodów alfabetycznych czy też alfanumerycznych należy brać pod uwagę — przede wszystkim przy przenoszeniu informacji do maszyny za pomocą kart perforowanych — możliwości techniczne dysponowanego sprzętu. Nie wszystkie dziurkarki i sprawdzarki kart mają bowiem możliwość perforowania znaków literowych.

Kolejność czynności, jakie należy wykonać przy projektowaniu kodów, jest następująca:

— określenie ilości zbiorów, które należy zakodować,

— opracowanie pełnego zakresu pozycji występujących w danej zbiorowości,

— wybór odpowiedniego systemu kodowania,

— przyporządkowanie każdej pozycji określonego symbolu.

Zaprojektowanie i wykonanie omawianych kodów w przedsiębiorstwie przemysłowym powinno objąć m.in. zbiory:

— wykaz materiałów, przedmiotów nietrwałych, odpadów itp.; opracowanie to nosi nazwę „Indeksu materiałowego” i jest również uzupełnione ceną ewidencyjną,

— komórek organizacyjnych przedsiębiorstwa (zgodnie ze schematem organizacyjnym),

— zleceń produkcyjnych i kosztowych (pośrednich i pomocniczych),

— maszyn i urządzeń (stanowisk produkcyjnych),

— rysunków konstrukcyjnych,

— magazynów i składowisk,

— jednostek miar,

— kont materiałowych,

— kont przeciwstawnych,

— symboli odchyień od normalnego procesu produkcyjnego,

— numerów ewidencyjnych pracowników przedsiębiorstwa,

— rodzajów dokumentów źródłowych,

— zawodów pracowników,

— składników listy płac itp.

Kolejną czynnością związaną z kodowaniem jest wyszczególnienie wszystkich pozycji składających się na opracowany zbiór. Oczywiście,

w zależności od wielkości zbioru, ilość pozycji będzie różna. W wyżej wymienionych zbiorach istnieją dwa największe, a tym samym najbardziej pracochłonne zbiory, tj. wykaz materiałów, czyli „Indeks materiałowy” i rysunki konstrukcyjne.

Ilość pozycji w obu zbiorach — w przedsiębiorstwach średniej wielkości — waha się od kilku do kilkudziesięciu tysięcy pozycji. Dlatego na opracowanie pełnego zakresu pozycji występujących w obu zbiorach składa się zazwyczaj konieczność wykonania szeregu czynności.

Przy opracowaniu indeksu materiałowego należy:

- dokonać unifikacji materiałów w skali przedsiębiorstwa,
- uwzględnić wymogi normalizacji,
- dokładnie sprawdzić i ujednolicić m.in. nazwy materiałów w kartotekach w księgowości materiałowej i w magazynach,
- uwzględnić wymogi m.in.:
  - Systematycznego Wykazu Wyrobów,
  - katalogów i cenników,
  - planu kont,
  - wykazu grup przydziałowych,
- dokonać wyboru klasyfikacji (zasad budowy symbolu), według której indeks będzie sporządzony.
- opracować symbole jednostek miar i stałe ceny ewidencyjne,
- opracować wzór karty indeksu materiałowego,
- opisać każdą pozycję materiału na kartach indeksu oraz nanieść symbole cyfrowe,
  - opracować skorowidz i instrukcję posługiwania się nim,
  - opracować zasady bieżącej aktualizacji indeksu materiałowego,
  - wydrukować potrzebną ilość egzemplarzy.

Kolejną czynnością związaną z kodowaniem jest wybór odpowiedniego systemu budowy kodu.

Technika budowy symbolu cyfrowego jest uzależniona od ilości pozycji w danym zbiorze i przewidywanego wykorzystania symbolu w poszczególnych układach. W związku z tym przy budowie symbolu cyfrowego może być stosowana metoda:

- porządkowa,
- dziesiętna,
- blokowa (przedziałowa),
- powtarzająca („szach-matna”),
- mieszana,
- łączona (kombinowana).



Bez względu na zastosowaną metodę, przy projektowaniu kodów cyfrowych należy uwzględnić następujące zasady:

— kod cyfrowy powinien być zbudowany z jak najmniejszej ilości znaków, ale zapewniających możliwość otrzymania jak największej ilości informacji o zbiorze,

— kod cyfrowy nie powinien być „zamknięty”; oznacza to, że należy pozostawić pewną ilość wolnych miejsc (symboli) na bieżące uzupełnienia,

— wielkość kodu cyfrowego (ilość znaków w symbolu) danego zbioru powinna być jednakowa; oznacza to, że jeżeli do zakodowania zbioru przyjmimy symbol trzycyfrowy, to wszystkie pozycje tego zbioru powinny posiadać symbol trzycyfrowy,

— kod cyfrowy powinien posiadać przejrzysty układ oraz powinien być łatwy do zapamiętania,

— kod cyfrowy danego zbioru powinien posiadać jednolitą budowę (układ) wewnętrzną.

Najbardziej powszechnie używanym kodem cyfrowym jest kod zbudowany *metodą porządkową*. Polega ona na nadaniu pozycjom danej zbiorowości kolejnego numeru (symbolu) od 1 do 9 lub 01 do 99 itd., w zależności od ilości pozycji zbioru.

Na przykład jednostki miary, których ilość nie przekroczy liczby dziesięć, będą posiadały symbole:

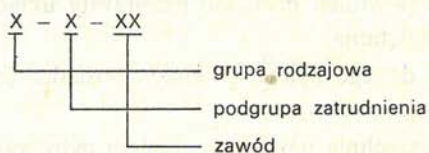
sztuka	— 1
komplet	— 2
para	— 3
kilogram	— 4
litr	— 5
metr bieżący	— 6
metrkwadratowy	— 7
metr sześcienny	— 8
tona	— 9

Numeracja porządkowa ilości dokumentów źródłowych „Rw — Pobranie materiałów”, których miesięcznie spływa do obrachunku około 7 tysięcy, będzie posiadała symbole czterocyfrowe w przedziale od 0001 do 9999. Symbole zbudowane metodą porządkową używane są wówczas, gdy pozycje zbioru nie będą wymagały automatycznego grupowania.

W przypadku automatycznego grupowania pozycje zbioru należy zasymbolizować inną metodą. Stosuje się w tych przypadkach jedną z pozostałych metod.

*Metoda dziesiątka* polega na tym, że pozycje zbioru dzieli się na jednorodne grupy i nadaje im się symbol rzędu dziesiątek, setek itd., w zależności od ilości grup. W ramach tych grup poszczególne pozycje otrzymują symbol najczęściej porządkowy (jeśli nie jest wymagany dalszy podział, np. na podgrupy). Przejście (zmiana) z jednej dziesiątki do drugiej lub przejście z niższego rzędu do wyższego oznacza zmianę nazwy grupy.

Na przykład symbol zawodu i stanowiska pracowników, uwzględniający układ sprawozdawczy GUS-u, będzie zbudowany następująco:



Grupa rodzajowa oznacza:

- grupę przemysłową — symbol 1,
- grupę nieprzemysłową — symbol 2;

podgrupa zatrudnienia oznacza:

- pracownicy fizyczni bezpośrednio produkcyjni — symbol 1,
- pracownicy fizyczni pośrednio produkcyjni — symbol 2,
- pracownicy umysłowi inżynieryjno-techniczni — symbol 3,
- pracownicy umysłowi administracyjno-biurowi — symbol 4,
- pracownicy umysłowi ekonomiczni — symbol 5  
itd.;

zawód lub stanowisko pracowników oznacza:

- blacharz — symbol 01,
- elektryk — symbol 03,
- szlifierz — symbol 54,
- konstruktor — symbol 38,
- ekonomista — symbol 06,
- księgowy — symbol 08.

Symbol zawodu 1101 oznacza pracownika z zawodu blacharza z grupy przemysłowej i bezpośrednio produkcyjnego. Symbol stanowiska 1506 oznacza pracownika na stanowisku ekonomisty z grupy przemysłowej, zakwalifikowanego jako pracownika „umysłowego ekonomicznego”.

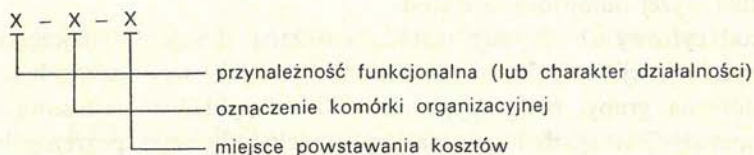


Innym przykładem symbolizacji dziesiętnej jest stosowany powszechnie podział materiałów (wyrobów) na gałęzie, w których jest 26 symboli, oraz na grupy w ramach gałęzi, których może być maksimum dziesięć.

*Metoda blokowa*, inaczej zwana *przedziałową* lub *seryjną*, polega na tym, że dla podzielonych pozycji zbioru przeznaczamy blok (przedział, serię) cyfr. Podziału pozycji zbioru na grupy dokonuje się według dowolnego kryterium. Wielkość symbolu cyfrowego uzależniona jest od ilości pozycji zbioru. Dlatego w poszczególnych blokach cyfr symbole powinny mieć jednakową ilość znaków.

Jako przykład można przedstawić kod komórek organizacyjnych połączony z miejscami powstawania kosztów. Symbol ten jest zbudowany z trzech cyfr, z których blok np. od 100 do 499 oraz 700 do 799 przeznaczony jest dla komórek (miejsc powstawania kosztów) ogólnozakładowych, od 500 do 699 — dla komórek produkcji podstawowej, od 800 do 999 — dla komórek produkcji pomocniczej, od 001 do 099 — dla komórek działalności pozazakładowej.

Budowa wewnętrzna omawianego symbolu może być następująca:



Innym przykładem symbolizacji blokowej może być symbol ewidencyjny pracowników przedsiębiorstwa. Dla liczby około 4 tysięcy zatrudnionych pracowników symbol będzie czterocyfrowy, uwzględniający podział na pracowników „fizycznych” i „umysłowych”. Pracownicy „fizyczni” będą posiadali blok cyfr od 1000 do 6999, natomiast pracownicy umysłowi od 7000 do 9999. Przedział cyfr od 0001 do 0999 nie będzie wykorzystany.

*Metoda powtarzająca* lub „szach-matna” polega na tym, że symbol cyfrowy jest zbudowany dla dwóch skorelowanych zbiorów informacji i w zależności od kierunku grupowania (pionowo lub poziomo) poszczególne znaki będą się powtarzały.

Jako przykład zbioru zakodowanego metodą powtarzającą może posłużyć pytanie dotyczące liczby pracowników kształcących się w różnych szkołach, z uwzględnieniem lat nauki.

Najczęściej stosowaną metodą budowy kodu jest *metoda mieszana*.

## Przykład symbolizacji powtarzającej

Lp.	Rodzaj szkoły	Sym- bol	Lata nauki							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Podstawowa	0	10	20	30	40	50	60	70	80
2	Zasadnicza zawodowa	1	11	21	31	—	—	—	—	—
3	Średnia									
4	— ogólnokształcąca	2	12	22	32	—	—	—	—	—
5	— ekonomiczna	3	13	23	33	43	—	—	—	—
6	— techniczna	4	14	24	34	44	54	—	—	—
7	— inna	5	15	25	35	45	55	—	—	—
8	Wyższa									
9	— ekonomiczna	6	16	26	36	46	56	—	—	—
10	— techniczna	7	17	27	37	47	57	—	—	—
11	— inna	8	18	28	38	48	58	—	—	—
12	Studium podyplomowe	9	19	29	—	—	—	—	—	—

Polega na tym, że symbol pozycji zbiorowości zbudowano w oparciu o kilka wyżej omówionych metod.

Kod cyfrowy zbudowany metodą mieszaną stosuje się najczęściej do symbolizacji dużych zbiorów, które wymagają wewnętrznych podziałów na grupy, podgrupy, rodzaje itd. Przykładem zastosowania tej metody jest symbol materiałowy (indeks), którego poszczególne człony są symbolizowane różnymi metodami:

- gałąź — metoda dziesiętna,
- grupa — metoda dziesiętna,
- podgrupa — metoda blokowa,
- asortyment — metoda porządkowa.

Ostatnią metodą stosowaną przy opracowywaniu kodów jest *metoda łączona*, zwana również *kombinowaną*. Metoda ta ma zastosowania raczej do małych zbiorów, w których z góry wiadomo, ile będzie możliwych wariantów odpowiedzi. Polega ona na tym, że kilka małych zbiorów łączymy w jeden, wyszczególniając wszystkie możliwe warianty odpowiedzi i poszczególnym pozycjom nadajemy symbol.

Jako przykład można przedstawić pytanie dotyczące płci i stanu cywilnego:

1. Płeć
  - mężczyzna,
  - kobieta.



2. Stan cywilny
  - wolny(a),
  - żonaty (zameżna),
  - wdowiec(a),
  - rozwiedziony(a).

Powyższe pytania zasymbolizowane oddzielnie powodują powstanie dwóch kodów jednocyfrowych. Natomiast połączone razem tworzą jeden kod jednocyfrowy, ponieważ ilość wariantów nie przekroczy liczby 10:

- |              |                |            |              |
|--------------|----------------|------------|--------------|
| 1) mężczyzna | — wolny        | — symbol 1 | lub symbol 1 |
| 2)           | — żonaty       | — symbol 2 | symbol 3     |
| 3)           | — wdowiec      | — symbol 3 | symbol 5     |
| 4)           | — rozwiedziony | — symbol 4 | symbol 7     |
| 5) kobieta   | — wolna        | — symbol 5 | symbol 2     |
| 6)           | — zameżna      | — symbol 6 | symbol 4     |
| 7)           | — wdowa        | — symbol 7 | symbol 6     |
| 8)           | — rozwiedziona | — symbol 8 | symbol 8     |

### 6.3. PROJEKTOWANIE WZORÓW I OBIEGÓW DOKUMENTÓW ŹRÓDŁOWYCH

#### 6.3.1. Projektowanie formularzy dokumentacji źródłowej

Ustalenie zakresu informacji stanowi pierwszy etap prac związanych z projektowaniem dokumentacji źródłowej. Drugim etapem jest zaprojektowanie, czyli graficzne rozmieszczenie tych informacji na formularzu dokumentu źródłowego.

Oprócz wyżej omówionych zasad, które należy uwzględniać ustalając zakres informacji, bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na formę dokumentu jest sposób wypełniania dokumentacji źródłowej oraz sposób opracowania (przetwarzania) informacji zawartych w dokumentach.

Dokumentację źródłową z punktu widzenia sposobu (techniki) wypełniania można pogrupować następująco:

- dokumentacja wypełniana ręcznie,
- dokumentacja wypełniana częściowo za pomocą różnych urządzeń technicznych,
- dokumentacja wypełniana całkowicie za pomocą urządzeń technicznych.

Im prostszy sposób wypełniania dokumentu źródłowego, tym mniejsze są trudności przy projektowaniu. Oczywiście, nie jest to równoznaczne ze zmniejszeniem pracochłonności wypełniania, a wręcz odwrotnie.

Wypełnianie dokumentacji metodą ręczną polega na wpisywaniu informacji w odpowiednio opisane pola (pozycje) dokumentu za pomocą przyborów pisarskich, na maszynie do pisania lub na maszynie licząco-piszącej. Dokumenty wypełniane przy użyciu np. maszyny do pisania powinny być tak zaprojektowane, aby m.in. w poszczególne pola rubryk można było wpisać maksymalną wielkość informacji.

Wypełnianie dokumentacji częściowo przy użyciu różnych urządzeń technicznych polega na nanoszeniu, na wydawane w obieg formularze dokumentów, informacji stałych w sposób mechaniczny. Do takiego sposobu emisji dokumentacji służą różne urządzenia, których wymogi techniczno-eksploatacyjne należy uwzględnić przy projektowaniu formularzy dokumentu. Do urządzeń tych można zaliczyć:

- powielacze,
- maszyny adresujące,
- maszyny pisząco-liczące lub piszące sterowane taśmą perforowaną,
- maszyny uzupełniające — reproducer, opisywacz — służące do emisji karto-dokumentów zwanych kartami dualnymi,
- elektroniczne maszyny cyfrowe.

Na dokumentację wypełnianą częściowo za pomocą urządzeń technicznych (informacje stałe) nanosi się ręcznie tylko informacje zmienne.

Wypełnianie dokumentacji całkowicie za pomocą urządzeń technicznych, a więc nanoszenie na dokumenty informacji stałych i zmiennych, jest zagadnieniem bardzo trudnym i jeszcze nie rozpowszechnionym. W chwili obecnej istnieje na świecie kilka urządzeń pozwalających na jednoczesne zapisywanie informacji stałych i zmiennych.

Jak zaznaczono wyżej, projektowanie dokumentacji źródłowej, wypełnianej za pomocą jakiegokolwiek urządzenia technicznego, wymaga uwzględnienia jego wymogów techniczno-eksploatacyjnych. Im bardziej urządzenie jest złożone, tym większe stawia wymagania.

Przy wypełnianiu dokumentu za pomocą maszyny do pisania lub maszyny licząco-piszącej należy uwzględnić przede wszystkim:

- wysokość wierszy,
- szerokość czcionek,
- długość odstępu karetki,
- kolejność zapisów.



Przy wypełnianiu dokumentów za pomocą maszyn średniej mechanizacji należy uwzględnić:

- wymogi dla maszyn piszących,
- szerokość liczników,
- konstrukcyjno-techniczne rozwiązania, np. maszyny fakturującej.

Przy wypełnianiu dokumentacji za pomocą powielaczy należy uwzględnić wymogi jak dla maszyn piszących oraz fakt, że egzemplarze powielane z matrycy muszą mieć jednolity układ pól (pozycji) z matrycą. Wymogi te są jeszcze większe przy powielaczach rządzących.

Drugim czynnikiem wpływającym na formę dokumentu, który należy uwzględnić przy projektowaniu, jest sposób opracowywania (przetwarzania) informacji zawartych w dokumentach. Należy tu uwzględnić przede wszystkim rozmieszczenie pól (pozycji) oraz oznaczenie pól, z których informacje podlegają przetwarzaniu.

Przy rozmieszczaniu (rozplanowywaniu) pozycji na dokumentach należy uwzględnić:

- sposób wypełniania (wyżej omówiony),
- wymogi perforowania i kontroli,
- tzw. linię wzroku operatorki.

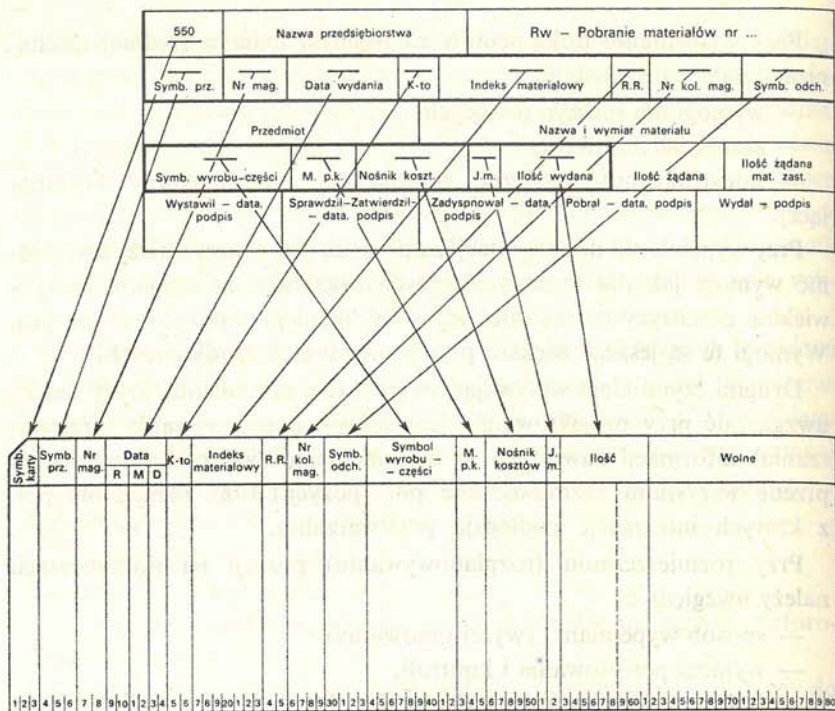
Informacje, które przenosi się (perforuje) z dokumentu źródłowego na kartę perforowaną, winny uwzględniać podział na informacje stałe i zmienne oraz informacje:

- identyfikacyjne,
- klasyfikacyjne,
- ilościowo-wartościowe.

Układ taki pozwala na racjonalne wykorzystanie technicznych możliwości maszyn perforujących i sprawdzających (np. reprodukcja, przeskoki) oraz, w niektórych przypadkach, na przyspieszenie przygotowania maszynowych nośników informacji.

Następnym, bardzo istotnym czynnikiem, wpływającym na zwiększenie wydajności operatorów maszyn pomocniczych i zmniejszenie błędów przy przenoszeniu informacji z dokumentów źródłowych na karty lub taśmy perforowane, jest prawidłowe rozmieszczenie przenoszonych informacji, czyli właściwe ułożenie tzw. *linii wzroku operatorki*.

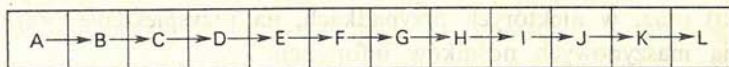
Należy tak zaprojektować układ informacji przenoszonych na maszynowe nośniki, aby ich kolejność na dokumencie źródłowym była zgodna z kolejnością perforowania na karcie lub taśmie (rys. 6.1).



Rys. 6.1. Powiązanie informacji na dokumencie źródłowym Rw z kolejnością perforowania na karcie maszynowej

W związku z tym projektowanie dokumentów źródłowych i kart lub taśm perforowanych powinno odbywać się jednocześnie i równoległe<sup>2</sup>.

Najbardziej idealnym układem tych informacji na dokumencie źródłowym jest układ kolejny (rys. 6.2), gdy tzw. linia wzroku operatorki jest linią prostą. Oczywiście jest, że przy takim rozmieszczeniu informacji



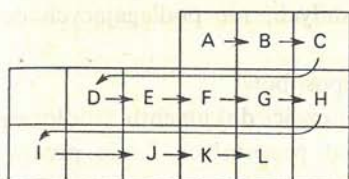
Rys. 6.2. Linia wzroku operatorki — układ prosty

format dokumentu źródłowego byłby nietypowy — wąski i długi. Dlatego też należy przyjąć zasadę, że każdy układ informacji będzie w miarę prawidłowy, byleby linia wzroku operatorki nie przecinała się.

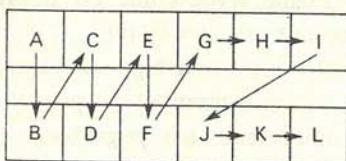
Na rys. 6.3 — 6.5 są przedstawione niektóre warianty linii wzroku; na rys. 6.6 jest przedstawiona nieprawidłowa linia wzroku.

<sup>2</sup> Por. podrozdział 6.4.

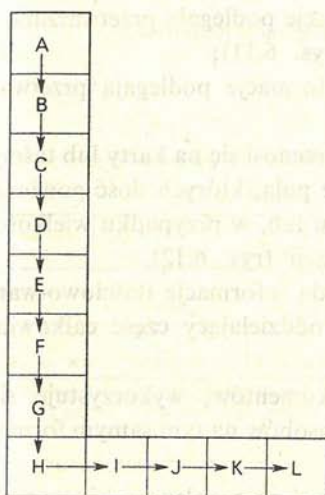




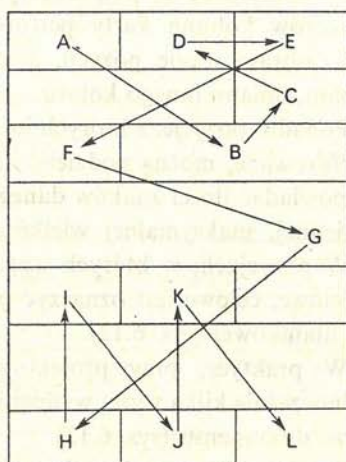
Rys. 6.3. Linia wzroku operatorki — układ poziomy



Rys. 6.4. Linia wzroku operatorki — układ zmienny



Rys. 6.5. Linia wzroku operatorki — układ pionowo-poziomy



Rys. 6.6. Linia wzroku operatorki — układ nieprawidłowy

W przypadku konieczności zaprojektowania dokumentu dwustronnego należy tak rozmieszczać poszczególne pozycje (informacje), przede wszystkim zaś przenoszone na maszynowe nośniki informacji, aby znalazły się one na jednej stronie. Rozmieszczanie bowiem informacji na dwóch stronach dokumentu utrudnia przenoszenie ich na kartę lub taśmę perforowaną (konieczność odwracania dokumentu), a co za tym idzie, zwiększa możliwość błędnego wyperforowania znaków oraz zmniejsza wydajność perforacji.

Po rozplanowaniu formularza dokumentu źródłowego należy pozycje, z których informacje przenoszone są na maszynowe nośniki,

wyraźnie wyodrębnić od pozycji pozostałych, nie podlegających dalszemu opracowywaniu.

Do uzyskania tego celu służy kilka sposobów:

— umieszczenie tych pozycji w jednej części dokumentu źródłowego i oddzielenie ich pogrubioną kreską od pozostałych — nie przetwarzanych (rys. 6.7);

— podkreślenie pozycji (przetwarzanych) pogrubioną kreską (rys. 6.8);

— obramowanie tych pozycji pogrubioną liniaturą (rys. 6.9);

— zacieniowanie pozycji, z których informacje podlegają przetwarzaniu (rys. 6.10);

— naniesienie do pól, z których informacje podlegają przetwarzaniu, numerów kolumn karty perforowanej (rys. 6.11);

— obramowanie pozycji, z których informacje podlegają przetwarzaniu, liniami innego koloru.

Ponadto pozycje, z których informacje przenosi się na karty lub taśmy perforowane, można podzielić na mniejsze pola, których ilość powinna odpowiadać ilości znaków danego symbolu lub, w przypadku wielkości zmiennej, maksymalnej wielkości informacji (rys. 6.12).

W pozycjach, w których wpisywane będą informacje ilościowo-wartościowe, celowe jest oznaczyć przecinek, oddzielający część całkowitą od ułamkowej (rys. 6.12).

W praktyce, przy projektowaniu dokumentów, wykorzystuje się jednocześnie kilka wyżej wymienionych sposobów na tym samym formularzu dokumentu (rys. 6.13).

Następną czynnością, jaką należy wykonać po rozplanowaniu pozycji na formularzu dokumentu źródłowego, jest prawidłowy opis poszczególnych pól. Przy redakcji treści pozycji należy pamiętać, że projektowane dokumenty źródłowe, szczególnie zaś te, które masowo występują w przedsiębiorstwie, są wypełniane przez ludzi o zróżnicowanym wykształceniu. Stąd też treść poszczególnych pozycji powinna być sformułowana zwięźle i zrozumiale. W miarę możliwości należy unikać skrótów.

Oprócz wyżej wymienionych warunków, które należy uwzględnić przy projektowaniu dokumentów, istotny jest również odpowiedni wybór formatu dokumentu i gatunku papieru. Wszystkie projektowane dokumenty źródłowe muszą mieć odpowiedni format. Przy ustalaniu formatu dokumentu należy uwzględnić:

— znormalizowane formaty papieru (A, B),

— wymogi formalne dokumentu (umieszczenie pozostałych infor-



550	Symb. prz.	Nr mag.	Data wyd.	Nazwa przeds.	Rw – Pobraenie materiałów nr
K-to	Indeks mater.		R.R.	Nr kol. mag.	Nazwa i wymiar materiału
Symb. odch.	Symbol wyr.–części		M.p.k.	Przedmiot	
Nośnik koszt.	J.m.	Ilość wydana		Ilość żądana	Ilość żąd. mat. zast.
Wystawił – data, podpis	Sprawdził–Zatwierdził–data, podpis		Zadysponował–data, podpis	Pobrał – data, podpis	Wydał – podpis

Rys. 6.7. Wzór dokumentu źródłowego Rw — pozycje oddzielone

550	Nazwa przeds.				Rw – Póbranie materiałów nr			
Symb. prz.	Nr mag.	Data wydania	K-to	Indeks materiałowy	R.R.	Nr kol. mag.	Symb. odch.	
Przedmiot				Nazwa i wymiar materiału				
Symb. wyr. – części	M.p.k.	Nośnik koszt.	J.m.	Ilość wydana	Ilość żądana	Ilość żąd. mat. zast.		
Wystawił – data, podpis	Sprawdził–Zatwierdził–data, podpis		Zadysponował–data, podpis	Pobrał–data, podpis	Wydał – podpis			

Rys. 6.8. Wzór dokumentu źródłowego Rw — pozycje podkreślone

550	Nazwa przedsiębiorstwa				Rw – pobranie materiałów nr			
Symb. prz.	Nr mag.	Data wydania	K-to	Indeks materiałowy	R.R.	Nr kol. mag.	Symb. odch.	
Przedmiot				Nazwa i wymiar mat.				
Symb. wyr.–części	M.p.k.	Nośnik koszt.	J.m.	Ilość wydana	Ilość żądana	Ilość żąd. mat. zast.		
Wystawił – data, podpis	Sprawdził–Zatwierdził–data, podpis		Zadysponował – data, podpis	Pobrał – data, podpis		Wydał – podpis		

Rys. 6.9. Wzór dokumentu źródłowego Rw — pozycje obramowane

550		Nazwa przedsiębiorstwa				Rw – Pobranie materiałów nr			
Symb. prz.	Nr mag.	Data wydania	K-to	Indeks materiałowy	R.R.	Nr kol. mag.	Symb. odch.		
Przedmiot				Nazwa i wymiar materiału					
Symbol wyrobu – części		M.p.k.	Nośnik kosztów	J.m.	Ilość wydana	Ilość żądana		Ilość żąd. mat. zast.	
Wystawił – data, podpis		Sprawdził – Zatwierdził – data, podpis		Zadysonował – data, podpis		Pobrał – data, podpis		Wydal – podpis	

Rys. 6.10. Wzór dokumentu Rw — pozycje zacieniowane

1	2	3	Nazwa przedsiębiorstwa														Rw – Pobranie materiałów nr														
5	5	0																													
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Symb. prz.		Nr mag.	Data wydania				K-to	Indeks materiałowy					R.R.	Nr kol. mag.			Symb. odch.														
Przedmiot										Nazwa i wymiar materiału																					
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61				
Symbol wyrobu – części		M.p.k.	Nośnik kosztów		J.m.	Ilość wydana		Ilość żądana			Ilość żąd. mat. zast.																				
Wystawił – data, podpis		Sprawdził – Zatwierdził – data, podpis				Zadysonował – data, podpis			Pobrał – data, podpis			Wydal – podpis																			

Rys. 6.11. Wzór dokumentu źródłowego Rw — pozycje oznaczone numerami kolumn

5	5	0	Nazwa przedsiębiorstwa														Rw – pobranie materiałów nr										
Symb. prz.		Nr mag.	Data wydania				K-to	Indeks materiałowy					R.R.	Nr kol. mag.			Symb. odch.										
Przedmiot										Nazwa i wymiar materiału																	
Symbol wyrobu – części		M.p.k.	Nośnik kosztów		J.m.	Ilość wydana		Ilość żądana			Ilość żądana mat. zast.																
Wystawił – data, podpis		Sprawdził – Zatwierdził – data, podpis				Zadysonował – data, podpis			Pobrał – data, podpis			Wydal – podpis															

Rys. 6.12. Wzór dokumentu źródłowego Rw — pozycje porubrykowane



1	2	3													Rw – Pobranie materiałów nr															
5 5 0			Nazwa przedsiębiorstwa																											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Symb. prz.			Nr mag.			Data wydania						K-to			Indeks materiałowy						R.R.		Nr kol. mag.			Symb. odch.				
Przedmiot												Nazwa i wymiar materiału																		
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61			
Symb. wyrobu – części			M.p.k.			Nośnik kosztów			J.m.			Ilość wydana						Ilość żądana			Ilość żądana mat. zast.									
Wystawił – data, podpis			Sprawdził – Zatwierdził – data, podpis						Zadysponował – data, podpis						Pobrał – data, podpis			Wydal – podpis												

Rys. 6.13. Wzór dokumentu źródłowego Rw — wykorzystanie kilku sposobów macji, nie podlegających przetwarzaniu, jak np. nazwa, podpisy, miejsce na pieczęcie itp.),

- wygodę posługiwania się dokumentami,
- szerokość karetki maszyny (przy dokumentach wypełnianych za pomocą urządzeń technicznych).

Ostatnim warunkiem, który należy uwzględnić, jest dobór odpowiedniego gatunku papieru. Należy przy tym mieć na uwadze:

- rodzaj zagadnienia, którego dokument dotyczy,
- długość drogi obiegu dokumentu,
- okres archiwowania,
- technikę emisji (np. powielaczowa).

Czynnością kończącą projektowanie formularzy dokumentacji źródłowej jest przygotowanie wzoru dokumentu do druku oraz wyliczenie wielkości nakładu. Przy czynności tej należy uwzględnić sposób wykonania nakładu: techniką drukarską czy też powielaczową.

Istotny jest również kolor nadruku nazw i liniatury. W dokumentach przystosowanych do maszynowego przetwarzania informacji nie powinno się stosować koloru czarnego dla nadruku nazw lub liniatury, gdyż powoduje to bardzo często niemożność odczytania znaku napisanego na czarnej, pogrubionej linii. Odpowiedni jest np. kolor jasnozielony. Wybór koloru jest uzależniony od techniki wypełniania. Nie powinno się stosować np. koloru niebieskiego, jeśli dokument wypełniany będzie długopisem o tuszu niebieskim itp.

Na zakończenie omawiania projektowania formularzy dokumentacji źródłowej trzeba zaznaczyć, że zmieniać wzory dokumentacji źródłowej można tylko dla dokumentów wewnętrznych przedsiębiorstwa. Wzory dokumentów źródłowych lub sprawozdawczych zewnętrznych,

ustalone przez jednostkę nadrzędną, np. GUS, nie mogą być w dowolny sposób zmienione przez przedsiębiorstwo. Jednak podkreślić należy, że podstawową masę dokumentów źródłowych, podlegającą przetwarzaniu, stanowią dokumenty wewnętrzne.

Ze względu na dużą różnorodność wzorów dokumentów źródłowych, jaka występuje w przedsiębiorstwie, i ograniczone możliwości ilościowe niniejszego opracowania, wyżej omówione wymogi są przedstawione na przykładzie jednego, najbardziej powszechnego i masowego dokumentu, jakim jest „Rw — Pobranie materiału”.

### 6.3.2. Projektowanie karto-dokumentów (kart dualnych)

Jak zaznaczono wyżej, jedną z najbardziej pracochłonnych i kosztownych czynności jest rejestracja danych w dokumentach źródłowych oraz przenoszenie tych danych na maszynowe nośniki informacji. Dlatego wprowadzenie maszyn liczących, do których informacje źródłowe przenosi się tylko i wyłącznie za pomocą dokumentu zrozumiałego dla maszyny, tj. karty perforowanej, pozwoliło wykorzystać tę kartę jako nośnik informacji pierwotnej, a nie tylko wtórnej. Taka karta nazywana jest *karto-dokumentem* lub inaczej *kartą dualną*.

Różnica pomiędzy zwykłym dokumentem źródłowym a kartą dualną polega m.in. na tym, że informacja napisana na dokumencie źródłowym, aby można ją było przetwarzać w maszynie, musi być najpierw przeniesiona na kartę perforowaną. Natomiast informacje napisane na karcie dualnej są perforowane bezpośrednio na niej, czyli karta perforowana spełnia rolę dokumentu źródłowego i jednocześnie maszynowego nośnika informacji. Wyrażna jest efektywność zastosowania kart dualnych, gdyż pracochłonne czynności ewidencyjne prowadzone są do naniesienia tylko informacji zmiennych. Pozostałe informacje, tzn. stałe, są perforowane automatycznie, a więc w zasadzie bezbłędnie.

Pewnym utrudnieniem stosowania kart dualnych jest ograniczona możliwość posługiwania się oznaczeniami słownymi, takimi jak nazwa wyrobu, materiału itp., konieczność bardzo starannego ich przechowywania i takiegoż obchodzenia się z nimi — nie mogą bowiem ulec pognieczeniu, zmoczeniu itp. — oraz występowanie tylko oryginału zapisu (brak kopii).

Pomimo tych ograniczeń karty dualne przynoszą bardzo duże efekty i są w wielu krajach stosowane na szeroką skalę, tym bardziej że szereg



wyżej wymienionych utrudnień jest rozwiązywany w określony sposób.

Karty dualne można projektować na kartach systemu 80- i 90-kolumnowego. Jednak ze względu na różne rozwiązania konstrukcyjne maszyn dziurkujących i sprawdzających obu systemów najpraktyczniejsze jest stosowanie kart dualnych 90-kolumnowych.

Między innymi z tego właśnie powodu zostały stworzone dwa rodzaje kart dualnych:

1) karty dualne wstępnie perforowane z zapisem ręcznym, przede wszystkim systemu 90-kolumnowego,

2) karty dualne wstępnie perforowane z zapisem grafitowym, przede wszystkim na kartach systemu 80-kolumnowego.

Należy jednak zaznaczyć, że na karty dualne z zapisem grafitowym można nanieść 27 znaków na jedną stronę przy systemie odczytu elektromechanicznym (system mark sensing) lub 40 znaków przy systemie odczytu fotoelektrycznym (system mark scanning).

Naniesione na karty informacje zmienne w postaci odpowiednich znaków (kresiek) maszyna odczytuje automatycznie.

W ramach tej grupy dokumentów należy wymienić jeszcze dokumenty źródłowe, przystosowane do fotoelektrycznego czytnika angielskiej firmy English Electric-Leo Computers. Informacje na ten dokument nanosi się również za pomocą odpowiednich znaków — kresiek.

Jak zaznaczono wyżej, na karty dualne nanosi się automatycznie informacje stałe, np. na karty pracy nanosi się wszystkie informacje, które charakteryzują rodzaj, czas i miejsce wykonywanej detalo-operacji. Automatyczne perforowanie kart dualnych z informacjami stałymi wykonuje się najczęściej za pomocą maszyny uzupełniającej, zwanej reproducerem. Aby jednak informacje wyperforowane na karcie w postaci otworów mogły być odczytane przez pracowników przedsiębiorstwa, kartę opisuje się na innej maszynie z tej samej grupy co reproducer, zwanej opisowaczem. Odczytane znaki są opisane na tej samej karcie, najczęściej nad kolumnami.

Informacje zmienne nanosi się w odpowiednim miejscu, w zależności od systemu kart — ołówkiem lub innym przyborem do pisania.

W związku z ograniczoną powierzchnią perforowania otworów projektowanie kart dualnych stwarza duże trudności. Przy rozmieszczaniu informacji na karcie obowiązuje ten sam ich podział, co przy dokumentach źródłowych. Ponadto należy uwzględnić:

— konieczność opisywania informacji,

— konieczność nanoszenia ręcznie pozostałych informacji alfabetycznych oraz podpisów, pieczęci itp.,

— konieczność doperforowania informacji zmiennych,

— konieczność ponumerowania kolumn,

— możliwość naniesienia informacji słownych.

Dlatego też do projektowania kart dualnych służą specjalne blankiety, na których oznaczone są numery kolumn, wierszy oraz miejsca, w których wyperforowane są otwory.

Na rys. 6.14 przedstawiono dokument „Rw — Pobranie materiału” jako kartę dualną wstępnie perforowaną. Przy rozmieszczaniu informacji podlegających perforowaniu obowiązują te same wymogi, co przy projektowaniu kart perforowanych<sup>3</sup>.

5	0	8	2	2	2	2	2	2	3	1	3	4	1	6	3	3	0	6	3	0	0	0	5	1	7	0	2	5	0	0	0	0	2	3	7	2	0	0	0	0	0	0		
R. k.		M-c		og.		Nr zlecenia		P W		Wydz.		Prac. zaob.		og.		Indeksu mater.		Z		Nr spływ		Nr bieżący																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Karta - dowód		pobrania mater.		Korekta		Nazwa i gat. mat. zastępc.		W mat. zastępczeg																																				
Karty nie gnić i nie składać!																																												
Ilość żądana		T.d.		Cena jednostkowa		Ilość wydana		Wartość																																				
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
PFW		Material zastępczy		Wydal - data podpis		Pobral data podpis		Zedysonował																																				
Sym. odch.		spraw. zatw.		5		5		5																																				
data		9 podpis		9		9		9																																				

Rys. 6.14. Karta dualna „Rw — Pobranie materiału” z informacjami opisanymi na opisywaczu

### 6.3.3. Obiegi dokumentów źródłowych i karto-dokumentów

Oprócz zmian w układzie informacji na dokumencie źródłowym zmienić należy również jego obieg w przedsiębiorstwie oraz w szeregu przypadków zmniejszyć liczbę wystawianych egzemplarzy. W warunkach ręcznego przetwarzania informacji droga dokumentu źródłowego od miejsca wystawienia do miejsca archiwowania jest bardzo wydłużona, gdyż szereg komórek korzysta dla swoich potrzeb z informacji

<sup>3</sup> Por. podrozdział 6.4.



zawartych w dokumencie, żądając albo przesyłania dokumentu — co wydłuży jego drogę obiegu — albo zwiększenia ilości egzemplarzy.

Przykład obiegu dokumentu „Rw — Pobranie materiałów” w warunkach ręcznego przetwarzania informacji jest przedstawiony w rozdziale 5 tej części opracowania.

Wprowadzenie elektronicznego przetwarzania informacji powoduje m.in. skrócenie obiegu dokumentacji źródłowej oraz zmniejszenie ilości egzemplarzy, gdyż komórki organizacyjne zamiast dokumentu źródłowego otrzymują zestawienie sporządzane przez maszynę cyfrową.

W warunkach elektronicznego przetwarzania informacji drogę obiegu dokumentu źródłowego można podzielić na dwa etapy:

1) od wystawienia do momentu przekazania do ośrodka obliczeniowego,

2) od przekazania na urządzenia pomocnicze do momentu archiwowania; obieg ten odbywa się w zasadzie wewnątrz ośrodka obliczeniowego (jeśli archiwuje się dokumentację źródłową w ośrodku).

Przy stosowaniu kart dualnych lub dokumentów wypisywanych przez maszynę cyfrową obieg będzie podobny do obiegu dokumentów źródłowych tradycyjnych. Różnica będzie polegała na tym, że karta dualna lub dokument wystawiony przez maszynę cyfrową, po naniesieniu na nim informacji zmiennych, trafią do miejsca wystawienia. Dlatego dokumenty te nazywają się najczęściej dokumentami opracowanymi w *sprzężeniu zwrotnym*.

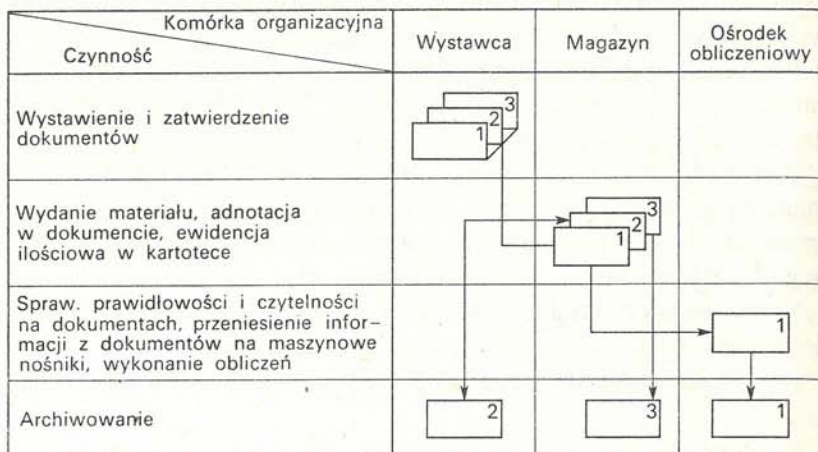
Przykład obiegu dokumentu „Rw — Pobranie materiałów” w warunkach elektronicznego przetwarzania informacji przedstawiony jest na rys. 6.15, natomiast na rys. 6.16 przedstawiony jest obieg karty dualnej Rw.

#### 6.4. PROJEKTOWANIE WZORÓW MASZYNOWYCH NOŚNIKÓW INFORMACJI

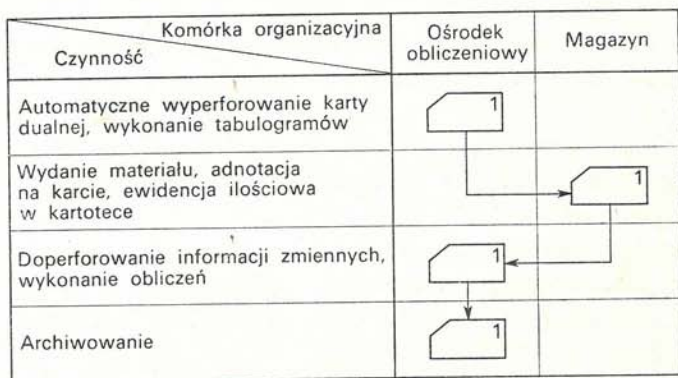
##### 6.4.1. Projektowanie kart perforowanych

Jak zaznaczono, projektowanie kart perforowanych, czyli rozmieszczanie na karcie informacji przenoszonych z dokumentu, powinno odbywać się równoległe z projektowaniem formularzy dokumentów źródłowych. Równoległe wykonywanie tych czynności ma na celu:

— maksymalne ujednoczenie wszystkich wzorów kart perforowanych, występujących w maszynowym przetwarzaniu danych,



Rys. 6.15. Obieg dokumentu źródłowego „Rw — Pobranie materiałów”



Rys. 6.16. Obieg karty dualnej „Rw — Pobranie materiałów”

— zabezpieczenie jednolitej kolejności informacji na karcie perforowanej i na dokumencie źródłowym.

Realizacja wyżej wymienionych zadań jest bardzo trudna, jednak prawidłowo wykonana pozwala osiągnąć:

- zmniejszenie pracochłonności perforowania i sprawdzania,
- uproszczenie procesu technologicznego w ośrodku obliczeniowym,
- łatwiejsze zapamiętanie treści poszczególnych wzorów kart perforowanych.



Spełnienie powyższych celów i zadań stanowi podstawę racjonalnego projektowania wzorów kart perforowanych.

Karty perforowane jako swego rodzaju kopie dokumentów są nośnikami różnego rodzaju informacji, w zależności od opracowywanego zagadnienia. Inny jest zakres informacji występującej na dokumentacji dotyczącej gospodarki materiałowej, a inny na dokumentacji płacowej. Jednak podstawowe informacje, takie jak symbol komórki organizacyjnej, symbol wyrobu lub detalu, symbol nośnika kosztów itp. występują w zasadzie na wszystkich dokumentach, przede wszystkim technologiczno-produkcyjnych, które stanowią około 80% całości dokumentacji w przedsiębiorstwie.

Aby osiągnąć zamierzony cel, należy opracować na każdym dokumencie źródłowym szczegółowy wykaz informacji, przenoszonych na karty perforowane, z podaniem ilości znaków cyfrowych (wielkości informacji). Następnie informacje należy podzielić, tak jak przy projektowaniu dokumentów źródłowych, na informacje stałe i zmienne oraz na:

- identyfikacyjne,
- klasyfikacyjne,
- ilościowo-wartościowe.

Przy rozmieszczaniu informacji na karcie perforowanej należy przestrzegać następujących zasad:

- 1) na początku karty perforowanej należy umieszczać informacje stałe;
- 2) w następnej kolejności należy umieszczać:
  - a) zmienne informacje identyfikacyjne,
  - b) zmienne informacje klasyfikacyjne,
  - c) zmienne informacje ilościowo-wartościowe.

Tak przestrzegana kolejność rozmieszczania informacji zabezpieczy racjonalne wykorzystanie wszystkich technicznych możliwości dziurkarek i sprawdzarek, takich jak:



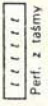
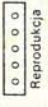

- reprodukcja,
- przeskoki tabulatorowe,
- ograniczniki.

Do projektowania układu informacji na kartach perforowanych służy „Arkusze kart wzorcowych” (rys. 6.17). Arkusz ten posiada makietę kilku kart z podziałem na kolumny, których ilość jest uzależniona od systemu, np. 80- lub 90-kolumnowego.

Na poszczególnych makietach określa się kreską pionową kolejne

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Symbol karty		Symbol przed- siębstwa		Nr magazynu		Date R M D		K-to materiał		Numer indeksu materiałowego		Rodz ruchu		Numer kolejny magaz.		Symbol odchylenia		Symbol wyrobu-części		Miejsce pow- stania kosztów		Nosnik kosztów		Ilość wydana		Nr karty		Nazwa		karta jednostkowa		Podstawa Rw		550																									
Symbol karty		Symbol przed- siębstwa		Nr magazynu		Date R M D		K-to materiał		Numer indeksu materiałowego		Rodz ruchu		Numer kolejny magaz.		Numer części		Nr zamówienia D		Data otrzymania D M		Symbol dostawcy		Ilość przyjęta		Nr karty		Nazwa		karta jednostkowa		Podstawa Pz		520																									
Symbol karty		Symbol przed- siębstwa		Nr magazynu		Date R M D		K-to materiał		Numer indeksu materiałowego		Rodz ruchu		Numer kolejny magaz.		Numer części		Nr zamówienia D		Data otrzymania D M		Symbol dostawcy		Ilość przyjęta		Nr karty		Nazwa		karta jednostkowa		Podstawa																											
Symbol karty		Symbol przed- siębstwa		Nr magazynu		Date R M D		K-to materiał		Numer indeksu materiałowego		Rodz ruchu		Numer kolejny magaz.		Numer części		Nr zamówienia D		Data otrzymania D M		Symbol dostawcy		Ilość przyjęta		Nr karty		Nazwa		karta jednostkowa		Podstawa																											

				
z tego nastawiono	z tego nastawiono		Reprodukcja	Wyjście na perforator

Rys. 6.17. Arkusz kart wzorcowych (z przykładem)



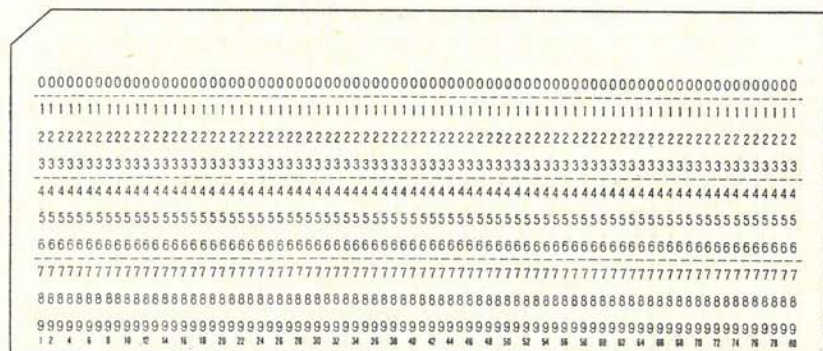
poła karty, których wielkość jest uzależniona od ilości znaków cyfrowych lub alfabetycznych, znajdujących się w symbolu. Na prawej stronie każdej makiety zaznacza się: numer karty, nazwę karty oraz podstawę perforowania karty (symbol dokumentu źródłowego). W każdej rozplanowanej makiecie karty oprócz nazw poszczególnych pól nanosi się, za pomocą umownych znaków, sposób perforowania danej informacji.

Po wykonaniu powyższych czynności na wszystkich wzorach kart biorących udział w przetwarzaniu przenosi się poszczególne pola na makiety kart uniwersalnych i jako wzorce kart opisanych drukuje się w drukarni.

Pola na kartach perforowanych (dla wszystkich rodzajów informacji) należy projektować dla maksymalnej wielkości symbolu. Ponadto dla informacji ilościowo-wartościowych należy zaznaczyć miejsce przecinka, tj. oddzielić część całkowitą od części ułamkowej. Pomędzy poszczególnymi polami na karcie perforowanej nie należy zostawiać wolnej kolumny.

W celu zmniejszenia ilości wzorów kart (np. dla dokumentów ewidencji materiałowej należałoby posiadać 7-8 wzorów kart opisanych) celowe jest projektowanie uniwersalnej karty opisanej, przeznaczonej dla grupy jednorodnych dokumentów źródłowych.

Na rys. 6.18 i 6.19 przedstawiono uniwersalne i opisane karty perforowane systemu 80-kolumnowego, a na rys. 6.20 i 6.21 uniwersalne i opisane karty systemu 90-kolumnowego.



Rys. 6.18. Karta uniwersalna 80-kolumnowa

Mięsie	Różn. zarob.	Nr wydz.	Nr Z.	Strawka	Nr zlecenia		Zmiana	Konta		Waga sztuk do zapłaty	Czas wykonania #/szt.	Stawka % akord	Czas ruchu	W.	Zarobek		Premia		Wydatki - dźwone		
					Nr części	Nr grupy kate.		Różnica kosztu	Ostatni						Nr kontroli	st / gr	st / gr	st / gr	st / gr		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	2	1	4	8	14	18	22	25	28	31	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54

Rys. 6.19. Karta opisana 80-kolumnowa

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
4	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87

Rys. 6.20. Karta uniwersalna 90-kolumnowa

Różn. kart	Symb. p.ln.	Nr karty technologicznej	Nr zlecenia				F. W.	Nr wydz.	Nr stan.	Nr oper.	Z wydz.	Nr wydz.	O. K.	A. K.	Szkut na wyrób		Szkut na zlecenie	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
4	7	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
4	7	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Rys. 6.21. Karta opisana 90-kolumnowa



## 6.4.2. Projektowanie taśm perforowanych

Drugim powszechnie używanym nośnikiem informacji do EMC jest taśma perforowana<sup>4</sup>.

Zasady projektowania taśm perforowanych są podobne do zasad projektowania kart perforowanych. I w tym przypadku, przy projektowaniu informacji na taśmie, należy dążyć do zmniejszenia pracochłonności perforowania. Nanoszenie najpierw informacji stałych, a potem zmiennych, pozwala, szczególnie przy perforowaniu informacji z dokumentów wielopozycyjnych, na znaczne oszczędności czasu pracy oraz zmniejszenie ilości błędów.

Taśma perforowana może służyć jako:

- nośnik informacji do EMC,
- nośnik informacji do dziurkarki kart,
- nośnik informacji do innych urządzeń technicznych, np. maszyny do pisania itp.

W związku z powyższym taśma perforowana może powstać:

- na wyjściu z EMC,
- na wyjściu z innych urządzeń technicznych, np. maszyny do pisania, księgowania itp.

W zależności od celu, jak i miejsca powstania oraz języka programowania informacje umieszczane na taśmie perforowanej należy uzupełniać szeregiem specjalnych znaków sterujących.

Dla przykładu taśma perforowana przeznaczona do EMC MIŃSK 22, dla której program napisany został w autokodzie MAT, powinna spełniać m.in. następujące warunki:

- liczby w ciągu danych muszą być zakończone:
  - znakiem spacji lub
  - znakiem powrotu karetki, lub
  - znakiem wysuwu wiersza,
- można perforować liczby tylko dziesiętne lub ósemkowe,
- liczby dziesiętne należy perforować bądź z kropką dziesiętną, bądź z przecinkiem dziesiętnym,
- w liczbie systemu ósemkowego przed pierwszą cyfrą należy wyperforować znak X lub tzw. „krzyż maltański”,
- znak minus można wyperforować na dowolnym miejscu liczby, znak plus można pominąć itd.

Warunki powyższe należy spełnić, jeśli informacje z taśmy perforo-

<sup>4</sup> Patrz [1].

wanej są wczytywane przez czytnik taśmy tzw. start-stop. Natomiast jeśli taśma perforowana jest wczytywana przez czytnik tzw. strefowy, to ponadto należy zaznaczyć początek i koniec strefy, w której nie może być więcej niż 800 znaków.

Przy rozplanowaniu informacji na taśmie perforowanej nie wszystkie wyżej wymienione warunki należy zaznaczać, bowiem znajomość zasad ich stosowania obowiązuje operatorki maszyn perforujących.

Przykład rozplanowania informacji na taśmie perforowanej 5-kanalowej jest przedstawiony na rys. 6.22.

Identyfikator	A	B	C	D	E	F	G
Nazwa informacji	Symbol taśmy	Symbol przedsiębiorstwa	Symbol magazynu	Data	Konto materiałowe	Indeks materiałowy	Rodzaj ruchu
Ilość znaków	3	3	2	6	2	7	2

H	I	J	K	L	M	N	E÷N
Numer kolejny magazynowy	Symbol odchylenia	Symbol wyrobu (części)	Miejsce powstawania kosztów	Nośnik kosztów	Jednostka miary	Ilość	Data itd. dla dokumentów tej samej paczki
4	4	9	3	6	1	6,3	6

Rys. 6.22. Rozplanowanie informacji na taśmie perforowanej dla dokumentu Rw

## 6.5. PROJEKTOWANIE WZORÓW ZESTAWIENŃ KOŃCOWYCH

Podstawowym efektem pracy elektronicznej maszyny cyfrowej jest uzyskanie wyników w formie zestawień końcowych zwanych tabulogramami.

Przy ustalaniu wzorów zestawień końcowych należy brać pod uwagę:

- potrzeby przedsiębiorstwa,
- możliwości techniczne drukarki,
- sposób wydruku,
- zakres informacji.

Zakres zestawień końcowych jest ściśle uzależniony od potrzeb przedsiębiorstwa. Nie należy tworzyć zestawień końcowych, które nie



będą przydatne w przedsiębiorstwie w ogóle lub w początkowym etapie wdrażania nowej techniki obliczeniowej. Należy bowiem pamiętać, że przedsiębiorstwo nie jest „przygotowane” do właściwego wykorzystania wszystkich możliwych wariantów zestawień. Dlatego też jako niezbędne minimum ilości zestawień końcowych w okresie początkowym powinno się przyjąć potrzeby faktyczne, wynikające z zakresu działalności poszczególnych komórek organizacyjnych, dostarczających informacji kierownictwu przedsiębiorstwa.

Istnieją następujące możliwości wyprowadzania zestawień:

— na drukarkę wierszową podłączoną bezpośrednio na wyjściu EMC,

— na taśmę perforowaną, która steruje pracą drukarki, maszyny do pisania lub dalekopisu.

Projektując układy zestawień końcowych należy uwzględnić możliwości techniczne urządzeń drukujących. W zależności od urządzenia różna jest ilość znaków w wierszu. W drukarkach typowych ilość ta waha się od 120 do 190 znaków w jednym wierszu. Jeśli projekt przewiduje wydruk zestawienia końcowego na dalekopisie, będzie można uzyskać w jednym wierszu 70 do 80 znaków. Zestawienia, w których ilość znaków w jednym wierszu przekracza możliwości drukarki, należy wyprowadzać w dwóch częściach.

Z punktu widzenia sposobu wydruku zestawienia końcowe mogą być wykonane:

— z wyszczególnieniem (wypisaniem) wszystkich dokumentów biorących udział w tym zestawieniu — forma ta nazwana jest „listowaniem” (zestawienie wykonane jest „na list”),

— bez wyszczególnienia wszystkich dokumentów, a jedynie z wypisaniem sum grupowych oraz danych informacyjnych i klasyfikacyjnych — forma ta nazwana jest „tabulowaniem” (zestawienie wykonane jest „na tab”)<sup>5</sup>.

Można używać obu sposobów, w zależności od formy wykonania zestawień. Istnieją następujące formy wykonania zestawień:

— na czystym papierze zwiniętym w rulon lub złożonym, z podziałem lub bez podziału na strony,

— na uprzednio wydrukowanych formularzach dokumentów.

Przy ustalaniu formy wydruku należy ponadto uwzględnić ilość żądanych egzemplarzy zestawienia. Wykonanie zestawienia w kilku egzemplarzach można uzyskać poprzez:

<sup>5</sup> Por. paragraf 2.4.6.

- podzielenie szerokości drukarki i równoległe wyprowadzenie dwóch jednakowych egzemplarzy,
- zastosowanie kalki,
- zastosowanie kalkowego papieru,
- kilkakrotne powtarzanie.

Jedną z najistotniejszych czynności przy projektowaniu zestawień końcowych jest prawidłowe ustalenie dla nich zakresu informacji. Zestawienia końcowe powinny zawierać tylko taki wachlarz informacji, jaki jest potrzebny do pełnego ich wykorzystania. Pozwala to na otrzymywanie zestawień przejrzystych i czytelnych, nawet dla osób nie obeznanych z techniką elektronicznego przetwarzania danych. Ujmowanie w każdym zestawieniu wszystkich informacji wprowadzanych do maszyny z dokumentów źródłowych czyni zestawienie końcowe nieczytelnym.

Uzyskanie przejrzystej i czytelnej formy tego zestawienia można osiągnąć poprzez rozmieszczanie danych w kolejności:

- dane identyfikacyjne,
- dane klasyfikacyjne,
- dane ilościowo-wartościowe.

Ponadto zestawienia powinny być tak budowane, aby otrzymywane wyniki były kompletne, nie wymagające dodatkowych, ręcznych czynności rachunkowych.

Wszystkie zestawienia końcowe, tj. ich układ, forma, zakres informacji, powinny być uzgodnione z użytkownikiem. Dopiero potem można przystąpić do rozplanowania poszczególnych informacji w zestawieniach. Do projektowania rozmieszczenia informacji w zestawieniu, a tym samym na drukarce, służy odpowiedni formularz, który przedstawiony jest na rys. 6.23. Podano w nim przykład rozplanowania zestawienia z zakresu ewidencji personalnej.

## 6.6. SPOSOBY KONTROLI DANYCH

### 6.6.1. Rodzaje kontroli

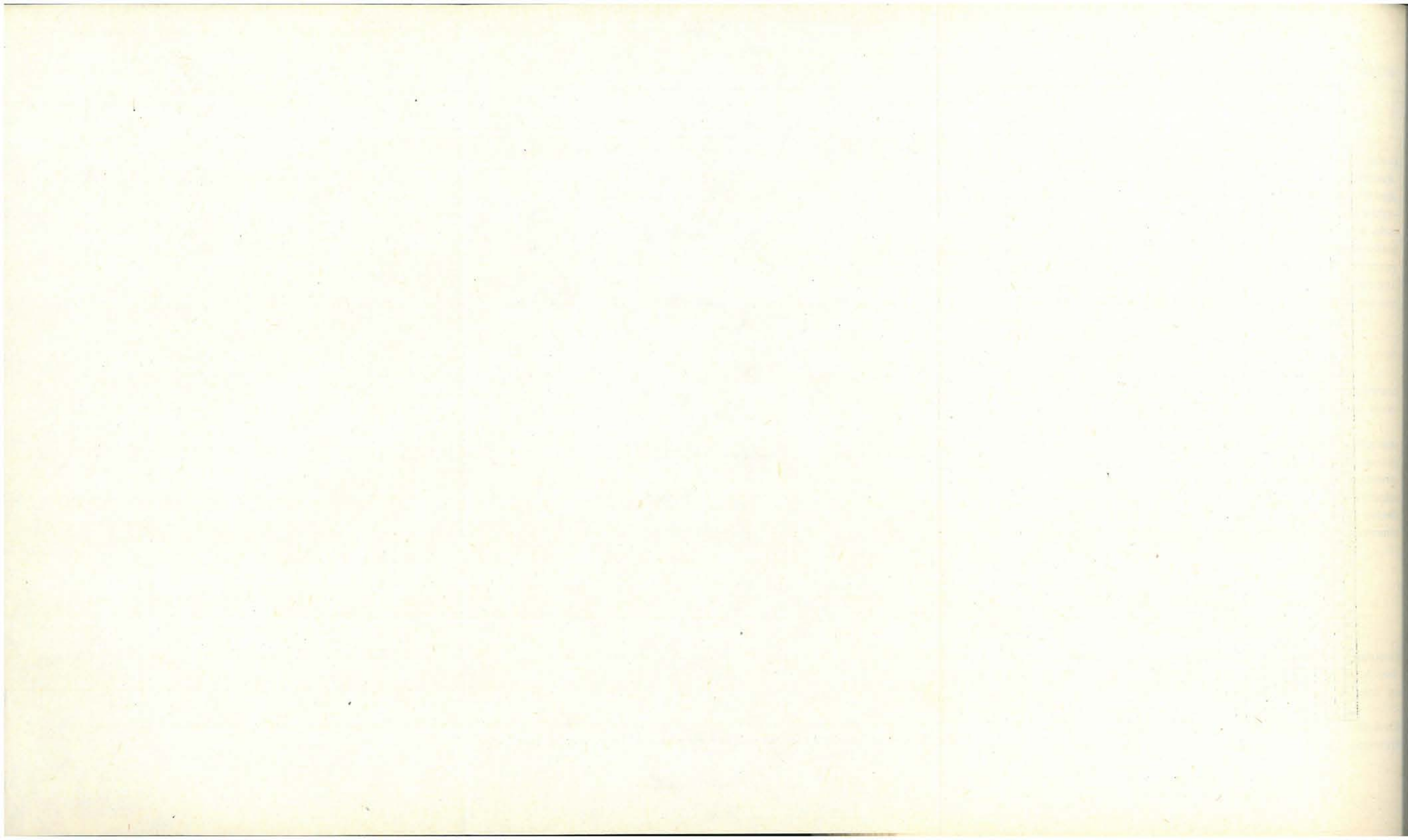
Jak już powiedziano poprzednio, materialnym wyrazem strumienia informacji oraz czynności przetwarzania danych są dokumenty źródłowe. Dane z nich są przenoszone za pomocą urządzeń perforujących na maszynowe nośniki informacji (karty lub taśmy perforowane).

W czynnościach związanych z wypełnianiem dokumentów źródłowych oraz z przygotowaniem maszynowych nośników informacji przeważa



Zakład Obliczeniowy		FORMULARZ ROZMIESZCZENIA INFORMACJI NA TABULOGRAMIE DRUKARKI WIERSZOWEJ												Projekt: 9050												Nazwa tabulogramu:												Nr tabulogramu T-810								Strona 1																																																			
														Program: 7-9050-0481												Liczba zatrudnionych w roku... AZP-1																																																																							
												Liczba zatrudnionych w roku...												AZP-1												DATA WYKONANIA								ZETO ZOW-W																																																					
												STAN NA												ZMIANY W ROKU												STAN NA												% UDZIAŁU												PRZECIETNIĘ								ROCZNIE		WSPÓŁCZYNNIK																											
L.P.												WYSZCZEGÓLNIENIE												POCZĄTEK												KONIEC												POSZCZEGÓLNYCH												PLANOWANE								RZECZYWISTE		W ROKU		UBIEG		PLYNNOSCI																							
												ROKU												UBYŁO												PRZYBYŁO												ROKU												GRUP NA												K.R.																									
1												2												3												4												5												6												7												8								9		10		11	
1.												PRACOW. GRUPY PRZEM.																																																																																					
1.1												W TYM: ROBOTNICZY																																																																																					
1.2												W TYM: BEZPOSR. PROD																																																																																					
1.3												PRAC. INZ-TECHNICZ																																																																																					
1.4												ADM-BIUROWI																																																																																					
1.5												EKONOMICZNI																																																																																					
1.6												OBSŁUGI																																																																																					
1.7												STRAŻY																																																																																					
1.8												STAZYŚCI FIZYCZNI																																																																																					
1.9												STAZYŚCI UMYSŁOWI																																																																																					
2.												PRACOW. GRUP NIEPRZ																																																																																					
2.1												ZATRUDNIENI PRZY																																																																																					
												INW. I KAPIT. REM																																																																																					
3.												UCZNIOWIE																																																																																					
4.												PRACOWNICY OGÓŁEM												XXXX												XXX												XXX												XXXXX												XXX X												XXXXX								XXXXX		XXXXX		XX, X	

Rys. 6.23. Wzór formularza rozmieszczenia drukarki wierszowej 128-znakowej (z przykładem)





w dalszym ciągu praca ręczna. Dokładność tej pracy zależy w decydującym stopniu od subiektywnych cech wykonawcy: jego kwalifikacji, doświadczenia, sumienności, samopoczucia, a także od wielu innych czynników, jak sprawność maszyn, sposób opracowania dokumentacji technicznej itp. We wszystkich tych czynnościach istnieje możliwość popełniania błędów, takich jak np. złe wypełnienie lub zagubienie dokumentu, złe odczytanie tekstu, nieświadome użycie niewłaściwego klawisza, posługiwanie się źle przygotowaną kartą wzorcową, odchylenia od ustalonych wymiarów kart lub taśm itp.

Z powyższego wynika konieczność opracowania w ośrodku obliczeniowym, a także w miejscu powstawania dokumentów, systemu kontroli poszczególnych etapów procesu technologicznego SEPD.

Prawidłowe zorganizowanie kontroli jest jednym z ważniejszych warunków otrzymania bezbłędnych wyników<sup>6</sup>.

Z punktu widzenia zakresu wykonywania rozróżniamy kontrolę pełną i wrywkową.

*Pełną* nazywamy kontrolę, jeżeli sprawdzeniu podlegają wszystkie jednostki opracowanej zbiorowości. *Wrywkową* natomiast nazywamy kontrolę, w której sprawdzeniu podlegają tylko niektóre elementy danej zbiorowości.

Z punktu widzenia sposobu przeprowadzania rozróżniamy:

- kontrolę za pomocą prostego porównania,
- kontrolę logiczną,
- kontrolę rachunkową.

*Kontrola za pomocą prostego porównania* polega na porównaniu informacji zapisanej na dwóch różnych dokumentach. Jeżeli obie informacje okażą się jednakowe, wówczas wnioskujemy o ich prawidłowości. Przykładem takiej kontroli jest sprawdzanie dziurkowania taśmy w urządzeniu kontrolno-odczytującym.

*Kontrola logiczna* polega na zestawieniu dwu lub kilku wielkości, które znajdują się względem siebie w określonej zależności, i wyciąganiu wniosków o ich prawidłowości na podstawie ogólnej znajomości zjawisk, o których mówią dane wielkości.

*Kontrola rachunkowa* polega na dwukrotnym wykonaniu tych samych obliczeń lub na wykonaniu tych obliczeń różnymi metodami i porównaniu otrzymanych wyników.

Zakres i metody kontroli powinny być ustalone w projekcie technicznym systemu EPS.

<sup>6</sup> Patrz [8].

Ze względu na różne zazwyczaj miejsca powstawania dokumentów źródłowych i maszynowych nośników informacji oraz wyników końcowych, celowe jest rozróżnianie dwóch etapów przeprowadzania kontroli:

— kontrola dokumentów źródłowych przed przekazaniem ich do ośrodka obliczeniowego,

— kontrola maszynowych nośników informacji i zestawień końcowych w ośrodku obliczeniowym.

Oczywiście taki podział jest celowy wówczas, gdy zleceniodawca nie posiada własnej stacji przygotowania danych.

Przejdziemy obecnie do omawiania obu etapów przeprowadzania kontroli.

### 6.6.2. Kontrola dokumentów źródłowych

Prawidłowe wyniki opracowań maszynowych można otrzymać jedynie w przypadku usunięcia wszystkich błędów znajdujących się w materiale źródłowym. Stosowanie bowiem nawet najbardziej dokładnych metod kontroli opracowań maszynowych nie może zapewnić bezbłędnych wyników przy niekompletnym lub obciążonym błędami materiale wejściowym.

Przed przekazaniem dokumentów źródłowych do ośrodka obliczeniowego powinno nastąpić ewentualne ich uzupełnienie oraz poddanie kontroli merytorycznej, formalnej i tzw. kontroli zupełności.

*Kontrola merytoryczna* dotyczy przede wszystkim prawidłowości, legalności i zgodności operacji gospodarczych wykazanych w dokumentach ze stanem rzeczywistym. Na przykład kontrola dowodów magazynowych dotyczyć może legalności operacji zakupu i sprzedaży materiałów, prawidłowości ich odbioru, celowości zużycia itp.

*Kontrola formalna* polega na sprawdzeniu treści dokumentu pod względem jego formy zewnętrznej. Forma zewnętrzna dokumentu ma bardzo duże znaczenie, gdyż warunkuje prawidłowość odczytu i przeniesienia na kartę dziurkowaną bądź na taśmę dowodu. Dlatego też szczególne znaczenie ma sprawdzenie:

— czy dokument został wypełniony zgodnie z instrukcjami w sprawie wypełniania dokumentów, czy posiada wszystkie wymagane pieczętki i podpisy,

— czy wszystkie elementy niezbędne do dalszych opracowań są wypełnione,



- czy wszystkie symbole przenoszone na karty dziurkowane lub taśmy posiadają przewidzianą liczbę pozycji cyfrowych,
- czy wszystkie zapisy dokonane są w sposób czytelny.

*Kontrola zupełności* polega na sprawdzeniu, czy wszystkie pozycje na dokumencie są wypełnione oraz czy ilość dokumentów odpowiada ilości zadeklarowanej.

Po tak przeprowadzonej kontroli można przystąpić do opracowania maszynowych nośników informacji.

### 6.6.3. Kontrola maszynowych nośników informacji

Dane zawarte w dokumentach źródłowych przenoszone są na karty lub taśmy perforowane za pomocą odpowiednich urządzeń dziurkujących<sup>7</sup>.

Zapisywanie danych na taśmach lub kartach perforowanych jest czynnością pracochłonną, podczas której powstaje wiele błędów. Zastosowanie racjonalnych metod kontroli maszynowych nośników informacji posiada duże znaczenie, gdyż od nich w szczególności zależy poprawność przetwarzania.

Do najczęściej stosowanych metod kontroli maszynowych nośników informacji należą:

- kontrola przy użyciu sprawdzarek,
- kontrola wizualna,
- kontrola rachunkowa,
- kontrola mieszana.

Wybór odpowiedniej metody kontroli zależy od warunków ośrodka obliczeniowego, tzn. od kwalifikacji pracowników, posiadanego wyposażenia, jakości dokumentów źródłowych, rodzaju wykonywania prac, wyboru maszynowego nośnika informacji, przeciętnego procentu błędu itp. Często w zależności od wymaganego stopnia dokładności stosuje się różne metody kontroli. Należy podkreślić, że właściwych metod kontroli w praktyce przetwarzania danych nigdy nie jest za wiele.

*Kontrola przy użyciu sprawdzarek* jest jedną z najczęściej stosowanych metod. Zaletą tej metody jest stosunkowo duży procent wykrywania błędów, a także możliwość szybkiego dokonania analizy popełnionych błędów. Kontrola za pomocą sprawdzarki polega na powtórnym wypalcowaniu na identycznej klawiaturze cyfrowej informacji uprzednio

<sup>7</sup> Urządzenia te opisano w podrozdziale 2.4 oraz paragrafie 3.2.4.

wydzierkowanej na dziurkarce. Kartę lub taśmę perforowaną wprowadza się do sprawdzarki, następnie ponownie odczytuje się treść dokumentu źródłowego, naciskając odpowiednie klawisze. W przypadku wystąpienia błędu następuje automatyczne zablokowanie klawiatury. Blokada taka stwarza warunki do uważnego porównania użytego aktualnie klawisza z faktyczną treścią informacji na dokumencie źródłowym, a następnie oceny, czy błąd został dokonany podczas pierwotnego dziurkowania taśmy, czy też pomyłka nastąpiła przy aktualnej czynności sprawdzania<sup>8</sup>.

Istotnym brakiem kontroli dziurkowania za pomocą sprawdzarek jest brak możliwości jednoczesnego otrzymania liczb kontrolnych niezbędnych do kontroli opracowań końcowych.

*Kontrola wizualna* polega na porównaniu zawartości dokumentu źródłowego z tabulogramem dalekopisu (jeśli dane perforuje się na dalekopisie) lub na porównaniu otrzymanych kart lub taśmy za pomocą prześwietlania. Metoda prześwietlania stosowana jest w odniesieniu do cech, które powinny być jednakowe w określonym zbiorze kart perforowanych. Polega ona na sprawdzeniu paczki równo ułożonych kart pod światło. Jeśli określone cechy zostały wydzierkowane prawidłowo, wówczas w określonych pozycjach karty powstanie otwór przepuszczający światło. Metodę tę stosuje się często w połączeniu z kontrolą za pomocą sprawdzarek. Po odtworzeniu błędnie wydzierkowanej karty (wydzierkowaniu nowej) sprawdza się za pomocą prześwietlenia, czy otwory we wszystkich kolumnach dwóch kart, z wyjątkiem otworów w kolumnie poprawionej, pokrywają się. Jeżeli tak, należy kartę błędną zniszczyć, natomiast odtworzoną i sprawdzoną włożyć do partii kart w miejsce błędnej.

W przypadku zastosowania taśmy perforowanej należy wydzierkować dwie taśmy z tymi samymi danymi, a następnie porównać w omówiony wyżej sposób.

Kontrola wizualna należy do najtańszych metod, stosować ją jednak można tylko w połączeniu z inną metodą.

*Kontrola rachunkowa* polega na porównaniu sumy wszystkich lub określonych pozycji na dokumencie, obliczonych przy wczytywaniu danych do EMC z sumą kontrolną obliczoną uprzednio przy użyciu maszyn sumujących.

---

<sup>8</sup> Por. podrozdział 2.4.



Zgodność sum uważana jest za dowód braku błędów dziurkowania. W przypadku rozbieżności sum porównuje się poszczególne zapisy jednostkowe aż do stwierdzenia różnicy. Jeżeli różnica jest wynikiem błędu dziurkowania, należy odszukać błędną pozycję i poprawić, po czym poprawić sumy kontrolne. Kontrola za pomocą sumowania jest jedną z najczęściej stosowanych metod. Zaletą jej jest dokładność oraz zastosowanie liczb kontrolnych przy sprawdzaniu wyników.

Drugim sposobem kontroli rachunkowej jest dokonywanie sprawdzania za pomocą *porównań poziomych*, tzw. bilansowania. Metoda bilansowa stosowana jest wówczas, gdy między poszczególnymi wielkościami wydziurkowanymi na kartach istnieje określona zależność arytmetyczna. Zgodność sum „poziomych” i „pionowych” świadczy o tym, że wszystkie wielkości zostały prawidłowo wydziurkowane.

*Kontrola mieszana* polega na równoczesnym stosowaniu kilku omówionych wyżej metod. Praktycznie stosowana jest bardzo często, gdyż żadna z istniejących metod, zastosowana samodzielnie, nie daje gwarancji ujawnienia wszystkich błędów.

Źródłem błędnego dziurkowania może być także np. rozregulowanie maszyn, powodujące odchylenia od perforacji. Dlatego też przed przygotowaniem danych należy sprawdzić prawidłowość rozmieszczonych dziurek na taśmie lub karcie za pomocą specjalnych szablonów.

#### 6.6.4. Kontrola opracowań końcowych

Po zakończeniu kontroli maszynowych nośników informacji można przystąpić do wykonania obliczeń.

Wyniki przetwarzania danych otrzymujemy w postaci zestawień wynikowych podstawowych, tabulogramów wynikowych kontrolnych oraz tabulogramów wynikowych wtórnego przetwarzania.

Do podstawowych zestawień wynikowych zalicza się tabulogramy (wypisy wyników z drukarki wierszowej) oraz karty i taśmy perforowane, z których, poza EMC, na odpowiednich urządzeniach piszących sporządza się tabulogramy przeznaczone dla użytkowników. Kontrolę wyników można oprzeć na metodach omówionych poprzednio. Dodatkowym ułatwieniem kontroli wyników jest sporządzanie tabulogramów kontrolnych.

Tabulogramy wynikowe kontrolne otrzymuje się z drukarki wierszowej bądź monitora kontrolnego, a przeznaczone są dla operatora śledzącego

przebieg przetwarzania na EMC oraz dla użytkowników, celem poprawienia błędnych danych. Poważną rolę w szybkim odczytywaniu błędów odgrywają kwalifikacje, doświadczenie i znajomość tematu przez pracownika prowadzącego kontrolę.

W pierwszym etapie przeprowadza się kontrolę wizualną, dokonując ogólnej kontroli zewnętrznej tabulogramu. Sprawdza się tabulogram pod względem rozmieszczenia danych, czytelności i prawidłowości wyprowadzonych wyników. Ponadto należy sprawdzić, czy nie ma na nim przekłamań, wynikających ze źle działających urządzeń pomocniczych. W wielu przypadkach doświadczony pracownik właśnie drogą kontroli wizualnej stwierdza szereg błędów, nie uciekając się do pracochłonnych metod. Następnie przystępuje się do bardziej szczegółowej kontroli *rachunkowej*.

Kontrolę rachunkową przeprowadza się najczęściej za pomocą sum kontrolnych rozmaitego rodzaju i stopnia, które mogą być porównane z liczbami kontrolnymi powstałymi w jednostkach dostarczających dokumenty (u użytkowników).

## 6.7. ORGANIZACJA SPŁYWU DOKUMENTÓW

Terminowość opracowań maszynowych i rytmiczność pracy ośrodka obliczeniowego lub stacji przetwarzania danych zależą przede wszystkim od zorganizowanego i planowego przekazywania przez zleceniodawców dokumentów źródłowych. Częstotliwość przekazywania dokumentów źródłowych powinna przebiegać zgodnie z harmonogramem opracowanym przez ośrodek obliczeniowy i uzgodnionym ze zleceniodawcą. Taka etapowość zależy od:

- określonego cyklu powtarzalności planowania i sprawozdawczości w miejscu powstawania dokumentów źródłowych,
- konieczności możliwie równomiernego rozłożenia w czasie obciążenia poszczególnych urządzeń technicznych i stanowisk pracy w systemie przetwarzania danych.

Przed oddaniem dokumentów do ośrodka obliczeniowego powinno nastąpić ich kompletowanie. Czynność kompletowania dokumentów w paczki wykonywana jest przez zleceniodawców na podstawie instrukcji opracowanych przez ośrodki obliczeniowe lub stacje przetwarzania danych.

Przy paczkowaniu dokumentów należy przestrzegać następujących zasad:



- w paczkach powinny się znajdować tylko dokumenty jednorodne,
- poszczególne paczki powinny zawierać dokumenty o jak największej ilości wspólnych cech (np. z jednego miejsca powstawania — magazynu, wydziału; numeru kolejnego splywu),
- w paczce nie powinno być więcej niż 100 dokumentów.

Dokumenty przesyła się do ośrodka obliczeniowego w paczkach bądź w odpowiednio do tego celu przygotowanych kopertach. Na paczce lub kopercie powinien być wyszczególniony zleceniodawca, określony okres obrachunkowy, podany rodzaj dokumentów oraz ich ilość i numery (od – do).

Dokumenty źródłowe przyjmowane są do ośrodka obliczeniowego przez pracowników kontroli, gdzie podlegają sprawdzaniu według zasad omówionych w poprzednim podrozdziale.

Wszystkie zakwestionowane dokumenty zwracane są zleceniodawcy w celu dokonania poprawek, po czym następuje ponowne ich przyjęcie przez ośrodek obliczeniowy.

Po sprawdzeniu dokumenty źródłowe przekazywane są do dalszych opracowań według ustalonego harmonogramu, który przewiduje równomierne obciążenie urzędzeń pomocniczych (sprawdzarek, dziurkarek). Harmonogram obejmuje również przewidziany czas wykorzystania elektronicznej maszyny cyfrowej.

Po zakończeniu obliczeń i kontroli tabulogramy, zgodnie z planem zakończenia prac, przekazywane są zleceniodawcy.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Bürger E., Leonhardt W.: *Technika taśmy dziurkowanej*, Warszawa 1964.
- [2] Greniewski M.: *Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych*, Warszawa 1967.
- [3] Klepacz W.: *Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania*, Warszawa 1965.
- [4] Mitin S.: *Zastosowanie maszyn liczących w planowaniu operatywnym przedsiębiorstwa*, Warszawa 1967.
- [5] Olechowski B., Karwat R.: *Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w gospodarce materiałowej budownictwa*, Warszawa 1965.
- [6] Semczuk S.: *Mechanizacja ewidencji źródłowej*, Warszawa 1965.
- [7] Szaniawska M.: *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwach*, Warszawa 1967.
- [8] Walczak T.: *Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących*, Warszawa 1964.
- [9] Walczak T.: *Maszyny liczące. Mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych*, Warszawa 1968.

## 7. METODYKA PROJEKTOWANIA PRZETWARZANIA DANYCH

### 7.1. SEKWENCYJNE PRZETWARZANIE DANYCH

#### 7.1.1. Zasady sekwencyjnego przetwarzania danych

Projektowanie systemów elektronicznego przetwarzania danych wymaga od projektanta gruntownej znajomości:

- 1) elektronicznej maszyny cyfrowej i urządzeń towarzyszących,
- 2) typowych czynności związanych z manipulowaniem dużymi zbiorami informacji.

W naszych rozważaniach zajmiemy się zagadnieniem typowych czynności, o których mowa w punkcie drugim, z tym jednak zastrzeżeniem, że dotyczyć one będą tzw. sekwencyjnego przetwarzania danych.

*Sekwencyjne przetwarzanie danych* (ang. — *sequential processing*) występuje wówczas, jeśli zakłada się, że dostęp do określonej informacji znajdującej się w pamięci zewnętrznej maszyny (w tym przypadku na taśmie magnetycznej) następuje po przejściu pewnego odcinka drogi, np. od początku zbioru informacji do miejsca, w którym znajduje się żądana informacja. W związku z tym na podstawie przewidywania, jakie informacje będą potrzebne do konkretnego obliczenia, można je uporządkować w ten sposób, żeby pobieranie ich z określonego miejsca w zbiorze następowało w takiej sekwencji, w jakiej dany zbiór jest uporządkowany. Na przykład przy obliczaniu zarobków robotników na podstawie kart pracy zbiór tych kart powinien być ułożony według numerów ewidencyjnych robotników. W takim przypadku, obliczając zarobki np. robotnika nr 1, pobieramy karty pracy znajdujące się na początku zbioru, bezpośrednio po tych kartach znajdują się karty robotnika nr 2, potem nr 3 itd.



Od sekwencyjnego przetwarzania danych różni się znacznie *bezppośrednie przetwarzanie danych* (ang. — *random processing*), w którym podczas przebiegu przetwarzania istnieje bezpośredni dostęp do dowolnej informacji znajdującej się w pamięci zewnętrznej (np. na dyskach magnetycznych). Ponieważ tego rodzaju przetwarzanie związane jest z pamięciami zewnętrznymi na dyskach magnetycznych lub na kartach magnetycznych, a odpowiednie urządzenia występują w Polsce w pojedynczych egzemplarzach (NCR 315 w Centrali NBP, IBM 1440 w ZOWARZE oraz System 4—50 w Hutniczym Przedsiębiorstwie Maszynowych Obliczeń Analitycznych w Katowicach i w ZETO w Gdyni), zagadnienie to nie zostanie uwzględnione w niniejszym opracowaniu.

Zgodnie z tym co zostało powiedziane wyżej, w procesie sekwencyjnego przetwarzania danych ważną, a nawet zasadniczą rolę odgrywa właściwe ułożenie informacji, które mają być pobierane tak, ażeby skrócić do minimum czas przeszukiwania zbiorów i pobierania określonych danych. Naturalnie sprawa odpowiedniego uporządkowania informacji może już występować przy wczytywaniu ich do maszyny cyfrowej z taśmy papierowej lub kart perforowanych. Zagadnienie to jednak tutaj pominiemy, gdyż dla nowoczesnych szybkich maszyn cyfrowych do przetwarzania danych zakłada się na ogół, że sortowanie informacji następuje po wczytaniu ich do pamięci zewnętrznej maszyny.

Przechodząc do omówienia typowych czynności występujących przy manipulowaniu zbiorami informacji, należy na wstępie rozróżnić je następująco:

- 1) zakładanie zbiorów informacji na taśmie magnetycznej,
- 2) porządkowanie informacji na taśmie magnetycznej,
- 3) aktualizacja (modyfikacja) informacji na taśmach magnetycznych,
- 4) łączenie zbiorów na taśmie magnetycznej,
- 5) kumulowanie (kompresja) zbiorów na taśmach magnetycznych,
- 6) emitowanie wyników,
- 7) dobieranie danych.

### 7.1.2. Zbiory na taśmie magnetycznej

Typowa taśma magnetyczna<sup>1</sup> sporządzona jest z masy plastycznej z materiału o nazwie mylar. Grubość taśmy wynosi około 0,0003 cm,

<sup>1</sup> Opis dotyczy typowej pamięci na taśmie magnetycznej używanej powszechnie na świecie, która w zasadzie różni się od taśmy używanej przy EMC MIŃSK 22 i EMC ELLIOTT 803B.

szerokość na ogół 1/4, 1/2 lub 1 cal; długość taśmy dochodzi do około 1000 m. Taśmę nawiniętą na szpule zakłada się do tzw. przewijaczy taśmy (handlerów), gdzie znajduje się mechanizm powodujący obracanie się szpuli i przesuwanie taśmy pod głowicami odczytującymi i zapisująco-wymazującymi. Każdy zapis na taśmie powoduje automatycznie wymazanie zawartości poprzednich zapisów na określonym odcinku taśmy. Taśmę odczytuje się i zapisuje zawsze w jednym kierunku. W kierunku powrotnym taśma może się przewijać na biegu jałowym, tzn. nie mogą być wówczas dokonywane zapisy lub odczyty. Wynika z tego zasada, która pokrywa się z tym, co było już powiedziane przy omawianiu właściwości sekwencyjnego przetwarzania danych, że informacje na taśmie powinny być tak ułożone, aby dostęp do nich był zsynchronizowany z kolejnością pobierania do pamięci operacyjnej dla dokonywania obliczeń, gdyż np. cofnięcie się wstecz do informacji już odczytanych nie jest w zasadzie możliwe. Na początku i na końcu taśmy znajdują się znaki (markery) początku i końca taśmy. Stanowią one granice, w których mieścić się muszą zapisy na taśmie.

Zapisywanie i odczytywanie taśmy odbywa się za pomocą przesyłania z pamięci operacyjnej, lub odpowiednio do pamięci operacyjnej, tak zwanych bloków informacji. *Blokiem informacji* nazywamy pewną ilość informacji, która tworzy nieprzerwany ciąg na taśmie magnetycznej. Długość bloku informacji może być różna i zależna jest w pierwszym rzędzie od pojemności pamięci operacyjnej (w żadnym przypadku nie może być dłuższa od pojemności pamięci operacyjnej), od uznania programisty, od stosowanych podprogramów bibliotecznych itp. Im dłuższy blok, tym lepsze wykorzystanie taśmy magnetycznej i tym szybsza praca maszyny. Poważnym natomiast ograniczeniem jest tutaj konieczność rezerwowania w pamięci operacyjnej odpowiednich obszarów do wyprowadzania lub sprowadzania informacji przy współpracy z taśmą magnetyczną. Jak z tego wynika, długość bloku jest kompromisem pomiędzy rezygnacją z szybkości pracy na taśmach, lepszym wykorzystaniem taśmy a racjonalnym wykorzystaniem pamięci operacyjnej.

Między jednym a drugim blokiem informacji na taśmie magnetycznej występują tzw. *odstęp między blokami* (ang. — *inter block gap*), które stanowią obszar niezbędny do hamowania biegu taśmy po odczytaniu bloku poprzedzającego i rozpędzania się przed rozpoczęciem czytania bloku następnego.

Dane mogą być zapisywane na taśmie w formie znakowej lub w formie



słów. Przy zapisywaniu znakowym taśma zawiera pewną liczbę komórek, z których każda może przechować jeden znak alfanumeryczny. Poszczególne komórki składają się z takiej ilości bitów, jaka jest potrzebna do zapisania jednego znaku (tj. jednej cyfry dziesiętnej lub jednej litery), np. 6 bitów.

Przy układzie słownym taśma podzielona jest na komórki, z których każda jest odpowiednikiem słowa maszynowego i zawiera np. 24 bity; liczby są w niej zapisane w czystej postaci binarnej, a litery przedstawione za pomocą kombinacji bitów i pakowane po kilka do jednej komórki. Pojemność jednej taśmy może dochodzić do kilku milionów słów lub kilkunastu milionów znaków. Dane zapisane na taśmie mogą być przechowywane, podobnie jak nagranie na taśmie magnetofonowej, również po odłączeniu taśmy od maszyny. Taśma może być używana wielokrotnie, gdyż każde jej zapisanie na nowo powoduje automatycznie wymazanie poprzedniej zawartości.

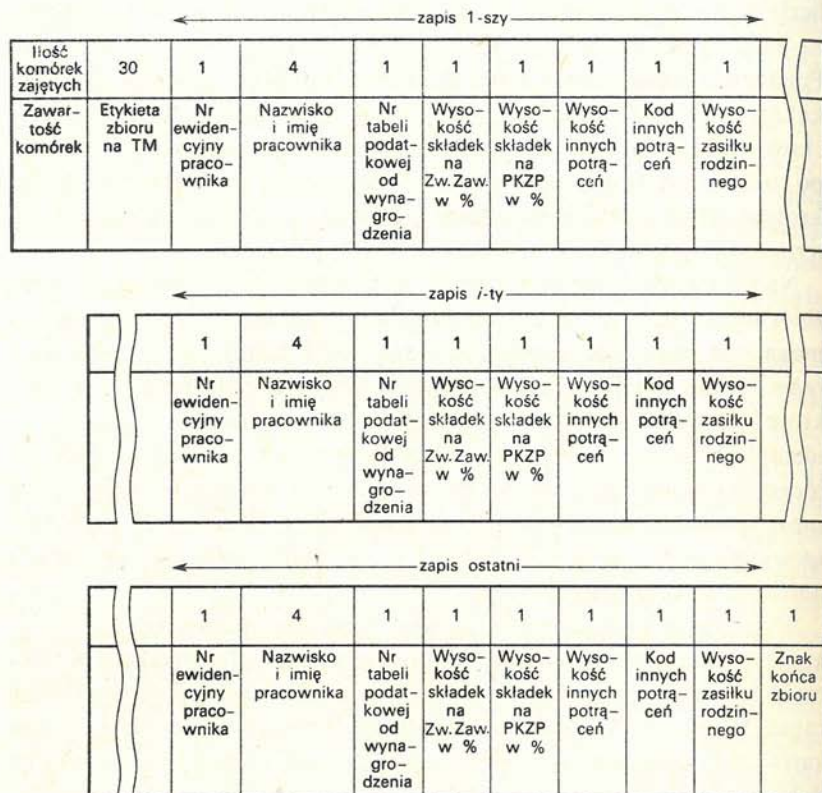
Na jednej taśmie nie powinien się w zasadzie mieścić więcej niż jeden zbiór informacji, natomiast w przypadku występowania dużych zbiorów mogą one zajmować więcej niż jedną rolkę taśmy. *Zbiór informacji* (ang. — *file*) składa się z tzw. *zapisów*, czyli *rekordów* (ang. — *record*), które stanowią powiązany ze sobą zestaw informacji, dających się identyfikować za pomocą określonych symboli. Symbol służący do identyfikowania określonego zapisu nazywa się *kluczem*. Jeden zapis może posiadać więcej niż jeden symboli identyfikacyjnych, czyli tzw. *identyfikatorów*, w zapisie (rekordzie) występują również informacje ilościowe, tzw. *kwantyfikatory*.

W procesie przetwarzania danych zapis jest odpowiednikiem dokumentu źródłowego lub karty kontowej kartoteki. Na przykład w zbiorze dokumentów materiałowych *Rw*, jeden dokument *Rw* stanowi jeden zapis. W zbiorze kartoteki materiałowej ilościowo-wartościowej jedna karta analityczna stanowi jeden zapis. Kluczem może być w przypadku dokumentu *Rw* zarówno nr kolejny dokumentu, jak nr indeksu materiałowego, nr zlecenia itp.

Jeden zapis składa się z poszczególnych pozycji zwanych *polami*. Jeśli określony zbiór składa się z zapisów o jednakowej ilości pól oraz słów lub znaków, wówczas mówi się, że zbiór składa się z zapisów o stałej długości, jeśli natomiast jakiś zbiór składa się z zapisów, z których każdy może mieć różną ilość pól (słów lub znaków), mówi się, że zbiór składa się z zapisów o różnej długości. Z punktu widzenia programowania i operowania zbiorami w procesie przetwarzania danych

bardziej wygodne jest posługiwanie się zapisami o stałej długości. Na rys. 7.1 przedstawiony jest przykład rozplanowania zapisu o stałej długości.

Nie należy mylić zapisów z blokami. Rozmiar zapisu jest determinowany warunkami istniejącymi poza EMC, np. pojemnością dokumentu źródłowego, pojemnością kartoteki itp., natomiast rozmiar bloku determinowany jest właściwościami EMC i programowania.



Rys. 7.1. Rozplanowanie zapisu o stałej długości (karta ewidencyjna pracownika)

U w a g a : Bloki zawierają stałą ilość zapisów; w jednym bloku znajduje się 100 zapisów po 11 słów każdy.

Występują cztery typy bloków danych z punktu widzenia umieszczenia w nich zapisów, a mianowicie blok może zawierać:

- stałą ilość zapisów o stałej długości,
- stałą ilość zapisów o zmiennej długości,



- c) zmienną ilość zapisów o stałej długości,
- d) zmienną ilość zapisów o zmiennej długości.

Zapisy o zmiennej długości muszą posiadać specjalne oznaczenia, które umożliwiałyby odczytywanie ciągu danych znajdujących się na określonym odcinku bloku jako jednego zapisu. Z tego względu często jako pierwszą liczbę umieszcza się licznik komórek, w którym zapisana jest liczba przedstawiająca ilość komórek wchodzących w skład zapisu.

Innym sposobem określania rozmiarów zapisu, przy zmiennej długości, jest umieszczenie na końcu zapisu tzw. „znaku końca zapisu”. Taki znak napotykaný na taśmie oznacza zakończenie zapisu poprzedniego i równocześnie początek zapisu następnego.

Na rysunku 7.2 przedstawiono przykład rozplanowania zapisu o zmiennej długości. W przykładach rozplanowania zapisów o stałej i zmiennej długości przewidziano taśmę magnetyczną, na której jedna komórka stanowi jedno słowo maszynowe. W takim przypadku przewiduje się dla jednej liczby jedną komórkę, bez względu na to, ile cyfr posiada dana liczba (z wyjątkiem tzw. pakowania, o którym będzie mowa w dalszym ciągu wykładu, oraz poza wyjątkową koniecznością umieszczenia jednej wielocyfrowej liczby w dwu lub więcej komórkach).

Na taśmach magnetycznych o organizacji znakowej, a także jeśli uważa się za celowe określenie długości pól w znakach, przy rozplanowaniu zapisu uwzględnia się maksymalną długość poszczególnych pozycji w znakach alfanumerycznych, tj. w przypadku liczb w ilości cyfr dziesiętnych, a w przypadku tekstów w ilości cyfr i innych znaków pisarskich.

Jak już wspomniano, najdogodniej jest posługiwać się zapisami o stałej długości. Tam gdzie jeden zapis w zbiorze różni się długością nieznacznie od innego zapisu, można sprowadzić je do jednakowych rozmiarów w ten sposób, że ewentualne zapisy krótsze uzupełnia się pewnymi umownymi znakami, tzw. *wypełniaczami* (ang. — *fillers*). Na przykład jeżeli na imię i nazwisko pracownika przeznaczony jest 20 znaków, to jeśli występować będą imiona i nazwiska, które w sumie mają mniej znaków, można uzupełniać je spacjami tak, żeby zawsze posiadały stałą ilość 20 znaków.

Jeśli jeden zapis w zbiorze różni się poważnie długością od drugiego zapisu w tym samym zbiorze, wówczas używanie wypełniaczy nie jest wskazane, gdyż nastąpiłoby znaczne powiększenie pojemności zbioru, ponieważ wszystkie zapisy trzeba by było zrównać z najdłuższym zapisem. Tego rodzaju sytuacja spowodowałaby konieczność wykorzysta-

Ilość komórek zajętych	30	Licznieta ilośći zbioru na TM	Etykieta	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr kodo-tytułu wy-ryczny)	War-tość mate-rialu	1	1	1	1	1	1	1	zapis 1-szy	

Ilość komórek zajętych	30	Licznieta ilośći zbioru na TM	Etykieta	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr kodo-tytułu wy-ryczny)	War-tość mate-rialu	1	1	1	1	1	1	1	zapis i-ty	

Ilość komórek zajętych	30	Licznieta ilośći zbioru na TM	Etykieta	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr rysunku detalu (alfanumeryczny)	Nr kodo-tytułu wy-ryczny)	War-tość mate-rialu	1	1	1	1	1	1	1	zapis ostatni	

Rys. 7.2. Rozpianowanie zapisu o zmiennej długości (karta technologiczna detalu)

U w a g a : Bloki zawierają stałą ilość zapisów; w jednym bloku znajduje się 20 zapisów.



nia większej ilości taśm magnetycznych oraz wpłynęłaby na przedłużenie czasu przetwarzania.

W taśmach o zapisie słownym stosuje się często tzw. *pakowanie*, tzn. umieszczanie w jednej komórce dwu lub więcej liczb krótszych (naturalnie można to robić w przypadku, jeśli operuje się niewielkimi liczbami całkowitymi, które mogą się pomieścić na tej ilości bitów, którą zawiera jedna komórka). Pakowanie umożliwia wprawdzie lepsze wykorzystanie taśmy, lecz przedłuża czas przetwarzania, gdyż przy każdorazowym odczycie taśmy konieczne jest równoczesne „rozpakowanie” niektórych komórek, co przedłuża czas liczenia. Na rysunku 7.3 przedstawiony jest przykład rozplanowania zapisu z pakowaniem kilku informacji do jednej komórki.

N-ry bitów ilość komórek	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36																																			
	25	ETYKIETA ZBIORU NA TAŚMIE MAGNETYCZNEJ																																		
1	wolne 0 0 0 0			nr wyrobu						nr kat. roboty			nr wydziału			nr gr. zaszer.			nr stanowiska roboczego						↑ zapis 1-szy											
1	PRACOCHOŃNOŚĆ																																			
1	wolne 0 0 0 0			nr wyrobu						nr kat. roboty			nr wydziału			nr gr. zaszer.			nr stanowiska roboczego						↑ zapis i-ty											
1	PRACOCHOŃNOŚĆ																																			
1	wolne 0 0 0 0			nr wyrobu						nr kat. roboty			nr wydziału			nr gr. zaszer.			nr stanowiska roboczego						↑ zapis ostatni											
1	PRACOCHOŃNOŚĆ																																			
1	znak końca zbioru																																			

Rys. 7.3. Rozplanowanie zapisu o stałej długości (pakowanie pozycji do jednej komórki)

U w a g a: Bloki zawierają zmienną ilość zapisów.

Zbiory zapisów na taśmie magnetycznej podzielić można na dwa rodzaje:

- kartoteki,
- taśmy transakcyjne.

Do kartotek zaliczyć można przykładowo:

- kartotekę ilościowo-wartościową materiałów,
- karty ewidencyjne pracowników,
- kartotekę środków trwałych, przedmiotów nietrwałych itp.

*Taśma transakcyjna* jest zbiorem dokumentów źródłowych wczytanych na taśmę magnetyczną. Podczas wczytywania dokumentów źródłowych na taśmę magnetyczną stosuje się kontrolę ich poprawności i usuwa się znalezione błędy. Następnie odbywa się sortowanie dokumentów transakcyjnych na taśmie, ażeby uzyskać taki porządek dokumentów, w jakim ułożona jest kartoteka, z którą dokumenty te mają być przetwarzane.

Rozplanowanie danych na taśmie magnetycznej stanowi bardzo ważny element projektu szczegółowego i w związku z tym musi uwzględniać następujące aspekty:

- 1) elastyczność z punktu widzenia sekwencyjnego przetwarzania danych,
- 2) oszczędność w wykorzystaniu taśmy magnetycznej,
- 3) dokładność i kompletność danych z punktu widzenia potrzeb programisty.

Ad 1. Rozplanowanie zapisów na taśmie magnetycznej powinno umożliwiać stosunkowo prosty dostęp do żądanych informacji, łatwość wybierania tych informacji oraz możliwość sortowania, celem układania ich w dowolnym porządku.

Ad 2. Należy rozważyć takie rozplanowanie zapisów, ażeby uzyskać możliwie największą oszczędność w wykorzystywaniu taśmy magnetycznej. W związku z tym trzeba podjąć decyzję, czy zapisy mają być stałej czy zmiennej długości, biorąc pod uwagę wynikające z tego korzyści i niedogodności. Ponadto przy zapisie na taśmie magnetycznej w postaci słownej, a nie znakowej, istnieje możliwość pakowania do jednej komórki kilku informacji, o czym uprzednio mówiliśmy.

Ad 3. Biorąc za punkt wyjścia wyniki obliczeń, należy upewnić się, że dane niezbędne do ich otrzymania są wprowadzane do maszyny. Dotyczy to zarówno dokumentów wejścia, jak i zapisów na taśmie magnetycznej, przy czym odnosi się to również do żądanej dokładności obliczeń.

Samo rozplanowanie przedstawia się za pomocą rysunku, w którym podane jest rozmieszczenie poszczególnych pozycji zapisu w komórkach pamięci taśmowej. Pozycje zapisu oznacza się nazwami lub symbolami. Na ogół częściej stosuje się nazwy, gdyż w ten sposób rozplanowanie zapisu jest bardziej czytelne, a przy nowoczesnych metodach programowania można się tymi nazwami posługiwać również przy pisaniu programów.

Zwykle zbiór na taśmie magnetycznej rozpoczyna się od tzw. etykiety,



zawierającej szereg informacji potrzebnych do identyfikacji zbioru. Na przykład w ZETO we Wrocławiu etykieta na taśmie magnetycznej EMC MIŃSK 22 posiada następujące dane:

1) numer kolejny rolki dla danego zbioru; ma to znaczenie szczególnie w przypadku, jeśli jeden zbiór nie mieści się na jednej rolce taśmy magnetycznej; wówczas początek tego zbioru znajduje się na rolce pierwszej, dalsza część na drugiej itd.;

2) symbol zbioru; jest to symbol numeryczny 8-cyfrowy, który ułatwia identyfikację właściwego zbioru za pomocą programu;

3) nazwę zbioru; nie może ona zawierać więcej niż 11 znaków alfanumerycznych;

4) numer generacji; bezpośrednio po założeniu zbioru jest to liczba 1, a następnie po każdej aktualizacji zwiększa się o 1;

5) datę ważności zbioru; oznacza ona termin, do którego nie należy zbioru niszczyć;

6) numer kopii; jeśli zbiór nie posiada kopii, to w komórce tej będzie wpisane 0;

7) oznaczenie rodzaju zapisu; jeśli zapis jest zmiennej długości, w komórce tej jest wpisane 0, natomiast jeżeli zapis jest stałej długości, wówczas wpisuje się tam długość zapisu w słowach;

8) numer ostatniego adresu na taśmie magnetycznej (występuje przy taśmie magnetycznej do EMC MIŃSK 22).

Etykieta zajmuje 30 komórek na samym początku taśmy. Poza informacjami podanymi powyżej programista może użyć pozostałe wolne komórki etykiety do zapisywania dowolnych informacji związanych z charakterystyką opisywanego zbioru. Jeśli pozostałe komórki etykiety nie są wykorzystane, powinny być wyzerowane.

Należy zaznaczyć, że forma etykiety na taśmie magnetycznej, przy wykorzystywaniu maszyn cyfrowych o odpowiednio rozwiniętym software, nie jest zależna od użytkowników maszyn, tylko jest ustalona przez producenta maszyny i posiada swoje odbicie w programach bibliotecznych, dotyczących manipulowania taśmami magnetycznymi. W związku z powyższym projektanci lub programiści mogą ustalać postać etykiety na taśmie magnetycznej tylko w przypadku, jeśli nie została ona ustalona przez producenta maszyny cyfrowej.

### **7.1.3. Sortowanie danych na taśmie magnetycznej**

Sortowanie informacji ekonomicznej jest to układanie poszczególnych zapisów w określonej kolejności. Czynność ta jest bardzo ważną częścią

składową systemu EPD, ale jednocześnie jest ona ogromnie czasochłonna. Jak pokazało doświadczenie, zajmuje ona ponad 60% czasu pracy maszyny cyfrowej.

Każdy zapis składa się z określonych jednostek danych, np. karta personalna zawiera takie jednostki, jak nazwisko, imię, wiek, adres, stan cywilny itp. Sortowanie odbywa się ze względu na określoną jednostkę danych, wchodzącą w skład zapisu, np. karty personalne można sortować według wieku pracownika. Tę jednostkę danych, według której dokonuje się sortowania, nazywamy *kluczem sortowania*.

Kluczem może być dowolna jednostka numeryczna, alfabetyczna albo też alfanumeryczna. Na przykład jeżeli karty personalne sortujemy według nazwisk pracowników w kolejności alfabetycznej, wówczas klucz będzie posiadał charakter alfabetyczny; jeżeli te same karty posortujemy według wieku, wówczas kluczem jest jednostka numeryczna.

Sortowanie danych może się odbywać dwoma sposobami:

1) bez użycia maszyn cyfrowych, tzn. za pomocą sorterów ES 80, ICT 314 i innych;

2) przy użyciu maszyn cyfrowych on-line sorting; sortowanie to w porównaniu z sortowaniem na sorterach posiada wiele zalet (można tu wymienić choćby większą wiarygodność sortowania, gdyż odbywa się ono automatycznie, bez ingerencji człowieka).

Poza tym istnieje ogromny wybór różnorodnych metod sortowania. Zawsze więc można wybrać metodę, która jest najbardziej efektywna dla danego zagadnienia. Trzeba jednak stwierdzić, że wykorzystanie maszyn cyfrowych do sortowania jest mniej efektywne niż wykorzystanie ich do obliczeń numerycznych.

W podanej niżej tabeli przedstawiamy zużycie czasu i koszt sortowania zbiorów jednakowej wielkości, przy użyciu sorterów i maszyn cyfrowych.

W dalszej części wykładu będziemy się zajmować wyłącznie sortowaniem za pomocą maszyn cyfrowych. Jeżeli wszystkie dane przeznaczone do sortowania mieszczą się w pamięci wewnętrznej maszyny, wówczas proces sortowania nazywamy *sortowaniem wewnętrznym*. W praktyce jednak częściej spotykamy zbiory informacji, które są tak duże, że nie mieszczą się w pamięci operacyjnej maszyny. Wówczas umieszcza się je w pamięci zewnętrznej i w miarę potrzeby wprowadza się do pamięci operacyjnej. Sortowanie zbiorów umieszczonych w pamięci zewnętrznej nazywamy *sortowaniem zewnętrznym*. Ponieważ w praktyce częściej jest ono stosowane, omówimy je dokładniej.

Przy tym typie sortowania dużą rolę odgrywa ilość jednostek taśmy



Tablica 7.1

Porównanie czasu i kosztów sortowania na sorterach i EMC<sup>a</sup>

Rząd wielkości klucza	Sortowana jednostka posiada 40 kolumn				Sortowana jednostka posiada 80 kolumn			
	czas (godz.)		koszt (dol.)		czas (godz.)		koszt (dol.)	
	sorter	EMC	sorter	EMC	sorter	EMC	sorter	EMC
5	90	7	300	900	90	8	300	1 100
10	170	7	550	900	170	8	550	1 100
15	260	7	850	900	260	8	850	1 100
20	350	7	1 150	900	350	8	1 150	1 100
25	430	7	1 400	900	430	8	1 400	1 100

<sup>a</sup> patrz [1].

magnetycznej, na których umieszczone są dane przeznaczone do sortowania. Wobec tego można wydzielić sortowanie zewnętrzne jedno- i wielotaśmowe. Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku dla zrealizowania procesu sortowania potrzebne są jeszcze dodatkowe taśmy.

Rozpatrzmy dokładniej przypadek, gdy cały zbiór może być umieszczony na jednej taśmie. Efektywne metody sortowania takiego zbioru wymagają posługiwania się co najmniej czterema jednostkami taśmy magnetycznej.

Niemal wszystkie metody sortowania zewnętrznego (a jest ich wiele) są różnymi wariantami jednej podstawowej metody *scalania* (ang. — *merge sorting*), która polega na tym, że zawartość dwóch częściowo posortowanych taśm (tzw. taśm wejściowych) jest scalana w dłuższe, posortowane podzbiory, umieszczane na przemian na dwu taśmach wyjściowych. Z chwilą osiągnięcia końca taśm wejściowych, jednostki, których używaliśmy dotychczas jako wyjściowe, zaczynamy używać jako wejściowe, i odwrotnie. Postępujemy tak aż do momentu uzyskania na jednej taśmie wyjściowej posortowanego zbioru.

Najbardziej elementarnym wariantem tej metody jest tzw. *metoda dwóch dróg*. Przy jej stosowaniu potrzeba co najmniej czterech taśm. Proces sortowania rozpada się na dwie fazy:

1. Pierwsza faza — to utworzenie dwóch podzbiorów danych, zawierających uporządkowane zespoły. Przed rozpoczęciem procesu sortowania cały zbiór zapisów, który należy posortować, znajduje się na jednej taśmie, a trzy pozostałe taśmy, zwane taśmami roboczymi,

gotowe są do przyjęcia zapisu. W pierwszym przebiegu wczytywane są zapisy z taśmy wejściowej, a następnie zapisywane parami na przemian na dwie spośród trzech taśm wyjściowych. Po pierwszym przebiegu z jednego zbioru umieszczonego na taśmie wejściowej otrzymujemy dwa podzbiory na dwóch taśmach wyjściowych, przy czym pary sąsiadujących zapisów taśmy są już posortowane. Pary te nazywamy zespołami.

2. Druga faza — to scalanie tych zespołów w większe zespoły do tej pory aż powstanie jeden zespół, stanowiący cały zbiór danych. W tej fazie zawartość dwóch częściowo posortowanych taśm wyjściowych, które są teraz taśmami wejściowymi, jest scalona w dłuższe posortowane podzbiory umieszczone na przemian na dwóch taśmach wyjściowych, które poprzednio były wejściowymi.

W pierwszym przebiegu drugiej fazy scalane są więc zespoły dwuzapisowe w czterozapisowe. W dalszych przebiegach zespoły zawierają więc kolejno osiem, szesnaście, trzydzieści dwa, itd., zapisów posortowanych. Proces sortowania powtarza się tak długo, aż otrzymamy jeden zespół, zawierający wszystkie zapisy zbioru wejściowego nie posortowanego. Następnie cały zbiór posortowany zapisany jest na jednej taśmie wyjściowej<sup>2</sup>. Przykład opisanej metody sortowania pokazany jest na rysunkach 7.4–7.7.

Przy sortowaniu metodą dwóch dróg scalane są zespoły danych z dwu taśm, przy czym na każdej z nich znajduje się połowa zbioru przeznaczanego do sortowania. Jeżeli zbiór składa się z  $N$  zapisów, to na jednej z taśm roboczych znajduje się  $\frac{N}{2}$  zapisów. Wiedząc o tym, że w każdym przebiegu scalane są dwa zespoły, można obliczyć ilość potrzebnych przebiegów dla pełnego posortowania zbioru.

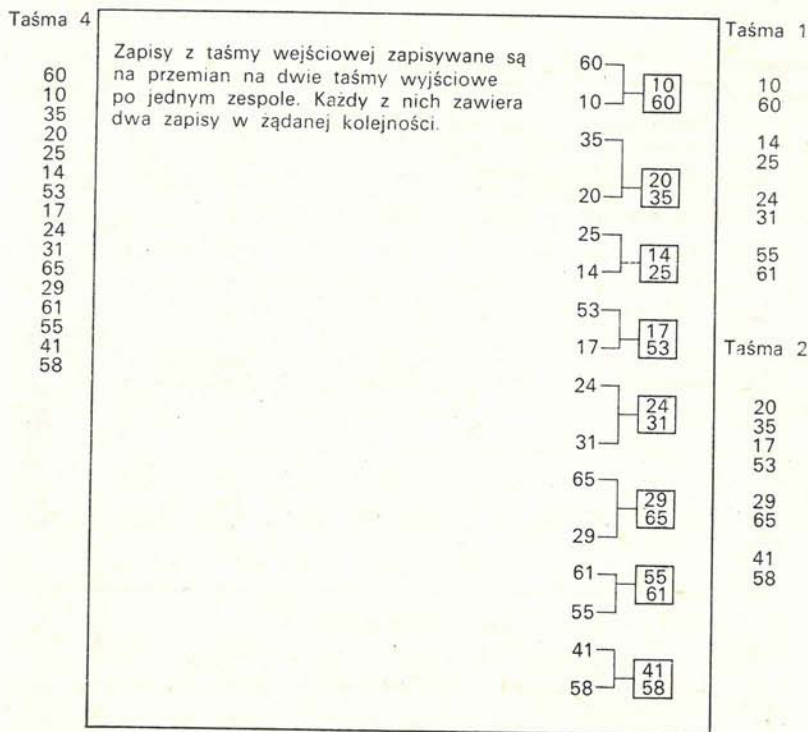
Jeżeli zbiór składa się z  $N$  rekordów, to dla pełnego ich posortowania metodą dwu dróg liczba wymaganych przebiegów równa się co najmniej liczbie całkowitej, która jest równa lub większa od  $\log_2 N$ . Liczbę tę zapiszemy następująco:

$$K = [\log_2 N]$$

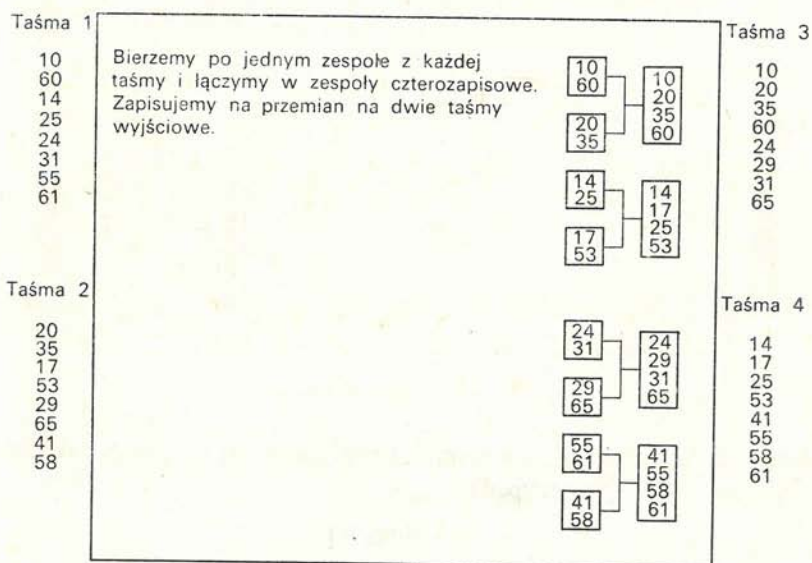
Przy dostatecznej ilości taśm magnetycznych i odpowiednio dużej pamięci operacyjnej maszyny można stosować sortowanie 3-, 4- lub też 5-taśmowe. Na przykład przy 3-taśmowym sortowaniu metodą scalania potrzebnych jest sześć taśm; wówczas w każdym przebiegu

<sup>2</sup> Por. [3].

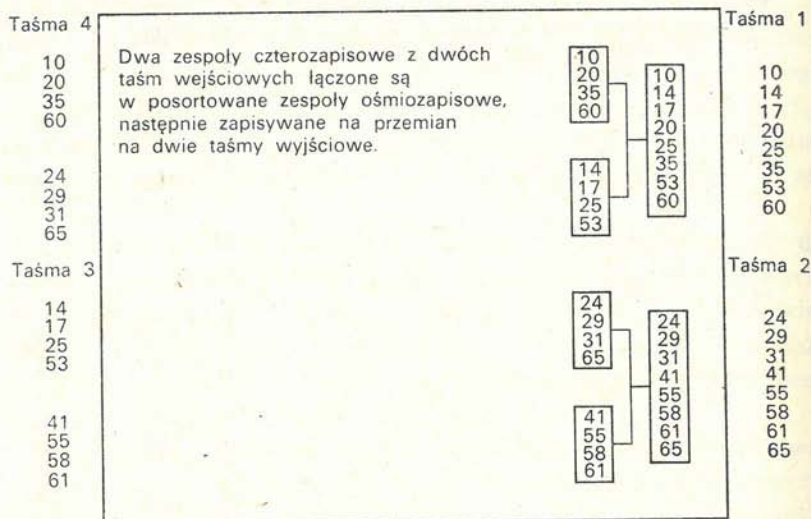




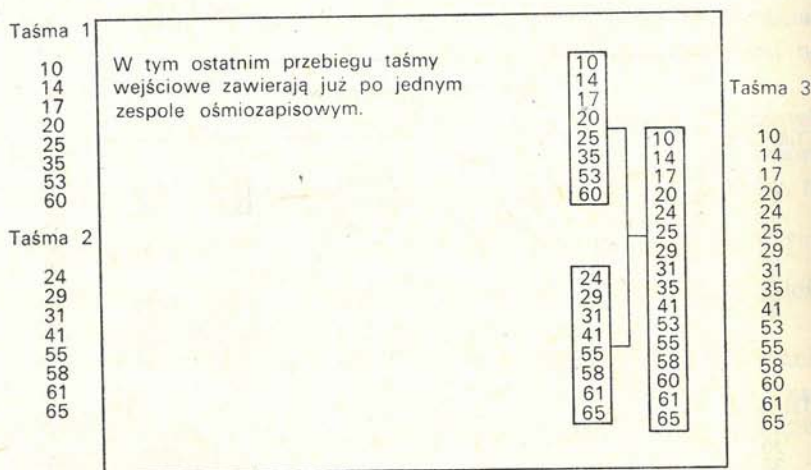
Rys. 7.4. Przebieg pierwszy



Rys. 7.5. Przebieg drugi



Rys. 7.6. Przebieg trzeci



Rys. 7.7. Przebieg czwarty

drugiej fazy scalane są trzy zespoły i zapisywane są na trzech taśmach wyjściowych. W tym przypadku

$$K = \lceil \log_3 N \rceil$$

Ogólnie, jeżeli zbiór zapisów rozdzielony jest równomiernie pomię-

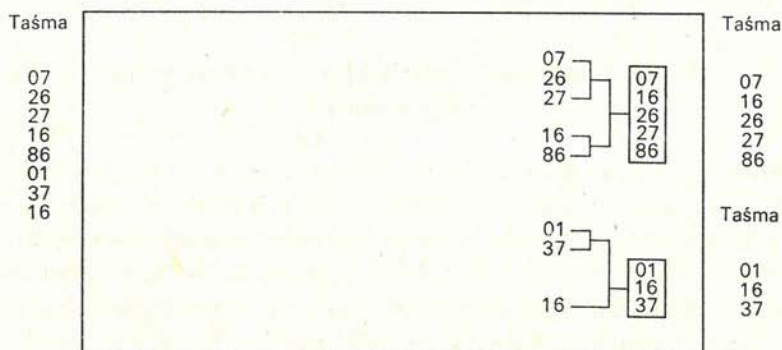


dzy  $m$  taśm, wówczas ilość przebiegów potrzebnych do posortowania zbioru wynosi:

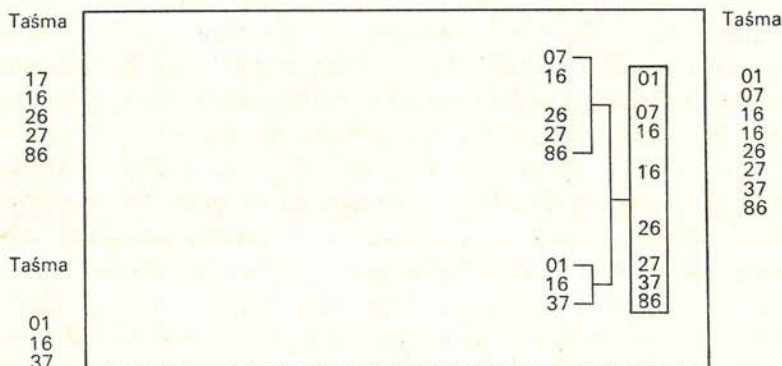
$$K = \lceil \log_m N \rceil.$$

Przy stosowaniu metody scalania podzbiorów nie uwzględniało się przypadkowego porządku, gdyż bardzo często zdarza się, że pewne części zbioru wejściowego znajdują się już w żądanej kolejności i dla przyspieszenia procesu sortowania wykorzystuje się tę okoliczność.

Algorytm J. von Neumanna pozwala wykorzystać istniejące już posortowania oddzielnych części zbioru. Niżej podany jest przykład procesu sortowania za pomocą wyżej wspomnianego algorytmu<sup>3</sup>.



Rys. 7.8. Przebieg pierwszy



Rys. 7.9. Przebieg drugi

<sup>3</sup> Patrz [3].

W związku z tym, że sortowanie zbiorów na elektronicznych maszynach cyfrowych zajmuje dużą część pracy maszyny, czasem wygodnie jest przed właściwym przetwarzaniem danych uporządkować zbiór przy użyciu sorterów, a następnie wprowadzić go do EMC. Jednakże nie zawsze takie postępowanie jest opłacalne. Zależy to głównie od rzędu klucza, według którego należy dokonać sortowania. Jeżeli rząd klucza jest mały, tzn. nie przekracza dwa (maksymalna wartość klucza równa jest 99), wygodnie jest wówczas użyć sorterów, natomiast w przypadku gdy klucz jest długi, rzędu 10–15, sortowanie na sorterach absolutnie nie opłaca się, ponieważ liczba przepuszczeń zbioru przez sorter równa jest rzędowi klucza, natomiast liczba przebiegów na EMC od długości klucza nie zależy.

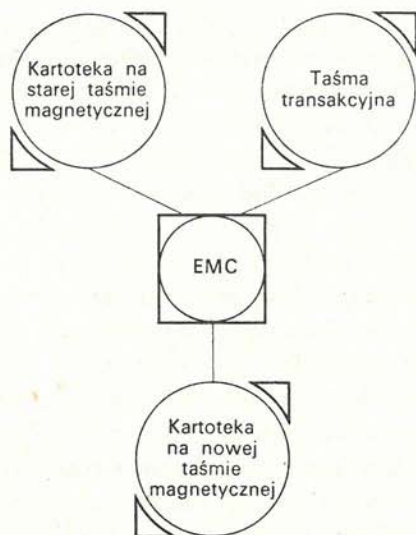
#### 7.1.4. Aktualizacja (modyfikacja) zbiorów na taśmie magnetycznej

Przechowywanie zbiorów informacji na taśmie magnetycznej jest związane z koniecznością nanoszenia na nie poprawek, uzupełnień bieżących itp. Takie nanoszenie zmian nazywa się *modyfikacją (aktualizacją)* zbioru zapisów na taśmie magnetycznej. Zbiór aktualizowany jest zazwyczaj zbiorem typu kartoteka, natomiast zbiór aktualizujący (tzn. zawierający zmiany do naniesienia) jest taśmą transakcyjną.

Zgodnie z tym co zostało uprzednio powiedziane na temat sekwencyjnego przetwarzania danych, zarówno kartoteka, którą czasem nazywa się *zbiorem głównym* (ang. — *master file*), jak i taśma transakcyjna, powinny mieć zapisy uporządkowane według tego samego rodzaju klucza. Na przykład jeśli dokonuje się aktualizacji kartoteki pracowników, uporządkowanej według numerów ewidencyjnych pracowników, to w ten sam sposób muszą być uporządkowane dokumenty aktualizacyjne, znajdujące się na taśmie transakcyjnej. Zawartość kartoteki, znajdującą się na starej taśmie, przepisuje się na nową taśmę magnetyczną, wczytując równocześnie zawartość taśmy transakcyjnej i dokonując zmian treści zapisów znajdujących się na starej taśmie.

Jak wynika ze schematu przedstawionego na rys. 7.10, kartoteka zaktualizowana nie pozostaje na tej samej taśmie magnetycznej, na której znajdowała się przed aktualizacją, lecz zostaje przeniesiona na nową taśmę magnetyczną. Tego rodzaju postępowanie powoduje występowanie tych samych zbiorów danych, oznaczonych tym samym symbolem i nazwą, na różnych taśmach magnetycznych, co może





Rys. 7.10. Schemat przebiegu aktualizacji na taśmie magnetycznej

prowadzić do pomyłek i trudności zidentyfikowania najbardziej aktualnego zbioru. Ażeby tego uniknąć, każdy zbiór na taśmie magnetycznej podlegający aktualizacji powinien w swej etykietce, która znajduje się na początku taśmy, posiadać numer generacji. Numer generacji określa, ile razy dany zbiór był aktualizowany i zawsze zbiór o najwyższym numerze generacji jest zbiorem najbardziej aktualnym. Normalnie przechowuje się najwyżej dwie lub trzy kolejno po sobie następujące ostatnie generacje. Postępuje się w ten sposób, ażeby w razie przypadkowego zniszczenia zbioru o ostatnim numerze generacji można go było łatwo odtworzyć, ponownie aktualizując zbiór o numerze generacji poprzedniej. W języku potocznym czasem nazywa się generację numer  $n$  „ojcem”, a generację numer  $n+1$  „synem”, tzn. że stara kartoteka na taśmie jest „ojcem”, a po jej aktualizacji otrzymuje się nową kartotekę na taśmie zwaną „synem”.

Z punktu widzenia sposobu dokonywania zmian aktualizacja (modyfikacja) może polegać na:

- wpisywaniu nowego rekordu na miejsce starego rekordu podlegającego zmianie,
- dopisywaniu w odpowiedniej sekwencji nowych rekordów,
- zmianie określonych pól w starym rekordzie,
- dopisywaniu nowych pól w starym rekordzie,

— wykonywaniu na danych w starym rekordzie operacji rachunkowych (np. księgowanie nowych pozycji i obliczanie salda),

— wymazywaniu starych rekordów lub pól w rekordach nie odpowiadających określonym warunkom.

Stosowanym powyżej pojęciom modyfikacji i aktualizacji przypisuje się ostatnio różne znaczenia. Pod pojęciem modyfikacji rozumie się zmianę zapisu, wynikającą z korekty rzeczywistości, np. zmieniona została cena (w wyniku przeceny), zmienione zostało nazwisko (w wyniku zawarcia małżeństwa). Pod pojęciem aktualizacji rozumie się zmianę zapisu w wyniku dokonanych obliczeń, np. zmienia się zapis stanu materiału na skutek dokonanego rozchodu lub przychodu. Innymi słowy, podstawą modyfikacji jest tzw. karta zmian, natomiast podstawą aktualizacji jest dokument odzwierciedlający zaszłość gospodarczą.

*Łączenie* polega na stworzeniu jednego zbioru z dwu lub więcej zbiorów, przy czym muszą być one tego samego rodzaju i powinny być uporządkowane w takiej samej sekwencji, według tych samych kluczy. Na przykład dokumenty obrotu materiałowego wczytuje się na taśmę transakcyjną co dekadę, tworząc w każdym miesiącu trzy dekadowe zbiory transakcyjne. W końcu miesiąca, kiedy dokonuje się księgowania zaszłości, w zbiorze na taśmie magnetycznej, zawierającej kartotekę ilościową, uprzednio łączy się dane z trzech dekadowych zbiorów transakcyjnych w jeden zbiór transakcyjny.

*Kumulacja (kompresja) zbioru.* Bardzo często w określonej fazie przetwarzania, po posortowaniu zbioru, występuje obok siebie szereg rekordów, posiadających równe niektóre cechy identyfikacyjne. Do dalszego przetwarzania nie jest potrzebny podział zbioru na dotychczasowe rekordy, lecz tylko pewne dane ilościowe z rekordów, dodane do siebie (skumulowane) według pewnych cech identyfikacyjnych. W takim przypadku można zastosować kompresję całego zbioru na taśmie magnetycznej, sumując określone dane w rekordach według zgodnych cech identyfikacyjnych. Naturalnie warunkiem omawianego postępowania jest posiadanie zbioru uprzednio posortowanego według tych cech.

Wskazane postępowanie, pomimo że wprowadza do jednostki przetwarzania dodatkowy przebieg kumulacji zbioru, jednak często jest opłacalne, gdyż poważnie może zmniejszyć objętość zbioru na taśmie magnetycznej, co z kolei wpływa na wydatne skrócenie czasów przebiegów, zajmujących się dalszą obróbką skumulowanego zbioru. Na przykład na podstawie wczytanych do pamięci taśmowej 100 000 kart pracy akordowej dokonuje się obliczenia robocizny akordowej brutto



dla robotników oraz zestawienia kosztów robocizny akordowej według zleceń produkcyjnych. Przyjmijmy, że zatrudnionych jest 2000 robotników akordowych i każdy z nich wykonywał w miesiącu pracę dla pięciu zleceń produkcyjnych. Jeżeli dokonamy kumulacji rekordów posiadających zgodne numery robotników i w ramach numerów robotników numery zleceń produkcyjnych, wówczas zbiór na taśmie magnetycznej podlegający dalszej obróbce zostanie skrócony do 10 000 rekordów (2000 robotników po 5 zleceń każdy), a zatem zmniejszy się dziesięciokrotnie.

*Przebiegi wydawnicze.* Końcowym etapem obliczeń w jednostce przetwarzania jest wyprowadzenie wyników z pamięci EMC w formie najbardziej dogodnej do dalszego wykorzystania. Typowa EMC do przetwarzania danych posiada możliwości wyprowadzenia końcowych wyników obliczeń:

- w postaci tabulogramu na drukarce wierszowej,
- w postaci taśmy papierowej, z której z kolei sporządza się tabulogram na dalekopisie lub na flexowriterze,
- w postaci kart perforowanych (stosuje się to w przypadku emisji kart dualnych).

Prowadząc obliczenia na EMC pracującej w systemie *podziału czasu* (ang. — *time sharing*) i posiadającej szybką drukarkę wierszową, stosuje się metodę zapisywania wyników na taśmie magnetycznej, aby nie blokować i nie zwalniać tempa pracy drukarki wierszowej. Dopiero po zapisaniu wszystkich wyników na taśmę magnetyczną w jednym z następujących przebiegów wyprowadza się je na drukarkę wierszową lub inne urządzenia wyjścia. Stosując ten sposób postępowania, uzyskuje się najwyższą wydajność urządzenia wyprowadzającego wyniki z EMC oraz zwolnienie znacznego obszaru w pamięci wewnętrznej dla innego programu obliczeniowego.

Wyprowadzanie wyników na drukarkę wierszową odbywa się często za pomocą typowych programów *parametryzowanych*, które realizują konwersję wyników zapisanych na taśmie magnetycznej na układ przewidziany w tabulogramie.

*Przebiegi dobierania.* Bardzo często w systemie elektronicznego przetwarzania danych występuje konieczność utworzenia zbiorów roboczych przez pobieranie danych z kilku zbiorów, znajdujących się na kilku taśmach magnetycznych, komponowanie z nich rekordów i umieszczenie ich na taśmie zbioru roboczego. Taki przebieg należy również do przebiegów typowych i nazywa się przebiegiem dobierania.

## 7.2. OGÓLNY SCHEMAT BŁOKOWY SYSTEMU ELEKTRONICZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH I JEGO PODZIAŁ NA PRZEBIEGI

### 7.2.1. Zasady budowy ogólnego schematu SEPD

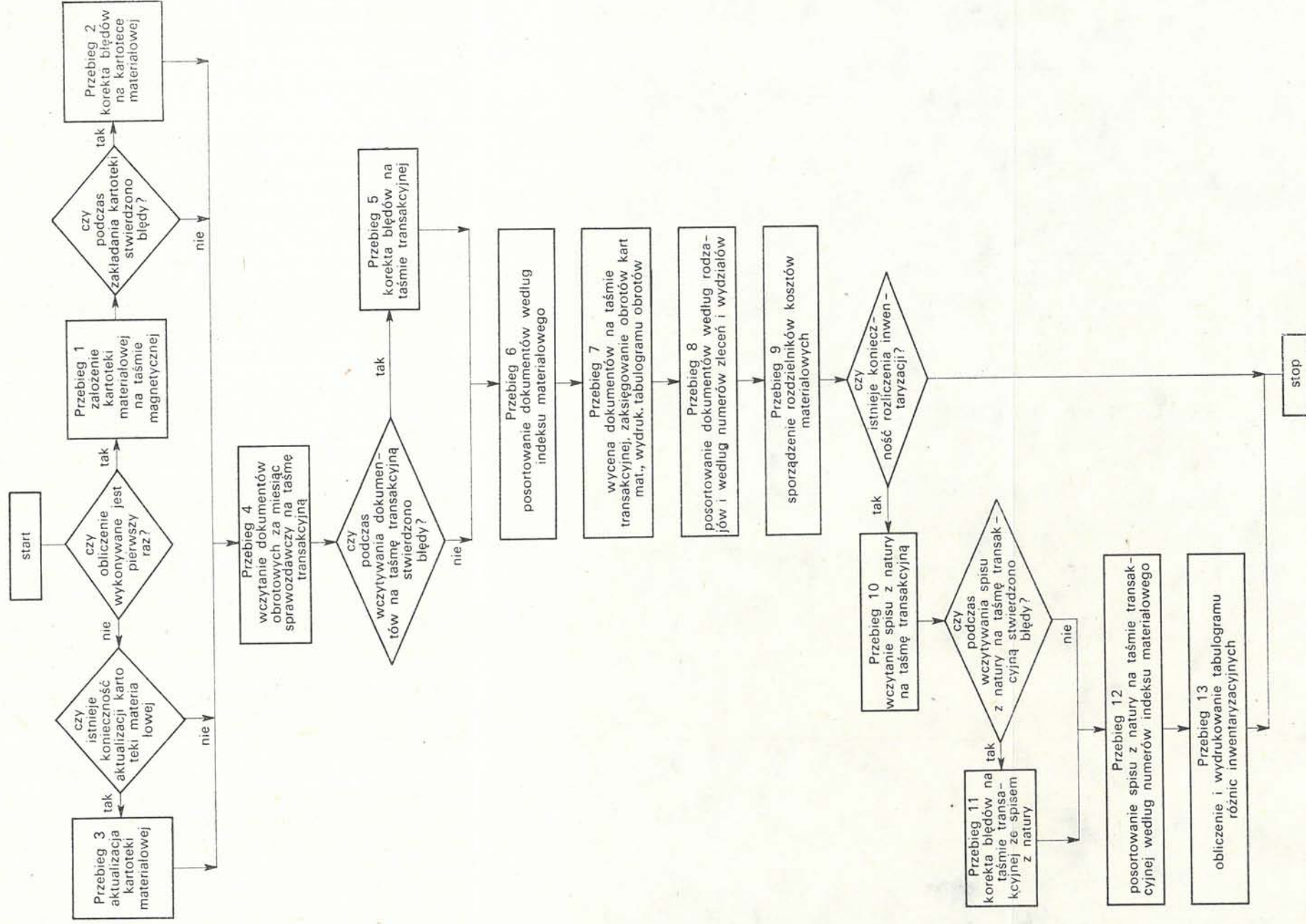
Ogólny schemat blokowy SEPD przedstawia w układzie graficznym kolejność oraz wzajemną zależność poszczególnych przebiegów pracy elektronicznej maszyny cyfrowej. Nie należy identyfikować go z harmonogramem prac przygotowawczych w przedsiębiorstwie względnie z harmonogramem prac na EMC, wykonywanych w ośrodku obliczeniowym. Podstawowym zadaniem ogólnego schematu blokowego SEPD jest określenie prac będących do wykonania na EMC i ustalenie właściwej kolejności obliczeń oraz wzajemnych ich powiązań.

Właściwe i optymalne zaprojektowanie ogólnego schematu blokowego SEPD posiada decydujące znaczenie dla efektywnej eksploatacji całego systemu w tej jego części, która związana jest z wykonywaniem prac na EMC. Dlatego też można stwierdzić, że jest to najważniejsza część w projekcie szczegółowym, wymagająca od projektanta umiejętności logicznego myślenia oraz znajomości zasad projektowania i programowania. Naturalnie nie należy traktować tego jako oddzielnego etapu projektowania, do którego przechodzi się po zakończeniu poprzednich etapów, takich np. jak rozplanowanie maszynowych nośników informacji czy wyników ostatecznych. W projekcie szczegółowym wszystkie te prace należy wykonywać mając na uwadze ich wzajemne powiązania i współzależności, których odbiciem w postaci syntetycznej jest ogólny schemat systemu.

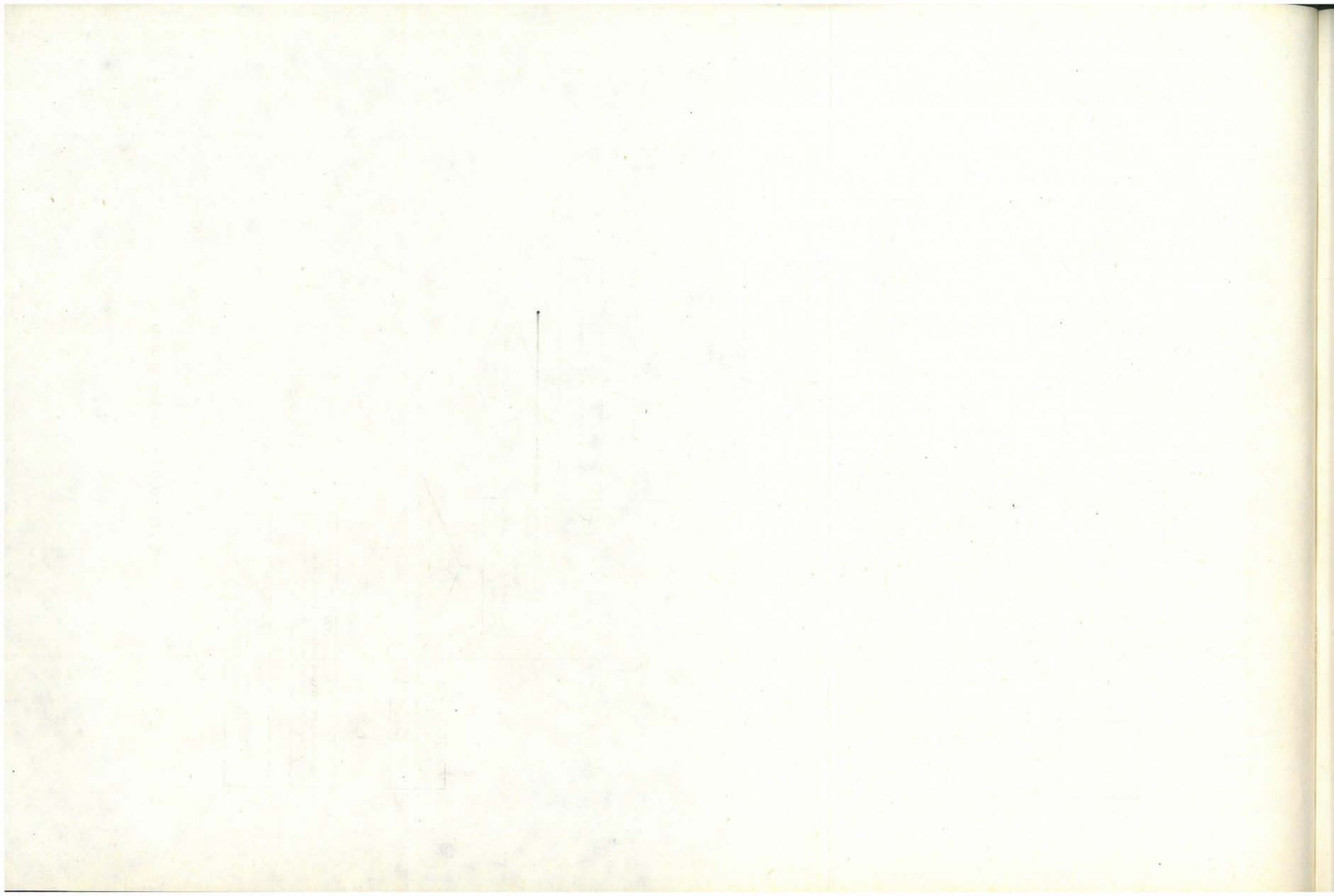
Schemat taki dla określonego systemu może być wykonany przez dwóch różnych projektantów w różny sposób, przy czym różnice mogą dotyczyć zarówno metodologii przedstawienia problemu, jak i merytorycznego podejścia do zagadnienia. Jeśli chodzi o metodologię, to należy stwierdzić, że istnieją w tym zakresie pewne odchylenia w różnych ośrodkach na świecie, jak również i w Polsce. Różnice te posiadają jednak znaczenie czysto formalne, a powstały na skutek rozwijania się zasad projektowania w różnych krajach, w oparciu o różne wzory z zakresu organizacji pracy, przy niejednokrotnym korzystaniu z podobnych schematów sporządzanych dla pracy na maszynach licząco-analitycznych.

Może się zatem wydawać, że sprawa ta nie posiada większego znaczenia, jednakże w rzeczywistości odrębna metodologia przedstawiania





Rys. 7.11. Ogólny schemat blokowy SEPD





ogólnych schematów systemu utrudnia ich czytelność, a co za tym idzie, możliwość wzajemnej wymiany systemów. W niniejszym podrozdziale główny nacisk zostanie położony na metodologię sporządzania ogólnego schematu blokowego systemu. Należy przy tym podkreślić, że efektywność rozwiązania będzie tym większa, im krótszy będzie czas liczenia na EMC.

Na podstawie nabytych dotychczas doświadczeń można stwierdzić, że do prawidłowego rozwiązania problemu projektant musi posiadać:

1) wrodzone zdolności do logicznego myślenia, zbierania i analizowania pewnych faktów i wyciągania z tego prawidłowych wniosków (musi umieć zarówno przejrzeć najdrobniejsze szczegóły projektu systemu, jak również określić w sposób syntetyczny ogólną zasadę działania systemu);

2) znajomość standardowych czynności występujących w procesie przetwarzania danych, odnoszących się do manipulowania dużymi zbiorami informacji i związanego z tym podstawowego software komputera;

3) znajomość podstawowych parametrów i zasad działania komputera i urządzeń peryferyjnych.

Bardzo pożądane jest posiadanie przez projektanta znajomości zasad programowania. Umiejętność ta pozwala mu na ściślejszą i bardziej efektywną współpracę z programistą, gdyż istnieje możliwość wzajemnego porozumiewania się wspólnym językiem. Ponadto w tej sytuacji projektant lepiej może wykorzystywać właściwości maszyny cyfrowej.

Przy sporządzaniu ogólnego schematu blokowego SEPD stosuje się, ogólnie rzecz biorąc, zasady budowy schematów blokowych programów. Jak wiadomo, dokładność schematu blokowego może być różna. Najdokładniejszy jest taki schemat blokowy, w którym znajdzie swoje odbicie każda instrukcja programu. Przeważnie rysuje się schematy blokowe bardziej ogólne, w których za pomocą odpowiednich symboli przedstawia się pewne sekwencje instrukcji programu, realizujące określone czynności. Ogólny schemat blokowy SEPD wyróżnia tylko poszczególne przebiegi pracy maszyny.

Przebieg pracy maszyny cyfrowej przedstawiony jest za pomocą prostokąta, w którym wpisuje się numer przebiegu, nadany mu przez projektanta, oraz czynność, którą dany przebieg realizuje. Na przykład jeśli na początku wdrażania jakiegoś systemu należy założyć na taśmie magnetycznej określoną kartotekę, w której następnie będą ewidencjonowane pewne fakty, wówczas przebieg taki będzie oznaczony przez

wpisanie do prostokąta następującej treści: „Przebieg nr 1 — założenie kartoteki symbol 6A na taśmie magnetycznej”. Oprócz prostokątów przedstawiających poszczególne przebiegi EMC, występują w ogólnym schemacie blokowym SEPD symbole graficzne, przedstawiające pewną alternatywę, tj. konieczność dokonania wyboru działania w zależności od istniejącej sytuacji. Symbole takie, zwane klatkami logicznymi, przedstawione są za pomocą rombu, wewnątrz którego wpisane jest pytanie. W zależności od odpowiedzi na to pytanie: tak lub nie — określony jest dalszy kolejny przebieg w systemie. Na przykład wczytując na taśmę magnetyczną dokumenty transakcyjne i zakładając kontrolę tych dokumentów przez EMC za pomocą programu, mogły, lecz nie musiały, zostać wczytane dokumenty błędne. W takim przypadku w klatce logicznej formuluje się pytanie: „Czy podczas wczytywania dokumentów transakcyjnych zostały stwierdzone błędy?”. Jeśli tak — wyjście nastąpi do przebiegu, w którym dokonana zostanie korekta błędów na taśmie transakcyjnej, jeśli nie — wyjście nastąpi do przebiegu realizującego zwykle następną czynność w systemie. Oprócz wyżej omówionych symboli w ogólnym schemacie blokowym systemu można używać na początku symbolu START i na końcu symbolu STOP.

Wzajemną zależność poszczególnych przebiegów i klatek logicznych przedstawia się za pomocą łączenia ich liniami posiadającymi strzałki, które określają kierunek przetwarzania. Wzór ogólnego schematu blokowego SEPD, dotyczący ewidencji materiałowej, przedstawiony jest na rysunku 7.11.

Jak już wspomniano, przy budowie ogólnego schematu blokowego SEPD projektant musi dokonać podziału systemu na pojedyncze przebiegi pracy EMC. Czynność ta, posiadająca podstawowe znaczenie dla efektywności systemu, nie jest jednak sprawą prostą i nie można podać jakiegoś gotowego przepisu na wykonanie jej w sposób właściwy. Wydaje się, że najbardziej celowe będzie podanie pewnych kryteriów, które należy brać pod uwagę przy podziale na przebiegi oraz ustalaniu ich kolejności; reszta zależy od kwalifikacji projektanta.

Podstawowymi kryteriami, które należy uwzględnić przy podziale systemu na przebiegi oraz przy ustalaniu ich wzajemnych powiązań, są:

- 1) podział na typowe czynności występujące w przetwarzaniu danych, np. sortowanie, aktualizacja itp.;
- 2) posiadanie software w postaci tzw. pakietów programów na wykonywanie pewnych typowych obliczeń, np. wyliczenia planu produkcji detali netto itp.;



3) wzajemna zależność poszczególnych przebiegów w czasie, np. nie można wykonywać obliczeń przy użyciu jakiejś kartoteki, o ile już poprzednio kartoteka ta nie została zaktualizowana;

4) wzajemna zależność poszczególnych przebiegów z punktu widzenia korzystania podczas obliczeń z tych samych zbiorów na taśmach magnetycznych; występuje to przy takich maszynach, w których zakładanie i ściąganie taśm magnetycznych jest szczególnie pracochłonne;

5) harmonogram otrzymywania wyników ostatecznych; np. przy obliczaniu płac bardziej celowe, wydaje się, jest liczenie najpierw listy płacy, której termin nie może ulec opóźnieniu, a dopiero później wykonanie innych obliczeń płacowych.

### **7.2.2. Zasady sporządzania schematów przebiegów pracy maszyny cyfrowej**

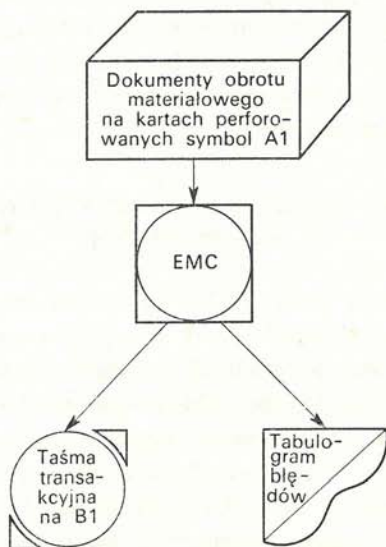
Ogólny schemat blokowy SEPD, który jest syntetyczną ilustracją całego systemu, nie stanowi jednak dla programisty wystarczającego materiału do napisania programów. Do tego celu bardzo pomocne są tzw. schematy przebiegów pracy EMC, czyli tzw. operogramy. W schematach tych znajdują się informacje potrzebne do napisania programu, a następnie podczas normalnej eksploatacji systemu do zorientowania się, jakie dokumenty, nośniki informacji EMC oraz zbiory zapisów danych stałych w pamięci zewnętrznej, niezbędne są do wykonania obliczeń.

Każdy schemat przebiegu jest odpowiednikiem jednego prostokąta w ogólnym schemacie blokowym SEPD. Schemat przebiegu składa się z części rysunkowej oraz części opisowej. Przy wykonywaniu części rysunkowej stosuje się symbole graficzne, używane przy projektowaniu EPD. Istnieją różne sposoby przedstawiania symboli graficznych EPD — w zależności od producentów maszyn cyfrowych i ośrodków obliczeniowych. W opracowaniu niniejszym zastosowano symbole graficzne używane w Zakładzie Elektronicznej Techniki Obliczeniowej we Wrocławiu<sup>4</sup>.

Symbole graficzne mogą przedstawiać rodzaje czynności, rodzaje nośników informacji oraz urządzenia występujące w EPD. Przykłady schematów przebiegów pracy EMC przedstawione są na rysunkach 7.12 i 7.13.

<sup>4</sup> Patrz [2].

Sporządzając schemat przebiegu pracy EMC, należy mieć na uwadze dwa aspekty. Pierwszy aspekt — merytoryczny, polega na najbardziej efektywnym zaprojektowaniu obliczeń i w zasadzie odnosi się do tego, co zostało już napisane przy omawianiu ogólnego schematu blokowego SEPD, ponieważ schematy przebiegów są dalszym rozwinięciem ogólnego schematu blokowego SEPD. Drugi jest aspekt formalny, przy

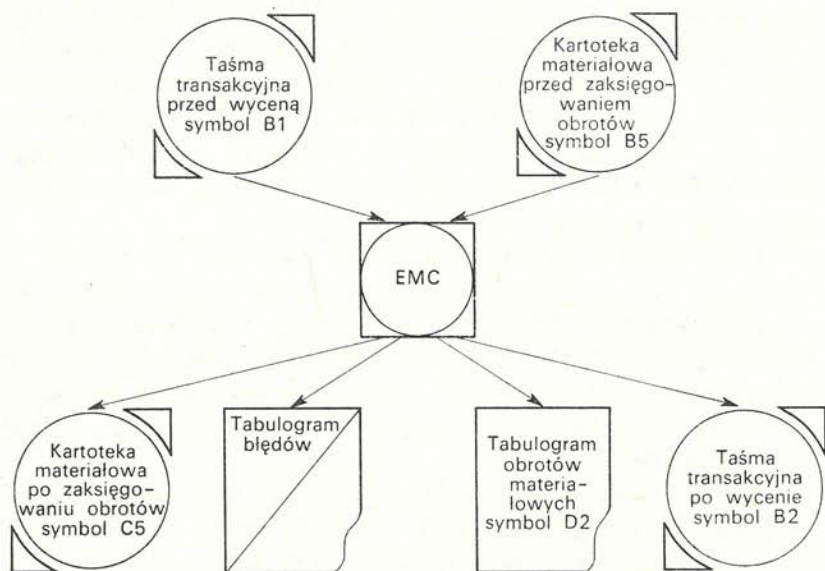


Rys. 7.12. Schemat przebiegu pracy EMC

czym należy do niego przywiązywać dużą wagę, jeśli projekt SEPD ma spełniać swoją rolę. Mianowicie chodzi o to, że w schemacie przebiegu następuje bardzo wyraźne zilustrowanie wzajemnych powiązań poszczególnych elementów projektu i ściśle określenie roli, jaką odgrywają w procesie przetwarzania danych. Schemat przebiegu pracy EMC posługuje się już konkretnymi zbiorami dokumentów, występującymi w projekcie, ściśle precyzuje czynności, które mogą być wykonywane podczas liczenia, dokładnie określa rodzaje tabulogramów wyników itp. W taki sposób poprzez schemat przebiegu pracy EMC można dojść do przedstawionego w projekcie szczegółowym wzoru rozplanowania każdego dokumentu wejścia lub maszynowego nośnika informacji, czy też tabulogramu wyników.

Na przykład w przedstawionym na rysunku 7.12 schemacie przebiegu pracy EMC występuje zbiór na taśmie magnetycznej pod nazwą





Rys. 7.13. Schemat przebiegu pracy EMC

„taśma transakcyjna symbol B1”. Programista chcąc napisać program, który korzysta z danych znajdujących się w tym zbiorze, musi znać dokładnie rozplanowanie zawartości poszczególnych zapisów. Ażeby dowiedzieć się, jak dany zbiór jest rozplanowany, wystarczy, że programista poszuka rozplanowania tego zbioru w odpowiedniej części projektu szczegółowego. To samo odnosi się do wszystkich innych zbiorów i wyników ostatecznych wykazanych na tym schemacie przebiegu pracy EMC. Na przykład ażeby w programie przewidziane zostało wydrukowanie „tabulogramu obrotów materiałowych symbol D2”, należy w projekcie szczegółowym, w jego części poświęconej omówieniu rozplanowania wyników ostatecznych, odnaleźć wzór o symbolu D2, na którym dokładnie, na specjalnym formularzu o formacie arkusza z drukarki wierszowej, przedstawiony będzie plan rozmieszczenia poszczególnych rubryk, liczb, tytułów itp., które mają znajdować się na omawianym tabulogramie wyników. Jeśli chodzi o stosowane symbole, należy zaznaczyć, że w podanych przykładach przyjęto całkowicie dowolną symbolikę, której nie należy traktować jako obowiązującą.

Dalszym czynnikiem niezbędnym dla umożliwienia pracy programiście jest odpowiednia część opisowa, która — jak już wspomniano — stanowi integralną część schematu przebiegu pracy EMC. Ogólnie powie-

dzieć można, że część opisowa powinna zawierać takie informacje, które łącznie z innymi danymi, tj. rozplanowaniem dokumentów, maszynowych nośników informacji i wyników ostatecznych, oraz łącznie z definicją problemu, zawartą w projekcie szczegółowym, umożliwiłyby programiście napisanie programu do wykonania danego przebiegu. Poza tym część opisowa powinna posiadać informacje, które mogą być przydatne przy bieżącej eksploatacji systemu.

W celu spełnienia wyżej wymienionych warunków należy starać się umieścić w części opisowej schematu przebiegu wszystkie dane o zasadniczym znaczeniu, zarówno dla programisty, jak i dla dalszej eksploatacji, które nie zostały podane w pozostałych rozdziałach projektu szczegółowego. Dla zilustrowania tego zagadnienia podaje się poniżej opisy schematów przebiegów pracy EMC, przedstawionych w niniejszym paragrafie.

1. *Część opisowa do przebiegu przedstawionego na rysunku 7.12.* Podczas przebiegu następuje wczytanie na taśmę magnetyczną dokumentów obrotu materiałowego za okres sprawozdawczy. Zawartość dokumentów przeniesiona jest na karty perforowane. Zbiór kart jest posortowany według rodzajów dokumentów, a w obrębie rodzajów wzrastająco według numerów dokumentów. Wykryty brak kolejnego numeru dokumentu ma być sygnalizowany. Ogólna ilość kart nie może przekroczyć 10 000. Należy zastosować kontrolę prawidłowości danych na kartach perforowanych według opisu w projekcie szczegółowym. Stwierdzone błędy mają być wydrukowane.

2. *Część opisowa do przebiegu przedstawionego na rysunku 7.13.* Podczas przebiegu następuje wycena dokumentów obrotowych znajdujących się na taśmie transakcyjnej i posortowanych według numerów indeksu materiałowego. Cena materiału pobierana jest z kartoteki materiałowej znajdującej się na taśmie magnetycznej i posortowanej według numerów indeksu materiałowego w tym samym porządku, jak dokumenty obrotowe. Następnie poszczególne dokumenty są wycenione przez pomnożenie ilości przez cenę. Równocześnie w ramach tego samego numeru indeksu materiałowego obroty ilościowe i wartościowe są sumowane oddzielnie dla przychodów i rozchodów i ogólne sumy obrotów są księgowane na odpowiedniej analitycznej karcie kontowej materiałów. W celu otrzymania zestawienia obrotów w rozbiciu na poszczególne dokumenty dokonuje się równocześnie wydruku tabulogramu obrotów z wylistowaniem wszystkich dokumentów w takim porządku, w jakim znajdują się one na taśmie transakcyjnej, tj. według



numeru indeksu materiałowego. Dokumenty obrotowe na taśmie transakcyjnej zostają wycenione i przepisane na nową taśmę magnetyczną.

W programie należy przewidzieć kontrolę:

a) czy dokumenty na taśmie transakcyjnej są właściwie posortowane, tzn. czy numery indeksu materiałowego występują niemalejąco;

b) czy są założone karty analityczne dla wszystkich materiałów występujących w dokumentach obrotowych;

c) czy nie występują salda ujemne na poszczególnych kartach analitycznych.

W razie wystąpienia nieprawidłowości wykazanej w punkcie a) należy przerwać liczenie, w pozostałych przypadkach przewidzieć wydruk odpowiedniej sygnalizacji.

Orientacyjny czas liczenia wynosi około 2 min. dla 1000 szt. dokumentów obrotowych.

### 7.3. ROZPLANOWANIE WYNIKÓW POŚREDNICH

W systemie elektronicznego przetwarzania danych bardzo często występują zbiory znajdujące się na maszynowych nośnikach informacji, a stanowiące wynik jakiegoś przebiegu pracy EMC, który to wynik z kolei będzie użyty w następnych przebiegach, lecz nie wymaga przechowywania do następnego okresu.

Wynik taki nazywa się wynikiem pośrednim. W projekcie szczegółowym należy uwzględnić jego rozplanowanie, ponieważ może on być użyty w różnych przebiegach wchodzących w skład systemu, oprogramowywanych przez różnych programistów. Ażeby jednym wynikiem mogli posługiwać się różni programiści, potrzebna jest dokładna znajomość rozplanowania danych wchodzących w skład tego wyniku.

Projektant systemu musi wiedzieć, że jeśli gdziekolwiek w projekcie przewiduje tworzenie wyników pośrednich, to mają to być jedynie wyniki, które są wykorzystywane w różnych przebiegach. Takie wyniki rozplanowuje się według zasad podanych przy omawianiu rozplanowania zapisów na taśmie magnetycznej lub taśmie papierowej, lub kartach perforowanych.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Alferowa Z., Wołowicz M.: *Sortirowka informacii z pomoszczu elektronnych wycisliatelnych maszyn*, Moskwa 1965.
- [2] Bürger E., Leonhard W.: *Technika taśmy dziurkowanej*, Warszawa 1964.
- [3] *Systems Analysis and Design*, wyd. firmowe ICT.

## 8. PROGRAMOWANIE MASZYNY CYFROWEJ

### 8.1. UWAGI WSTĘPNE

Maszyny cyfrowe, zwane inaczej uniwersalnymi automatami programowanymi, zdolne są do dowolnego przetwarzania informacji, dlatego też nazywa się je często uniwersalnymi przetwornikami informacji. Aby maszyna mogła dokonać jakiegokolwiek przetworzenia, należy jej „powiedzieć”, jak to zrobić, tzn. trzeba przekazać maszynie przepis (reguły) wymaganego przetwarzania. Zbiór takich formalnych reguł jednoznacznie określających proces wykonania określonej czynności nazywa się *algorytmem*.

Znalezienie algorytmu rozwiązania jakiegoś zadania jest pracą twórczą i, jak na razie, pozostaje wyłącznie w kompetencji człowieka. Jeżeli człowiek znajdzie sposób rozwiązania, tzn. algorytm, jakiegoś zadania, to niezależnie od tego, jak dalece jest on skomplikowany, maszyna rozwiąże zadanie o wiele szybciej i dokładniej, aniżeli zrobiłby to człowiek.

Algorytm lub — jak się potocznie mówi — przepis lub metoda wykonania jakiegoś zadania przedstawia się zwykle w postaci ciągu pewnych poleceń (rozkazów).

Rozpatrzmy dla przykładu metodę rozwiązania następującego zadania: znaleźć największy wspólny dzielnik dwóch liczb naturalnych  $a$  i  $b$ .

Dla rozwiązania tego zadania można podać następujący algorytm:

- 1) weź liczby  $a$  oraz  $b$  i przechodź do następnego polecenia;
- 2) porównaj te liczby i przechodź do następnego polecenia;
- 3) jeżeli liczby są równe, to każda z nich jest rozwiązaniem zadania; proces liczenia wówczas przerwij; jeżeli liczby nie są równe, to przechodź do następnego polecenia;



4) jeżeli pierwsza liczba jest mniejsza od drugiej, to zamień je miejscami i przechodź do następnego polecenia;

5) odejmij drugą liczbę od pierwszej; odjemnik i resztę uważaj jako nowe liczby i przechodź do polecenia nr 2.

Algorytm ten w literaturze znany jest jako algorytm Euklidesa (od nazwiska greckiego matematyka, który go po raz pierwszy sformułował).

Algorytmy tego typu zwane są algorytmami liczbowymi, gdyż czynności z nimi związane sprowadzają się do prostych operacji arytmetycznych na liczbach. Istnieje jednak bardzo dużo zagadnień o innym charakterze. Wówczas powstaje pytanie, czy dadzą się one rozwiązać za pomocą maszyny cyfrowej. Wiadomo jednak, że każdy algorytm (jeżeli został znaleziony) da się sprowadzić do pewnej, częściowo rekurencyjnej funkcji (arytmetycznej).

Tak więc maszyny cyfrowe mogą dokonywać dowolnego przetwarzania informacji, należy tylko znaleziony algorytm przekazać maszynie. Aby można było to zrobić, algorytm należy przedstawić w formie zrozumiałej dla maszyny cyfrowej.

Najogólniej rzecz biorąc, przedstawianie algorytmów (metod) rozwiązania określonych zadań w zrozumiałej dla maszyny formie nazywa się *programowaniem*, a sam algorytm w takiej formie nazywa się *programem*.

Proces formułowania algorytmu w zrozumiałej dla maszyny formie składa się zwykle z dwóch etapów: W pierwszym etapie algorytm przedstawia się w postaci tzw. sieci działań, zwanej inaczej *schematem blokowym*. Sposób ten po raz pierwszy zaproponowali H. H. Goldstine i J. von Neumann w latach 1946–1958. Przedstawienie algorytmów w postaci schematów blokowych okazało się bardzo wygodne, ze względu na wielką przejrzystość i łatwość dalszego przekształcania do takiej postaci, aby można było je przekazać maszynie. Dlatego też metoda ta będzie omawiana bardziej szczegółowo w podrozdziale 8.2.

W drugim etapie formułowania algorytmu następuje przekształcenie algorytmu zapisanego w postaci schematu blokowego w taką postać, aby algorytm mógł być zrozumiany przez maszynę. Przekształcenie to może polegać na zakodowaniu całego algorytmu w postaci ciągu elementarnych operacji, które może wykonać maszyna. Wówczas przekształcenie to nazywa się *programowaniem bezpośrednim* lub *odręcznym* (wrócimy do tego w podrozdziale 8.3). Programowanie takie jest jednak bardzo niewygodne, gdyż należy dobrze znać zbiór operacji, które mogą

być wykonywane przez maszynę. Operacje te są bardzo elementarne, a poza tym występują w postaci określonych kodów binarnych. Tak też sformułowany algorytm, chociaż może być wykonany przez maszynę, absolutnie nie jest zrozumiały dla osoby nie znającej samej maszyny cyfrowej. Poza tym, przy takim formułowaniu algorytmu istnieje duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu, a wykrywanie błędów ze względu na małą czytelność programu jest niezwykle trudne.

Ze względu na powyższe trudności algorytm przedstawiony w postaci schematu blokowego zapisuje się w języku sformalizowanym, podobnym do języka formuł matematycznych. W chwili obecnej istnieje ogromna ilość takich języków. Niektóre z nich krótko będą scharakteryzowane w podrozdziale 8.4.

Języki takie są „obce” maszynie i nazywają się *językami zewnętrznymi*. Algorytm zapisany w określonym języku sformalizowanym, różnym od języka elementarnych operacji maszynowych, jak na razie, nie może być zrealizowany przez maszynę. W tym celu należy dokonać tłumaczenia z języka „obcego” maszynie na jej własny język. Tłumaczenie to ze względu na ściśle, formalne zdefiniowanie języka zewnętrznego może być dokonane przez samą maszynę. Istotę takiego tłumaczenia omówiono w podrozdziale 8.5.

Jak widać z powyższego, w celu rozwiązania jakiegoś zadania za pomocą maszyny cyfrowej należy ułożyć dla niej odpowiedni program. Metodę (sposób) rozwiązania tego zadania należy przedstawić w postaci ciągu elementarnych operacji maszynowych lub też zapisać ją w określonym języku zewnętrznym, z którego maszyna potrafi dokonać tłumaczenia na swój język, zwany *językiem wewnętrznym*. Czynność ta, tak w jednym, jak i drugim przypadku, nie jest zbyt łatwa, dlatego też wraz z pojawieniem się programowania zaczęto gromadzić uprzednio ułożone programy typowych zadań w celu ich późniejszego wykorzystania przy rozwiązywaniu nowych zadań. Programy takie stanowią nierozłączną całość z maszyną cyfrową.

Stopień oprogramowania maszyny, tzn. ilość i jakość ułożonych dla niej programów, obok cech technicznych maszyny świadczy o jej użyteczności. Nieco szerzej na ten temat powiedziane jest w podrozdziale 8.6.

Każdy program ułożony dla maszyny cyfrowej, obojętnie w jakim języku, dokładnie opisuje sposób rozwiązania określonego zadania, nie stanowi zaś opisu, definicji samego zadania, co nie jest bez znaczenia przy późniejszym wykorzystywaniu programu. Poza tym oprócz opisu zadania użytkownik programu chciałby wiedzieć, kiedy i przez kogo



został ułożony dany program oraz jak należy posługiwać się danym programem. Informacje takie zawarte są w tzw. dokumentacji programu, o czym szerzej powiedziane jest w podrozdziale 8.7.

W końcowej części tego rozdziału podany jest prosty przykład obliczania wariancji, za pomocą którego zademonstrowano zarówno sposób programowania bezpośredniego, jak i automatycznego.

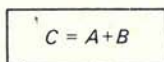
## 8.2. SCHEMATY BLOKOWE

Sieć działań algorytmu jest to skończony zbiór węzłów połączonych pomiędzy sobą strzałkami<sup>1</sup>. Węzły te zwykle przedstawia się w postaci określonych figur geometrycznych, najczęściej są to romby i prostokąty. Do rombów wpisuje się predykaty (testy), a do prostokątów operatory.

*Operatory* są to pewne czynności arytmetyczne lub organizacyjne, które powinna wykonać maszyna cyfrowa; operatorem jest na przykład następujące wyrażenie „do liczby  $A$  dodać liczbę  $B$  i otrzymać liczbę  $C$ ”. Operator taki zwykle zapisuje się w postaci następującej:

$$C = A + B \text{ lub } A + B = C.$$

W schemacie blokowym operator ten będzie wyglądał tak, jak pokazano na rys. 8.1.

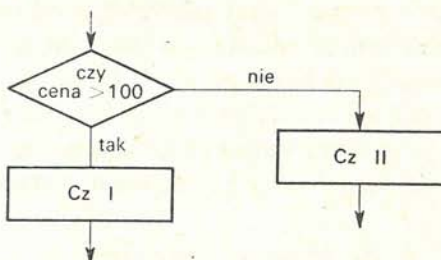


Rys. 8.1. Przykład operatora

Algorytm rozwiązania każdego zadania, a w szczególności zadania typu ekonomicznego, składa się z wielu etapów i warunków, od spełnienia których zależy dalsze postępowanie. Węzły, zwane predykatami, służą właśnie do sprawdzania, czy dany warunek jest spełniony, czy też nie. Rozpatrzmy prosty przykład.

Jeżeli pewna cena jest większa niż 100 zł/jedn., to należy wykonać czynność, którą przykładowo nazwiemy Cz. I, w przeciwnym przypadku należy wykonać czynność Cz. II. Przykład ten graficznie przedstawiono na rys. 8.2.

<sup>1</sup> Patrz [4].



Rys. 8.2. Przykład predykatu

Predykaty posiadają jedno wejście i dwa wyjścia. Jedno z nich odpowiada wartości logicznej „prawda” wyrażenia zapisanego w rombie, natomiast drugie wartości logicznej „fałsz” tegoż wyrażenia. Wyjścia te w schemacie blokowym oznacza się zwykle wyrażeniem „tak” i „nie”.

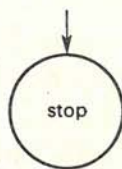
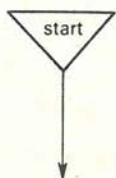
W sieci działań algorytmu, oprócz predykatów i operatorów wyróżnia się dwa szczególne węzły: wejścia do algorytmu i wyjścia, tzn. koniec algorytmu.

Wejście do algorytmu przedstawia się za pomocą okręgu lub trójkąta z jedną strzałką wychodzącą i bez żadnej strzałki wchodzącej (patrz rys. 8.3).

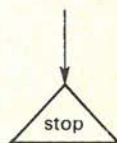
Wyjściem nazywa się węzeł, z którego nie wychodzi żadna strzałka, a przedstawia się go tak, jak pokazano na rys. 8.4.



Rys. 8.3. Początek algorytmu



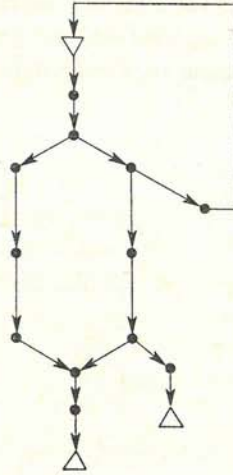
Rys. 8.4. Koniec algorytmu



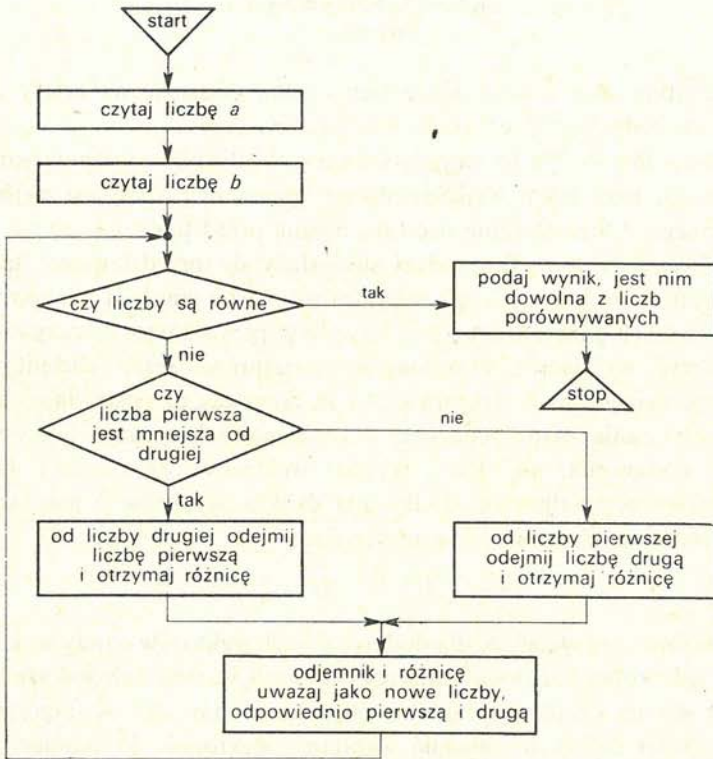
Jeżeli w sieci działań wystąpi więcej lub mniej węzłów o wymienionych własnościach, świadczy to, że algorytm nie jest poprawny. Na przykład sieć pokazana na rys. 8.5 nie przedstawia poprawnego algorytmu. Wszystkie węzły w tej sieci, różne od wejściowego i wyjściowego, oznaczono punktami.

Dla przykładu przedstawimy teraz opisany w podrozdziale 8.1 algorytm Euklidesa w postaci schematu blokowego (patrz rys. 8.6).



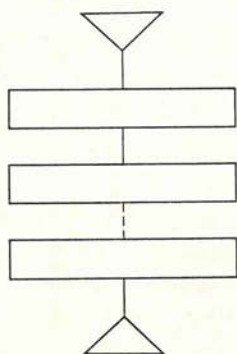


Rys. 8.5. Przykład nieprawidłowej sieci działań algorytmu



Rys. 8.6. Algorytm Euklidesa

Dla większej przejrzystości schematu blokowego zamiast zdań języka naturalnego stosuje się, jeśli jest to możliwe, język matematyczny (będzie to pokazane na dalszych przykładach schematów blokowych).



Rys. 8.7. Schemat sieci liniowej

Wszystkie sieci działań algorytmu można podzielić na cztery podstawowe rodzaje, które krótko scharakteryzujemy.

1. *Sieci liniowe.* Są to najprostsze sieci, w których występują jedynie operatory, przy czym wyjście jednego operatora zawsze jest wejściem następnego. Schematycznie sieć taką można przedstawić jak na rys. 8.7.

2. *Sieci z cyklem.* Ten rodzaj sieci służy do przedstawienia takich algorytmów, w których część operatorów powtarzana jest wielokrotnie (przy różnych parametrach), przy czym z góry wiadomo, ile razy należy powtórzyć wykonanie określonych operatorów. Jeżeli chcielibyśmy obliczyć sumę dwóch wektorów  $A$  i  $B$ , wówczas przedstawiając algorytm obliczania za pomocą sieci liniowej należałoby użyć tyle operatorów dodawania, ile wynosi wymiar wektorów. Za pomocą wzoru matematycznego algorytm dodawania dwóch wektorów o jednakowej ilości składowych zapisuje się następująco:

$$C_i = A_i + B_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Ze wzoru tego widać, że dla dodania dwóch wektorów należy wykonać tylko jeden operator dodawania przy różnych wartościach wskaźnika  $i$ .

Oczywiście oprócz wykonania samego dodawania w algorytmie (programie) należy uwzględnić wczytanie wektorów do pamięci maszyny, a także wydrukowanie wyników. Schemat blokowy może mieć



postać przedstawioną na rys. 8.8. W schemacie tym nietrudno zauważyć, że zawiera on trzy jednakowe pętle (cykle), dlatego też czasem wygodniej jest przedstawić go w takiej postaci, aby zawierał tylko jedną pętlę. Ilustruje to rys. 8.9, przy czym w schemacie tym, dla większej przejrzystości, zamiast zdań języka naturalnego użyto symboliki matematycznej.

W schemacie blokowym pokazanym na rys. 8.9 zapis:  $i = i + 1$ , nie oznacza oczywiście równości wyrażeń z lewej i prawej strony znaku równości, lecz że zmiennej  $i$  należy przyporządkować nową wartość, która równa się starej wartości zwiększonej o jeden. W ogóle należy pamiętać, że znak  $=$  używany w operatorach nie oznacza równości, lecz posiada dynamiczny charakter i oznacza, że wartość wyrażenia stojącego z prawej strony tego znaku należy przyporządkować zmiennej stojącej z lewej strony.

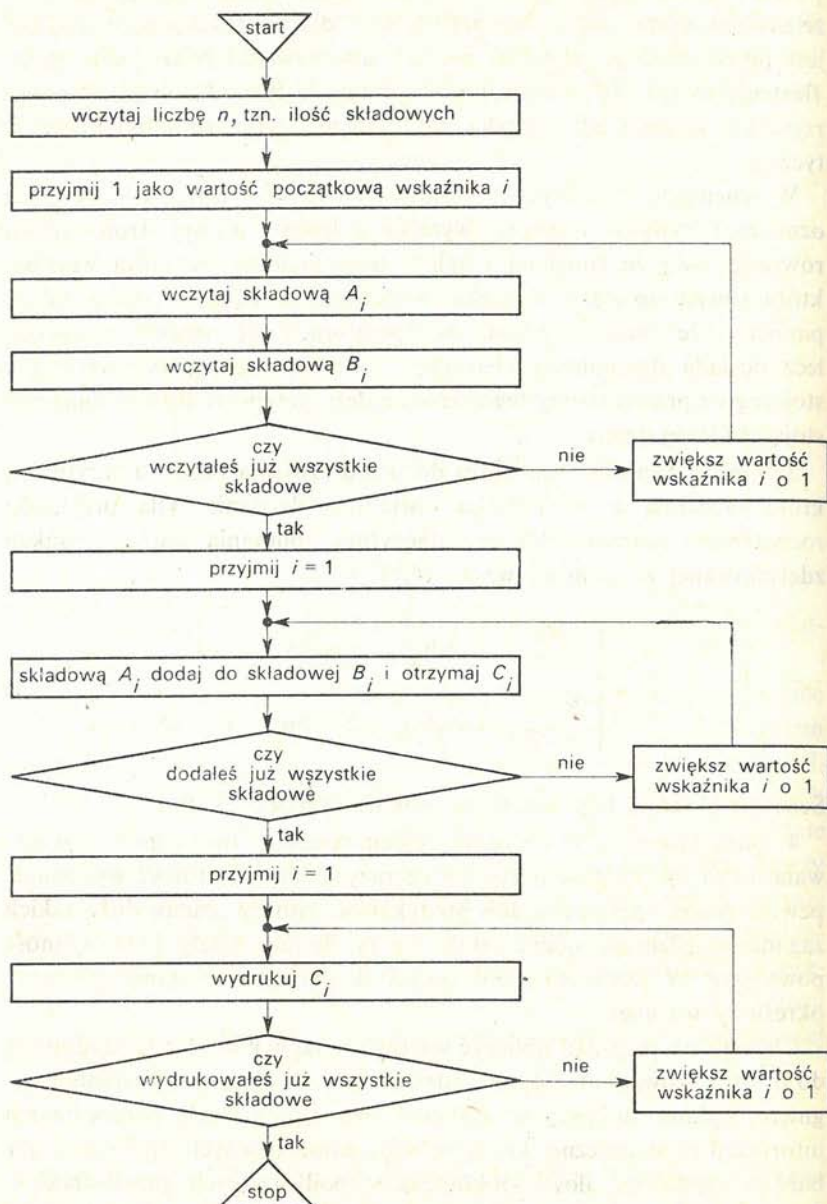
3. *Sieci z rozwidleniem*. Służą do przedstawienia takich algorytmów, które zawierają w sobie kilka wariantów działania. Dla przykładu rozpatrzmy schemat blokowy algorytmu obliczenia wartości funkcji zdefiniowanej za pomocą wzoru (8.1):

$$y = \begin{cases} \frac{x-b}{x}, & \text{jeśli } 2 \leq x \leq 15 \\ \frac{x+b}{x-1}, & \text{jeśli } x < 2 \text{ lub } x > 15 \end{cases} \quad (8.1)$$

Schemat blokowy tego algorytmu pokazano na rys. 8.10.

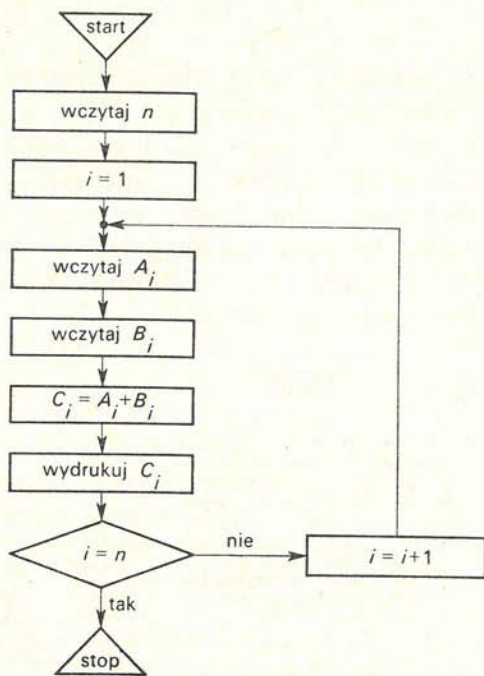
4. *Sieci z iteracją*. W sieciach z cyklem wiadomo było z góry (wskazywała na to np. wartość liczby  $n$ ), ile razy należy powtórzyć wykonanie pewnej grupy operatorów lub predykatów. Istnieje jednak dużo takich zagadnień, gdzie nie można ustalić z góry, ile razy należy daną czynność powtórzyć. Wówczas powtarza się ją tak długo, aż zostanie spełniony określony warunek.

Chcemy na przykład obliczyć wartość funkcji  $y = e^x$  z dokładnością do  $3 \cdot 10^6$ ; wówczas maszyna będzie liczyć tak długo, aż zostanie osiągnięta żądana dokładność obliczeń. W algorytmach przetwarzania informacji ekonomicznej krotność wykonania pewnych operacji zależy bardzo często od ilości dokumentów podlegających przetwarzaniu. Ilość tych dokumentów wcale nie musi być znana. Maszyna tak długo będzie wykonywała określone operacje, aż trafi na jakąś informację, która każe jej przerwać wykonywanie czynności. Może to być na przy-

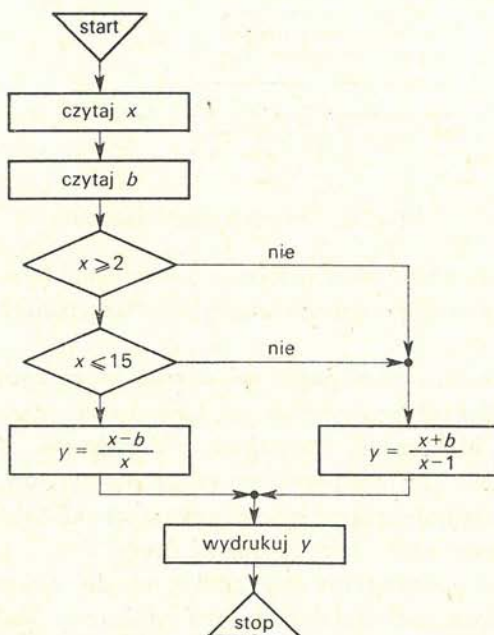


Rys. 8.8. Schemat blokowy dodawania dwóch wektorów





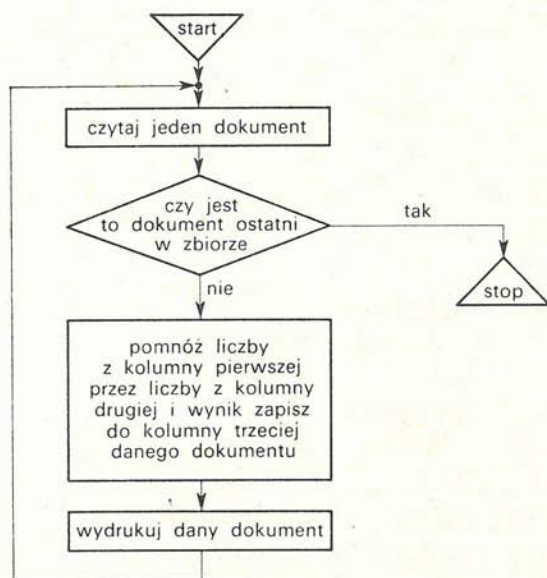
Rys. 8.9. Schemat blokowy dodawania dwóch wektorów



Rys. 8.10. Schemat blokowy obliczania funkcji 1

kład dokument z informacją „koniec zbioru”. Ilustracją takiego algorytmu jest schemat blokowy pokazany na rys. 8.11.

Każdy węzeł sieci działań może być poprzedzony tzw. etykietą, którą jest dowolny znak lub pewna ich ilość umieszczona w kółku. Stosowanie etykiet bywa nieraz bardzo wygodne, szczególnie przy dużych schematach, gdzie występuje duża ilość strzałek, często przecinających się, co zaciemnia obraz algorytmu. Natomiast przy zastosowaniu etykiet można tego uniknąć.



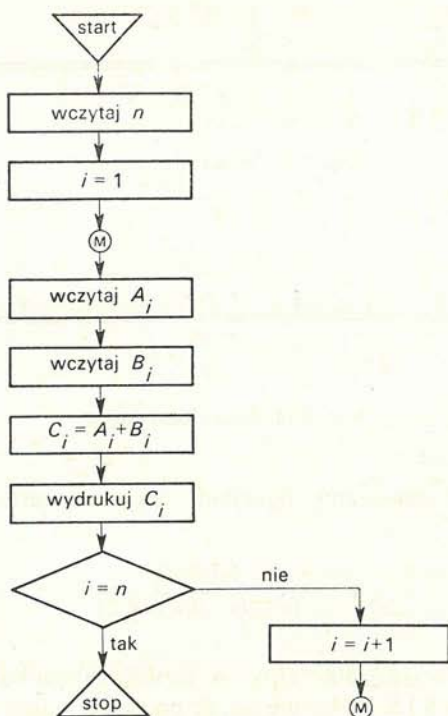
Rys. 8.11. Przykład sieci z iteracją

Dla przykładu na rys. 8.12 pokazany jest schemat blokowy z użyciem etykiety. Schemat tego samego algorytmu bez etykiety pokazano na rys. 8.9.

Algorytmy konkretnych zadań nie zawsze mogą być przedstawione za pomocą tylko jednego z opisanych typów sieci, przeważnie schemat blokowy jest kombinacją wszystkich ich rodzajów. Opisane wyżej rodzaje sieci służą do przedstawienia takich algorytmów, które realizowane są sekwencyjnie, tzn. wszystkie czynności składające się na algorytm wykonywane są po kolei, jedna za drugą.

Współczesne maszyny cyfrowe zdolne są do wykonywania kilku czynności jednocześnie, niezależnie jedna od drugiej. Możliwość równo-





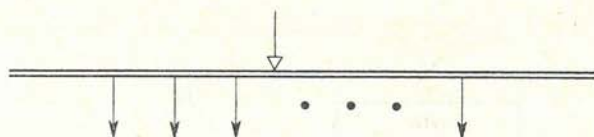
Rys. 8.12. Przykład zastosowania etykiety

ległego przetwarzania spowodowała konieczność modyfikacji tradycyjnych sposobów przedstawiania algorytmów. Aby można było algorytm określonego zadania przedstawić w tzw. formie równoległo-sekwencyjnej, do schematów blokowych wprowadza się dodatkowo dwa rodzaje węzłów, a mianowicie węzły rozdzielania i węzły jednoczenia<sup>2</sup>.

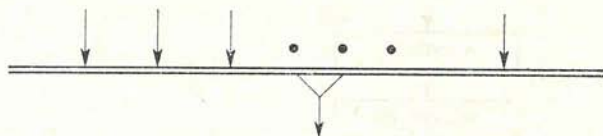
*Węzeł rozdzielania* oznacza, że w tym miejscu algorytm zagadnienia rozgałęzia się na kilka równoległych zadań, a każdemu z nich odpowiada jedna strzałka wychodząca (patrz rys. 8.13).

*Węzeł jednoczenia* w schemacie blokowym przedstawione są na rys. 8.14. Węzeł taki świadczy, że od tego miejsca począwszy algorytm powinien być realizowany sekwencyjnie, przy czym dalsze wykonywanie operacji możliwe jest tylko wtedy, gdy wszystkie zadania wchodzące do tego węzła są wykonane.

<sup>2</sup> Patrz [5].



Rys. 8.13. Węzeł rozdzielania



Rys. 8.14. Węzeł jednoczenia

Dla przykładu rozpatrzmy algorytm obliczenia wartości następującej funkcji:

$$y = \frac{4(k+d)}{(c+d) - d(k-d/2)}$$

Schemat blokowy tego algorytmu w postaci równoległo-sekwencyjnej pokazano na rys. 8.15. Wskazuje on, że po przeczytaniu wartości zmiennej  $c$  zupełnie niezależnie od siebie można równoległe obliczyć sumę  $k+d$ , sumę  $c+d$  oraz iloraz  $d/2$ . Natomiast iloraz  $p/r$  można obliczyć tylko w przypadku, gdy obliczono iloczyn  $p \times 4$  oraz różnicę  $r-s$ .

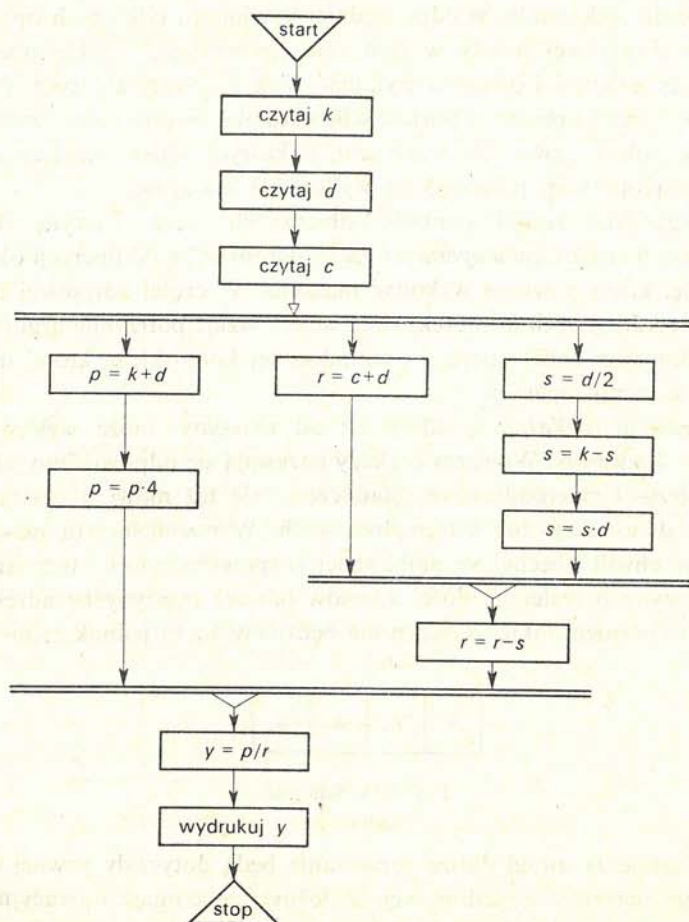
### 8.3. PROGRAMOWANIE BEZPOŚREDNIE

Jeżeli chcemy określony algorytm zrealizować za pomocą maszyny cyfrowej, należy go w jakiś sposób jej przekazać. Powstaje więc problem porozumiewania się z maszyną, a raczej problem „mówienia” do maszyny.

Każda maszyna posiada swój własny język, którym można do niej przemawiać. Język ten, jak zobaczymy nieco dalej, jest jednak trudny dla człowieka, gdyż jego alfabet składa się nie z liter, lecz tylko z dwóch symboli oznaczonych 0 i 1<sup>3</sup>. Wobec tego powstała konieczność powołania do życia nowej profesji — tłumaczy, którzy przekładają algo-

<sup>3</sup> Por. rozdział 3.





Rys. 8.15. Schemat blokowy równoległo-sekwencyjnego przedstawiania algorytmu

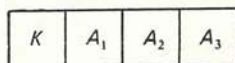
rytm sformułowany w „ludzki” języku na język maszynowy. Tłumaczy tych nazywa się programistami. Nazwa pochodzi od tego, że układają oni programy dla maszyny cyfrowej, za pomocą których steruje się jej pracą.

Maszyny cyfrowe zdolne są do wykonywania niewielkiej ilości bardzo prostych operacji, np. dodawania, odejmowania, mnożenia, przesyłania zawartości jednej komórki do innej, porównywania zawartości dwóch komórek, skoku bezwarunkowego lub warunkowego do określonej komórki itp. Rozwiązanie przez maszynę każdego problemu sprowadza

się więc do wykonania, w odpowiedniej kolejności, tylko tych operacji. Maszynie cyfrowej należy w tym celu „powiedzieć”, jakie operacje i w jakiej kolejności powinna wykonać. Tak więc cały algorytm (który może być przedstawiony w postaci schematu blokowego) należy zamienić na ciąg poleceń zwanych *rozkazami*, z których każdy zawiera jedną określoną operację, poleconą do wykonania maszynie.

Rozkaz jako zespół symboli odbieranych przez maszynę składa się z dwóch części: *kodu operacji* i *części adresowej*. Kod operacji określa operację, którą powinna wykonać maszyna. W części adresowej umieszcza się adresy tych komórek, skąd należy wziąć potrzebne argumenty dla wykonania danej operacji oraz adres tej komórki, w której należy umieścić wynik operacji.

W jednym rozkazie, w zależności od maszyny, może występować od 1 do 4 adresów. Wówczas rozkazy nazywają się odpowiednio jedno-, dwu-, trzy- i czteroadresowe. Stąd często się też mówi o maszynach jedno-, dwu-, trzy- lub czteroadresowych. Wymieniliśmy tu maszyny, które w chwili obecnej są najbardziej rozpowszechnione, lecz istnieją też maszyny o zmiennej ilości adresów lub też maszyny bezadresowe. Programowaniem takich maszyn nie będziemy się tu jednak zajmowali.



Rys. 8.16. Schemat komórki

Dla ustalenia uwagi dalsze rozważania będą dotyczyły pewnej hipotetycznej maszyny trzyadresowej. Załóżmy, że pamięć operacyjna tej maszyny składa się z 4096 komórek ponumerowanych od 0 do 4095, numery te nazywa się *adresami*; w systemie dwójkowym są to liczby od 000000000000 do 111111111111. Jeśli założymy przy tym, że każda komórka posiada długość 40 bitów, to schemat komórki wygląda jak na rys. 8.16. Do takiej komórki, jak wiadomo, można zapisać dowolną liczbę z pewnego przedziału lub jeden rozkaz maszynowy. Rozkaz naszej maszyny z założenia jest trzyadresowy, a więc posiada postać:

$$KA_1A_2A_3$$

gdzie:

K — kod operacji,

A<sub>1</sub> — adres pierwszego argumentu,



$A_2$  — adres drugiego argumentu,

$A_3$  — adres wyniku operacji.

Dla każdej części rozkazu w komórce przeznaczone są odpowiednie miejsca. Największym adresem, jak już widzieliśmy, jest liczba 12-bitowa, a więc dla każdego adresu trzeba przeznaczyć po 12 bitów — razem 36 bitów, pozostałe 4 bity przeznaczone są do zapisu kodu operacji.

Niech wybrana przez nas maszyna posiada, między innymi, następujące kody operacji:

0100 — kod operacji dodawania,

0101 — kod operacji dzielenia,

0000 — kod zatrzymania (stopu) maszyny.

Rozpatrzmy prosty przykład. Założymy, że w komórce o numerze (adresie) 1101010111 umieszczona jest wartość zmiennej  $x$ , a w komórce 000011110111 wartość zmiennej  $y$ . Chcemy dodać do siebie wartości tych zmiennych i sumę zapisać w komórce 01111000111. Dla wykonania takiej operacji potrzebny jest następujący rozkaz: „do zawartości komórki 1101010111 dodaj zawartość komórki 000011110111 i wynik zapisz w komórce 01111000111”. Rozkaz ten w postaci słowa binarnego będzie wyglądał jak na rys. 8.17.

0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rys. 8.17. Rozkaz w postaci słowa binarnego

Aby rozwiązać jakiś problem na maszynie cyfrowej, należy więc sporządzić cały ciąg podobnych rozkazów, który nazywa się *programem*. Program zapisany w postaci ciągu takich rozkazów nazywa się programem w *kodzie wewnętrznym* maszyny. Kod ten często nazywa się *językiem wewnętrznym* danej maszyny.

Po ułożeniu programu należy go przekazać maszynie, tzn. każdy rozkaz zapisać osobno do kolejnych komórek pamięci. Wykonanie takiego programu przez maszynę realizuje urządzenie sterujące; wybiera z pamięci po kolei każdy rozkaz, analizuje go i wykonuje. Oczywiście przed przystąpieniem do wykonania programu do odpowiednich komórek muszą być zapisane *dane* (liczby), na których będą dokonywane operacje określone kodem operacji poszczególnych rozkazów.

Nietrudno zauważyć, że układanie programów w kodzie wewnętrznym maszyny nie jest sprawą łatwą, możliwość pomyłki jest duża,

a poza tym program jest bardzo mało przejrzysty. Aby zwiększyć jego czytelność, rozkazy zapisuje się zwykle w ósemkowym systemie numeracji (por. rys. 8.18; jest to ten sam rozkaz, co na rys. 8.17).

04	6527	0367	3707
----	------	------	------

Rys. 8.18. Rozkaz w zapisie ósemkowym

Program złożony z rozkazów umieszcza się przeważnie na specjalnych formularzach, których forma zależy oczywiście od rodzaju maszyny. Przykład formularza dla maszyny trzyadresowej podano w tablicy 8.1.

Tablica 8.1

*Formularz programu*

Adres rozkazu	Kod operacji	Adres pierwszego argumentu	Adres drugiego argumentu	Adres wyniku operacji	Uwagi

Aby umożliwić wprowadzenie do pamięci maszyny liczb i rozkazów zapisanych na takim formularzu, należy przenieść je na karty perforowane lub taśmy perforowane. Przy dziurkowaniu rozkazów każda cyfra ósemkowa przedstawiona jest za pomocą trójki cyfr dwójkowych. Przekształcenie to odbywa się automatycznie, bez jakichkolwiek przeliczeń. Zadaniem perforującego jest tylko naciskanie odpowiednich klawiszy.

Podamy teraz prosty przykład ułożenia programu dla obliczenia wartości następującej funkcji:

$$y = x + \frac{t+z}{t} \quad (8.2)$$

Założymy, że wartość zmiennej  $x$  zapisana jest w komórce 0100 (numery komórek podajemy w ósemkowym systemie numeracji), wartość zmiennej  $t$  w komórce 0101 oraz wartość zmiennej  $z$  umieszczona jest w komórce 0102. Wartość funkcji (8.2) chcemy zapisać do komórki



5500. Ponadto komórkę o numerze 2000 przeznaczamy do chwilowego przechowywania wyników pośrednich. Program obliczenia wartości wyżej zdefiniowanej funkcji umieścimy w kolejnych komórkach, poczynając od komórki o numerze 7000. Podziału komórek pamięci dokonaliśmy zupełnie dowolnie, można było oczywiście użyć innych komórek, byleby były one wolne.

Program obliczenia wartości funkcji (8.2), zapisany na formularzu pokazanym w tablicy 8.1, będzie wyglądał jak w tablicy 8.2.

Tablica 8.2

Program 1

Adres rozkazu	Kod operacji	Adres pierwszego argumentu	Adres drugiego argumentu	Adres wyniku operacji	Uwagi
7000	04	0101	0102	2000	$t+z$ 2000
7001	05	0101	2000	2000	$t+z/t$ 2000
7002	04	0100	2000	5500	$t+z/t+y$ 5500
7003	00	0000	0000	0000	stop

Jak widać z podanego przykładu, ułożenie takiego programu wymaga a priori znajomości numerów tych komórek, w których umieszczone są dane, a z drugiej strony konieczna jest znajomość ilości rozkazów w celu zarezerwowania odpowiedniej ilości komórek dla umieszczenia programu w pamięci maszyny. Ponadto należy ustalić adresy komórek, w których będą przechowywane (przez pewien czas) wyniki pośrednie. Dopiero po tym podziale pamięci można przystąpić do właściwego układania programu. Programowanie to nie jest więc sprawą łatwą, dlatego też poszukiwano sposobów, które by go ułatwiły. Pierwszym krokiem w tym kierunku była możliwość użycia w programie, zamiast rzeczywistych adresów komórek, pewnych oznaczeń liczbowo-literowych. Można np. przyjąć, że program będzie umieszczony w komórkach o adresach  $a+1, a+2, a+3, \dots$ , dane wejściowe w komórkach  $b+1, b+2, b+3, \dots$ ; komórki robocze, w których będą przechowywane wyniki pośrednie, można oznaczyć przez  $c+1, c+2, c+3, \dots$ , a wyniki obliczeń można zapisać do komórek  $d+1, d+2, d+3, \dots$ . Dopiero po napisaniu całego programu literom  $a, b, c, d$  można nadać konkretne wartości liczbowe, a tym samym rozmieścić całą informację w pamięci maszyny.

Programowanie w takiej postaci zademonstrujemy na przykładzie obliczenia wartości funkcji (8.2). Załóżmy, że dane wejściowe, tzn. wartości zmiennych  $x$ ,  $t$  oraz  $z$ , umieścimy odpowiednio w komórkach  $b+1$ ,  $b+2$  i  $b+3$ , wynik obliczeń zapiszemy do komórki  $d+1$ , a dla przechowywania wyników pośrednich przeznaczymy komórkę  $c+1$ . W bardziej skomplikowanych programach jedna komórka robocza zwykle nie wystarcza i dlatego przeznacza się ich więcej. Program naszego przykładu umieścimy w kolejnych komórkach, poczynając od komórki  $a+1$ .

Przyjmując te założenia, program obliczenia wartości funkcji (8.2) można zapisać jak podano w tablicy 8.3. Jeżeli teraz literom  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  nadamy odpowiednio wartości: 6777, 0077, 1777, 5477, to program 2 przyjmie postać programu 1. Zamiana oznaczeń literowo-cyfrowych rzeczywistymi adresami komórek jest stosunkowo prosta i dlatego czynność ta może być automatycznie wykonana przez samą maszynę.

Tablica 8.3

Program 2

Adres rozkazu	Kod operacji	Adres pierwszego argumentu	Adres drugiego argumentu	Adres wyniku operacji	Uwagi
$a+1$	04	$b+2$	$b+3$	$c+1$	
$a+2$	05	$b+2$	$c+1$	$c+1$	
$a+3$	04	$b+1$	$c+1$	$d+1$	
$a+4$	00	—	—	—	

Większość współczesnych maszyn cyfrowych nie pozwala wprowadzać do pamięci oznaczeń literowych. Zamiast tego można używać oznaczeń liczbowych, podobnych do literowo-cyfrowych (np. zamiast  $a+1$ ,  $a+2$ , ... można napisać 1001, 1002, ..., a zamiast  $b+1$ ,  $b+2$  ... napisać 2001, 2002. Maszyna cyfrowa na podstawie ustalonej tablicy odpowiedników między takimi liczbowymi oznaczeniami a adresami rzeczywistymi przekształca program zapisany przy użyciu oznaczeń liczbowych na gotowy program z adresami rzeczywistymi. Program ten może być wyprowadzony na karty perforowane lub taśmę perforowaną. Jak z tego widać, niektóre czynności programowania odręcznego mogą być zautomatyzowane. Można np. zautomatyzować wpisywanie adresów rzeczywistych, poza tym można zautomatyzować korektę niektórych błędów wykrytych w programie. Jednakże programowanie pozostaje w dalszym ciągu czynnością odręczną.



#### 8.4. PROGRAMOWANIE AUTOMATYCZNE

Z rozważań poprzedniego podrozdziału wynika, że programowanie bezpośrednie (odręczne) jest czynnością niezmiernie pracochłonną i uciążliwą. Poza tym otrzymywane programy są duże objętościowo i mało czytelne. Trudności wynikają głównie z drobiazgowości języka wewnętrznego maszyny, dlatego też dla pokonania ich starano się opracować wygodniejszy język. Naturalnego języka ludzkiego, którym posługujemy się na co dzień, do pisania programów użyć nie możemy, chociażby ze względu na wieloznaczności w nim występujące. Maszyna nie zawsze potrafi odgadnąć, co mieliśmy na myśli, wydając pewne polecenia. Dlatego starano się opracować język pośredni między językiem wewnętrznym maszyny a językiem naturalnym. Każdy różny język od kodu wewnętrznego nazywa się *językiem zewnętrznym*. Algorytm zapisany w języku zewnętrznym musi być przetłumaczony na język własny (wewnętrzny) maszyny, gdyż tylko ten jest rozumiany przez maszynę.

Tłumaczenia może dokonać sama maszyna; w tym celu należy: po pierwsze, język zewnętrzny tak opracować, aby każde jego zdanie jednoznacznie można było przetłumaczyć na równoważny jemu ciąg rozkazów maszynowych, a po drugie, podać maszynie reguły tłumaczenia. Reguły, tzn. przepis tłumaczenia, podane maszynie w zrozumiałej dla niej formie nazywa się *translatorem*.

Translator jest więc takim programem, który na podstawie informacji podanej maszynie w pewnym języku zewnętrznym układa program we własnym języku maszyny. Dlatego też translator nazywa się czasem *programem programującym*. Maszyna więc automatycznie układa sobie program. Stąd też zapisywanie algorytmów w takich językach zewnętrznych, z których maszyna potrafi ułożyć program w kodzie wewnętrznym, nazywa się *programowaniem automatycznym*.

Rozpatrzmy tutaj krótko drogę powstawania i doskonalenia języków zewnętrznych, natomiast o programie programującym będzie traktował następny podrozdział.

Aby uwolnić się od znajomości konkretnych kodów operacji danej maszyny, użyto zamiast nich nazw mnemotechnicznych tych operacji. Kod operacji dodawania zastępuje się np. symbolem ADD, operację dzielenia symbolem DIV, operację mnożenia — MUL itd.

Zamiast numerów komórek lub ich oznaczeń liczbowo-literowych zaczęto używać pewnych nazw, symbolizujących zawartość danej komórki. Jeżeli na przykład w komórce 5527 umieszczona jest wartość

zmiennej  $X$ , to komórce tej przyporządkowuje się nazwę  $X$ , która stanowi symboliczny adres tej komórki. Rozkaz (rys. 8.17) w takiej notacji będzie wyglądał następująco:

$$\text{ADD } X Y Z \quad (8.3)$$

Język zewnętrzny, który wykorzystuje tego typu rozkazy, zwane też *instrukcjami*, nazywa się *językiem symbolicznym* (ang. — *assembly language*). Przykładami takich języków są: PLAN dla maszyny ICT 1900, MPD dla maszyny ICT serii 1300, RPG dla amerykańskich maszyn IBM 360 model 20, MOPS dla maszyny ROBOTRON 300 i inne.

Tłumaczenie z takich języków na język wewnętrzny maszyny jest bardzo proste, gdyż w zasadzie jednej instrukcji w języku symbolicznym odpowiada jeden rozkaz w kodzie wewnętrznym maszyny. Tłumaczenia dokonuje program programujący, zwany „assambler”<sup>4</sup>.

Przy tłumaczeniu programu źródłowego napisanego w języku symbolicznym „assambler” może wstawiać pewne części programu, które już wcześniej były przygotowane i są przechowywane w pamięci maszyny. Następnie łączy wszystkie części w jedną logiczną całość i zamienia wszystkie adresy symboliczne na adresy rzeczywiste.

Układanie programów w językach symbolicznych jest dużym ułatwieniem w porównaniu z układaniem programów w kodzie wewnętrznym maszyny. Programy jednak w dalszym ciągu są bardzo długie i niezbyt czytelne. Znak operacji (wbrew przyzwyczajeniom) należy umieszczać nie między argumentami, a przed nimi. Dlatego też dalszym ułatwieniem procesu programowania było umożliwienie stosowania symboliki przyjętej w praktyce matematycznej.

Rozkaz (rys. 8.17) można np. zupełnie krótko i jasno zapisać w następującej postaci:

$$Z = X + Y \quad (8.4)$$

Zapis ten interpretuje się następująco: należy dodać do siebie wartości zmiennych  $X$  i  $Y$ , a następnie sumę przyporządkować zmiennej  $Z$ , lub też: sumę zawartości komórek  $X$  oraz  $Y$  należy umieścić w komórce  $Z$ .

Używając powyższej notacji, program 1, opisany w poprzednim podrozdziale, można zapisać w postaci następującego ciągu instrukcji:

$$\begin{aligned} R &= T + Z \\ R &= R / T \\ Y &= R + X \end{aligned}$$

<sup>4</sup> Patrz [16].



gdzie  $R$  jest zmienną, która spełnia tę samą funkcję, co komórka 2000 w programie 1.

Język, który pozwala zapisywać programy w postaci tego typu instrukcji, nazywa się *autokodem*<sup>5</sup>. Autokody są to więc języki zbliżone do języków wewnętrznych określonych maszyn, a jednocześnie są też bardzo bliskie językowi matematycznemu.

Każdej instrukcji autokodu w dalszym ciągu odpowiada zwykle jeden rozkaz w kodzie wewnętrznym maszyny, tzn. że przy tłumaczeniu zapisu w autokodzie na program w języku wewnętrznym jedno słowo kodowane są innymi słowami, a dokonywane jest to automatycznie przez samą maszynę. Autokody mogą zawierać też tzw. makroinstrukcje. Odpowiada im już nie jeden, lecz kilka rozkazów maszynowych.

Tłumaczenie z autokodu na język wewnętrzny maszyny odbywa się więc w stosunku 1 : 1 lub bliskim mu.

Najbardziej znanym i jednym z pierwszych jest autokod MERCURY. Stał się on podstawą opracowywania późniejszych, bardziej doskonałych języków tego typu. Jako przykład można tu wymienić takie autokody, jak: MARK, MOST, MAT i inne. Mimo swych niezaprzeczalnych zalet, posiadają one jeszcze wiele niedostatków. Są silnie związane z określonym typem maszyny i z tego względu nie mogą służyć jako uniwersalne języki do zapisywania algorytmów.

Języki uniwersalne są bardzo potrzebne, chociażby ze względu na wymianę programów między użytkownikami różnych maszyn. Poza tym język taki powinien być środkiem porozumiewania się nie tylko między człowiekiem a maszyną, ale też między ludźmi. Dlatego od chwili powstania pierwszych maszyn cyfrowych starano się opracować pewien standardowy, uniwersalny język do zapisu algorytmów. Takim *językiem algorytmicznym*, tzn. służącym do zapisu algorytmów rozwiązywania różnych zagadnień, może być formalny język formuł rekurencyjnych (który historycznie był pierwszym systemem algorytmicznym, tzn. ogólnym sposobem przedstawiania algorytmów) lub też język normalnych algorytmów Markowa, system Turinga czy też inne. Wyszczególnione systemy są wygodne raczej do badań teoretycznych, praktyczne korzystanie z nich jest niezmiernie uciążliwe. Z tego względu rozwój języków algorytmicznych postępował w kierunku uogólnienia i nadania bardziej naturalnej formy tym teoretycznym systemom algorytmicznym. Przede wszystkim należało opracować język,

<sup>5</sup> Patrz [16] i [18].

który by zachował podstawową własność EMC (uniwersalność), a poza tym był wygodny w użyciu przez człowieka.

Pierwsze próby zdefiniowania takiego języka były podjęte w 1952 r. przez H. RUTHISHAUSERA (później był on jednym z autorów języka ALGOL).

W ZSRR w 1955 r. A. LAPUNOW zaproponował sposób przedstawiania algorytmów za pomocą operatorów<sup>6</sup>.

Sprawdzeniem efektywności programowania operatorowego był opracowany już w 1954 r. program programujący (ПП-1), który tłumaczył program w postaci sekwencji operatorów na poprawny program w kodzie wewnętrznym maszyny. *Operatorami* w tym programowaniu nazywa się oddzielne etapy, na które dzieli się cały proces obliczeniowy. Zależnie od rodzaju czynności na poszczególnych etapach, operatory dzielą się na arytmetyczne i logiczne.

Fachowcy ze Stanów Zjednoczonych, szczególnie z firmy IBM, akcentują algebraiczne podejście przy opisywaniu algorytmów, w wyniku czego powstał język FORTRAN. W 1956 r. firma IBM (dla produkowanych przez siebie maszyn IBM 704) opracowała translator z tego języka. Korzyści, jakie osiągnięto z opracowanego systemu automatycznego programowania (język FORTRAN i translator), wpłynęły na intensywne poszukiwanie bardziej doskonałych sposobów automatycznego programowania. Chodziło głównie o zdefiniowanie uniwersalnego języka algorytmicznego. Prace w tym kierunku były rozpoczęte w latach 1955–1956 przez organizację ACM w Stanach Zjednoczonych i przez organizację GAMM w Niemczech Zachodnich<sup>7</sup>. Rezultatem był najpierw język ALGOL-58, a później ulepszona jego wersja ALGOL-60. Ten ostatni opracowano głównie do opisu algorytmów zagadnień numerycznych, przy czym algorytmy takie zapisuje się bardzo efektywnie.

Dla obliczenia wartości funkcji (8.2) w języku ALGOL-60 wystarczy napisać tylko jedną instrukcję:

$$y := x + t + z/t$$

Język ALGOL-60 nie posiada jednak możliwości manipulowania wielkościami nienumerycznymi, jak też nie pozwala ich opisywać. Nie zawiera również w sobie aparatu umożliwiającego opis bardziej

<sup>6</sup> Patrz [8] i [10].

<sup>7</sup> Patrz [13].



złożonych zespołów zmiennych niż tablice. Na przykład podstawowej jednostki danych ekonomicznych, jaką jest dokument, w języku ALGOL-60 opisać nie można.

Z powyższego nietrudno zauważyć, że język ALGOL-60 nie jest przystosowany do zapisu algorytmów z dziedziny zagadnień ekonomicznych.

Pierwszym językiem opracowanym specjalnie dla zagadnień ekonomicznych, jest FLOW-MATIC. Język ten opracowano w 1956 r. w firmie Remington-Rand dla maszyn typu UNIVAC. Język FLOW-MATIC w formie swej bardzo przypomina naturalny język angielski, z następującymi ograniczeniami: można używać tylko zdań rozkazujących, rzeczowniki nie mogą zawierać więcej niż 12 liter, można używać tylko tych czasowników, które są zawarte w specjalnym wykazie.

W dziedzinie programowania zagadnień ekonomicznych język FLOW-MATIC odegrał prawie taką samą rolę jak FORTRAN w dziedzinie zagadnień numerycznych, głównie był bodźcem rozwoju bardziej doskonałych języków. Na pierwszym miejscu wymienić tu trzeba język COBOL (Common Business Oriented Language), opracowany w 1959 r. przez wielu specjalistów różnych firm amerykańskich. Język ten kilkakrotnie poprawiano i ulepszano<sup>8</sup> i obecnie najbardziej znaną jego wersją jest język COBOL-61.

Język COBOL opracowano głównie dla potrzeb projektantów systemów elektronicznego przetwarzania danych (SEPD). Zaprojektowane zagadnienie programuje się w tym języku bardzo prosto i narracyjnie, tzn. program w języku COBOL bardzo przypomina tekst zapisany w języku naturalnym (oczywiście angielskim). Rozkaz (8.3) można np. zapisać tak:

ADD X TO Y GIVING Z (8.5)

tzn. „dodaj X do Y i otrzymaj Z”.

Instrukcję tę można również zapisać w postaci formuły matematycznej, poprzedzanej jednak słowem rozkazującym COMPUTE (oblicz), a więc w postaci:

COMPUTE Z = X+Y (8.6)

Język COBOL, jak już wspominaliśmy, przeznaczony jest głównie dla projektantów systemów EPD. Przetwarzanie danych ekonomicz-

<sup>8</sup> Patrz [11] i [15].

nych nie ogranicza się jednak tylko do tych zagadnień. Wiadomo bowiem, że do przetwarzania danych weszły zagadnienia podejmowania optymalnych decyzji, oparte na skomplikowanych metodach matematycznych. Zaprogramowanie takich zagadnień w języku COBOL narzuca poważne trudności. Dlatego też dalszy rozwój języków szedł w kierunku opracowania języka jednakowo przydatnego dla zagadnień numerycznych, administracyjno-ekonomicznych, sterowania procesami technologicznymi itp. Prace takie były równoległe prowadzone na Zachodzie, głównie w USA i przez Międzynarodową Federację Przetwarzania Informacji (IFIP), i w państwach obozu socjalistycznego, głównie w ZSRR.

Specjaliści ze Związku Radzieckiego jako podstawę do opracowywanego przez siebie języka przyjęli powszechnie znany język ALGOL-60. Wzbogacając go w elementy niezbędne do przetwarzania danych ekonomicznych w 1965 r. opracowano język ALGEX (ALGorytmiczny język programowania zagadnień EKonomicznych lub ALGOL EKonomiczny)<sup>9</sup>.

Specjaliści ze Stanów Zjednoczonych, głównie z firmy IBM, postanowili opracować język nie będący rozszerzeniem żadnego z istniejących. Postanowili natomiast skorzystać z doświadczeń zebranych przy eksploatacji języków COBOL, FORTRAN i ALGOL. Pierwszy projekt nowego języka był opublikowany w 1964 r. pod nazwą NPL (New Programming Language). Później język ten był kilkakrotnie korygowany i ulepszany i ostateczna wersja została opublikowana w 1966 r. pod nazwą PL/1 (Programming Language One)<sup>10</sup>.

Od 1963 r. Grupa Robocza o nazwie WG 2.1 Międzynarodowej Federacji Przetwarzania Informacji prowadziła prace nad opracowaniem nowego języka poprzez dalsze rozwijanie i doskonalenie idei zawartych w języku ALGOL-60. Prace te były prowadzone pod roboczym tytułem ALGOL X. Niewiadomą X znaleziono w 1968 r. i nowo opracowany język otrzymał nazwę ALGOL-68. W sierpniu tegoż roku był on przedstawiony na Kongresie IFIP-u w Edynburgu.

## 8.5. TRANSLACJA

Nawet najbardziej doskonały język programowania na nic się nie przyda, jeśli nie będzie opracowany program tłumaczący instrukcje zapisane w tym języku na zrozumiałe dla maszyny rozkazy maszynowe.

<sup>9</sup> Patrz [2].

<sup>10</sup> Patrz [15] i [17].



Program zapisany w języku zewnętrznym nazywa się *programem źródłowym*, a równoważny mu program w kodzie wewnętrznym maszyny nazywa się *programem wynikowym*.

Zadaniem programu tłumaczącego, zwanego programującym, jest więc otrzymanie programu wynikowego na podstawie informacji zawartej w programie źródłowym. Proces tłumaczenia, w znacznym uproszczeniu, można przedstawić w poniższy sposób. Maszyna czyta po kolei każdą instrukcję języka zewnętrznego, następnie analizuje ją i przekształca w jeden, a przeważnie kilka lub kilkanaście rozkazów maszynowych. Utworzone rozkazy mogą być od razu wykonane lub też zapamiętywane w pamięci maszyny. W tym ostatnim przypadku przy końcu tłumaczenia otrzymuje się kompletny program, który następnie może być wyprowadzony na zewnątrz maszyny lub też wykonany przez maszynę.

Jeżeli w wyniku tłumaczenia otrzymujemy kompletny program, to program programujący (tłumaczący) nazywa się *kompilatorem*<sup>11</sup>. Natomiast jeżeli proces tłumaczenia przeplata się z procesem wykonania, tzn. po przetłumaczeniu jakiejś instrukcji programu źródłowego od razu następuje jej wykonanie, to program tłumaczący nazywa się *interpretatorem*, gdyż jakoby interpretuje on każdą instrukcję programu źródłowego i od razu ją wykonuje<sup>12</sup>.

Pierwsze próby automatycznego tłumaczenia datują się od 1952 r. Podjął je w Niemczech Zachodnich R u t h i s h a u s e r. Zaproponowana przez niego metoda translacji była bardzo prosta i dotyczyła wyłącznie tłumaczenia wyrażeń arytmetycznych. Jednakże dała ona początek intensywnym poszukiwaniom bardziej doskonałych metod. Wynikiem tych prac były działające już w 1958 r. translatory z języka ALGOL dla maszyn ERMETH, PERM i ZUSE Z22, a także translator z operatorowego języka L a p u n o w a dla maszyny BESM. Pomyślne wyniki, jakie uzyskano z eksploatacji tych prostych systemów automatycznego programowania, wpłynęły na dalsze doskonalenie zarówno samych języków, jak i sposobów translacji.

Prawie wszystkie istniejące i opracowywane translatory wykorzystują język pośredni, w którym zapisuje się wyniki ważniejszych etapów tłumaczenia, a następnie dokonuje się tłumaczenia tego języka pośredniego na program wynikowy.

<sup>11</sup> Patrz [15].

<sup>12</sup> Patrz [16].

Większość istniejących w chwili obecnej translatorów oparta jest na zasadzie tzw. pamięci magazynowej (stack). Znaczy to, że w takiej lub innej formie jako język pośredni wykorzystywany jest beznawiasowy język J. Łukasiewicza, przeważnie jego dualna forma, znana pod nazwą Reverse Polish Notation.

Dla przykładu rozpatrzmy następujące wyrażenie matematyczne:

$$4 \cdot (2 + 8/3) - 9$$

Ażeby obliczyć wartość tego wyrażenia, należy w pierwszej kolejności odszukać to działanie, które może być wykonane, gdyż przy takim zapisie formuł arytmetycznych działania nie zawsze mogą być wykonywane w takiej kolejności, w jakiej występują w danym wyrażeniu. W danym przypadku najpierw należy wykonać dzielenie, potem dodawanie i dopiero na trzecim miejscu operację mnożenia, która w wyrażeniu występuje jako pierwsza. Przedstawienie wyrażenia arytmetycznego w beznawiasowej formie pozwala wykonywać operacje w takiej kolejności, w jakiej one występują w wyrażeniu.

Przytoczone wyrażenie w postaci dualnej Łukasiewicza będzie wyglądało następująco:

$$4283/+ \cdot 9-$$

Różne translatory wykorzystywały język pośredni w różnej formie. Nie jest to jednak wygodne chociażby z tego względu, że utrudnia standaryzację i unifikację sposobów translacji. Dlatego powstał problem opracowania jednego uniwersalnego języka pośredniego, na który należałoby tłumaczyć wszystkie języki zewnętrzne i dopiero później język pośredni tłumaczyć na język konkretnych maszyn. Konieczność opracowania takiego języka uzasadnia poniższy przykład.

Załóżmy, że posiadamy  $K$  różnych maszyn cyfrowych i  $L$  — różnych języków. W ogólnym przypadku należałoby opracować  $M = K \times L$  translatorów z każdego języka na każdą maszynę. Jeżeli mamy opracowany standardowy język pośredni, wówczas należałoby opracować tylko  $L$  translatorów z różnych języków na język pośredni i  $K$  translatorów z języka pośredniego na każdą maszynę, a więc w sumie musieliśmybyśmy opracować  $N = K + L$  translatorów. Przy dużych  $K$  i  $L$  relacja  $M > N$  jest bardzo wyraźna.

Na Zachodzie dla tych celów opracowano język UNCOL (Universal Computer Oriented Language), który jest językiem symbolicznym (Assembly Language) dla uogólnionej maszyny jednoadresowej. Poza



tym opracowano szereg podobnych języków uogólniających język maszyny tryadresowej.

Opracowanie uniwersalnego języka pośredniego jest sprawą trudną, gdyż język ten musi być maszyno-orientowanym, a uwzględniając stały rozwój maszyny powinien uwzględniać również nie tylko cechy charakterystyczne istniejących maszyn, ale też ich tendencje rozwojowe. Poza tym język taki powinien uwzględnić metody translacji. Udaną próbą zdefiniowania języka pośredniego był opracowany w 1965 r. (w ZSRR) język ALMO (Algorytmiczny język maszyno-orientowany). W Polsce dla podobnych celów opracowano język EOL.

Należy pamiętać, że programy wynikowe ułożone przez samą maszynę za pomocą programu programującego są z reguły mniej efektywne od programów napisanych przez wykwalifikowanych i rutynowanych programistów. Programy ułożone automatycznie wymagają większych obszarów w pamięci maszyny, a poza tym realizowane są nieco dłużej (przeciętnie 1,5-2 razy).

Przy dużych szybkościach, jakimi charakteryzują się współczesne maszyny cyfrowe, wymienione niedostatki programowania automatycznego nie mają większego znaczenia w porównaniu z korzyściami ekonomicznymi, jakie osiągane są przy takim programowaniu. O korzyściach tych może świadczyć następujący przykład.

Dzięki zastosowaniu języka FACT w firmie Honeywell Electronic Data Processing ośmiu programistów w ciągu 11 miesięcy wykonało programy zawierające łącznie 1 mln rozkazów maszyn HONEYWELL 800, przy czym koszt wynosił 10 centów/rozkaz. Obniżka kosztów jest aż 100-krotna, gdyż jak wykazało wiele analiz, koszt dużych programów pisanych z użyciem języków adresów symbolicznych wynosi około 10 dol./rozkaz<sup>13</sup>.

## 8.6. OPROGRAMOWANIE MASZYN CYFROWYCH

Prawie jednocześnie z pojawieniem się programowania powstała myśl gromadzenia wyników w celu korzystania z nich przy układaniu nowych programów. W kompletnych programach rozwiązania jakiegoś zagadnienia spotyka się pewne typowe, jednakowe części programu. Części te mogą być przygotowane jeden raz i przechowywane w pamięci maszyny, a następnie wykorzystywane jako części składowe w zupełnie

<sup>13</sup> Patrz [1].

innych programach. Części te, zwane *podprogramami*, przechowywane są w tzw. bibliotece podprogramów, skąd można je brać i wstawiać do głównych programów.

Opracowano szereg sposobów korzystania z biblioteki podprogramów, tzn. metod wyszukiwania potrzebnego podprogramu i wstawiania go do programu głównego. Aby takie wstawianie gotowych części było możliwe, musimy posiadać niezbędne informacje o danym podprogramie. Informacje te powinny być jednakowe (tzn. muszą posiadać jednakową formę, gdy treść może być różna) dla wszystkich podprogramów wchodzących w skład biblioteki.

Jednym z warunków, które powinien spełnić program, jest jednakowy sposób sterowania nim, tzn. włączenie do programu głównego. Jeżeli podprogramy spełniają określony zbiór warunków, to nazywają się *standardowymi*. Przykładami takich standardowych podprogramów są podprogramy obliczania pierwiastków kwadratowych, wartości funkcji trygonometrycznych, obliczania części całkowitej lub ułamkowej określonych liczb i inne.

Podprogramy często też wykorzystywane są przy różnych obliczeniach numerycznych i właśnie to wpłynęło na standaryzację sposobu ich wykorzystywania.

Przy obliczeniach ekonomicznych również spotyka się pewne zadania typowe dla większości zagadnień. Dlatego opracowano dla nich standardowe programy i włączono je do biblioteki podprogramów.

Przy układaniu dużych programów kompleksowych zagadnień ekonomicznych wykorzystywane są również typowe podprogramy już wcześniej przygotowane. Do takich typowych podprogramów typu ekonomicznego można zaliczyć:

- podprogramy obliczenia średniej arytmetycznej,
- podprogramy obliczenia współczynników korelacji,
- podprogramy wyznaczenia ścieżki krytycznej w sieci PERT,
- programy sortowania danych,
- programy zagadnień programowania liniowego itp.

Jeżeli maszyna cyfrowa posiada bogatą bibliotekę podprogramów, to dowolny program rozwiązania jakiegoś zadania może być zbudowany z odpowiednich podprogramów bibliotecznych.

Proces układania programów za pomocą takich „cegiełek” jest czynnością zupełnie mechaniczną, należy tylko wiedzieć, które podprogramy będą wykorzystywane i w jaki sposób należy je połączyć, aby otrzymać kompletny program rozwiązania wybranego zagadnienia.



Jeżeli przełożymy maszynie pewne reguły układania programu, to ona zupełnie automatycznie, bez ingerencji człowieka, ułoży poprawny program, który może następnie wykonać. Programowanie takie jest bardzo wygodne, gdyż nie trzeba troszczyć się o wybór odpowiedniej metody rozwiązania zagadnienia, wystarczy tylko dokładnie opisać samo zadanie.

Jak widać z powyższego, każda maszyna cyfrowa oprócz swych parametrów technicznych (hardware) charakteryzuje się też stopniem *oprogramowania* (software). Oprogramowanie to jak gdyby „inteligencja” maszyny cyfrowej. Dlatego też każdy producent wyposaża produkowaną przez siebie maszynę w odpowiednio bogatą bibliotekę podprogramów, gdyż od tego w dużym stopniu zależy użyteczność maszyny cyfrowej. Biblioteka podprogramów, a także gotowych programów, stanowiąca „software” maszyny, przygotowana przez producenta, może, a nawet powinna być uzupełniona i rozszerzona przez użytkownika maszyny.

Jednym z ważniejszych programów przygotowanych przez producenta maszyny jest program programujący. Jeżeli maszyna nie jest wyposażona w taki program, to na nic się nie zdają języki programowania; użytkownik skazany będzie na programowanie swych zagadnień w kodzie wewnętrznym maszyny.

Oprócz tego programu w skład oprogramowania maszyny, przygotowanego przez producenta, wchodzi takie programy, jak: system operacyjny, system kontrolny dla maszyny, programy obsługujące wejścia i wyjścia, standardowe programy i podprogramy obliczeń numerycznych, np. programy rozwiązania układów równań liniowych czy też różniczkowych itp., standardowe programy i podprogramy dla obliczeń ekonomicznych, system obsługi biblioteki programów użytkowych, system ewidencji pracy maszyny cyfrowej, system testów kontrolnych i inne.

W zależności od dziedziny, w której wykorzystywana jest maszyna cyfrowa, użytkownik uzupełnia to oprogramowanie swymi specyficznymi programami i podprogramami.

## 8.7. DOKUMENTACJA PROGRAMÓW

Przy elektronicznym przetwarzaniu danych w przedsiębiorstwie przemysłowym lub innej instytucji wykorzystuje się elektroniczną maszynę cyfrową. Jest ona sercem całego systemu EPD, a więc pomyślnego funkcjonowanie zależy od prawidłowej pracy maszyny. Maszyna

cyfrowa, jak wiadomo, jest automatem sterowanym programami. Prawdliwość jej pracy zależy od prawidłowości programów. Dlatego też przy projektowaniu systemu EPD należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zaprogramowanie wszystkich zagadnień, które będą rozwiązywane za pomocą maszyny cyfrowej.

Nawet najbardziej bogata biblioteka podprogramów nie wyczerpuje wszystkich zagadnień, jakie można rozwiązać maszyną. Dlatego też przy wykorzystaniu maszyny w systemie przetwarzania danych użytkownik powinien ułożyć mnóstwo własnych programów, do układania których powołani są programiści.

Wszystkie dane potrzebne programiście do ułożenia programu powinny znajdować się w projekcie techniczno-technologicznym określonej jednostki przetwarzania<sup>14</sup>. W projekcie tym m.in. powinny się więc znajdować takie dane, jak plan operacyjny przetwarzania, wzory danych i wyników oraz metoda obliczeń. Dane te umieszcza się na tzw. formularzu założeń do programu, którego najważniejszą częścią jest funkcja programu, tzn. opis zadania, które powinien wykonać dany program, oraz metoda obliczeń.

Metodę obliczeń można przedstawić w bardzo różny sposób. Jeżeli zadanie jest proste, zupełnie wystarcza słowne opisanie metody, natomiast przy bardziej skomplikowanych zagadnieniach powinien być podany schemat blokowy. Należy pamiętać o tym, aby metoda obliczeń formułowana była najogólniej (zostawiamy wtedy większą swobodę programiście). Często wystarcza dokładnie opisać zadanie, podać żądane wyniki, sformułować ograniczenia, dokładność obliczeń, a sposób rozwiązania zostawić programiście.

W przypadku gdy wykorzystywana maszyna w projektowanym systemie EPD wyposażona jest w translator języka COBOL, pracę programisty można prawie całkowicie wyeliminować. Projektant systemu, przy niewielkim dodatkowym wysiłku, może w zupełnie prosty sposób przedstawić zadanie w postaci poprawnego programu w języku COBOL.

Zadaniem analityka-projektanta oprócz sformułowania zagadnienia jest też ułożenie zestawu danych próbnych, które są niezbędnym elementem należytego sprawdzenia poprawności ułożonego programu. Zestaw danych próbnych powinien być tak ułożony, aby w miarę możliwości wyczerpywał wszystkie typowe i specjalne przypadki przetwarzania.

---

<sup>14</sup> Patrz [3].



Opracowywane programy (w celu zabezpieczenia poprawnej ich eksploatacji na maszynie cyfrowej) powinny być opatrzone szczegółową dokumentacją, na którą składają się między innymi następujące elementy<sup>15</sup>:

- 1) nr ewidencyjny i nazwa programu,
- 2) nazwisko i imię osoby, która opracowała program,
- 3) data uruchomienia programu,
- 4) określenie funkcji programu,
- 5) schemat przetwarzania na EMC, obejmujący schemat połączenia urządzeń wejścia, wyjścia i pamięci pomocniczej oraz schemat podania programu i danych,
- 6) średni czas pracy zestawu EMC,
- 7) adresy rozkazów inicjujących program,
- 8) kolejne czynności przy uruchamianiu oraz wykaz złączonych kluczy pulpitu sterowniczego EMC w kolejności ich użycia wraz z oznaczeniem ich funkcji,
- 9) sposób przekazywania danych i wyników oraz okres ich przechowywania,
- 10) opis postępowania dla wykrycia błędów,
- 11) bieżące adnotacje o przebiegu eksploatacji programu,
- 12) syntetyczny opis problemu,
- 13) opis formy danych i wyników,
- 14) metoda obliczeń (schemat blokowy),
- 15) opis rozmieszczenia programu w pamięci maszyny,
- 16) wykaz dokonanych zmian i poprawek w programie.

### 8.8. UWAGI KOŃCOWE

Na zakończenie rozpatrzmy wszystkie czynności (w ich technologicznej kolejności), jakie należy wykonać, aby rozwiązać określone zadanie za pomocą maszyny cyfrowej. Oprócz ogólnego omówienia tych czynności będą one zilustrowane prostym przykładem obliczenia wariancji na maszynie cyfrowej Odra 1003.

Wymienimy teraz poszczególne etapy maszynowego rozwiązania zadania.

1. *Sformułowanie zadania.* Przewidziane do rozwiązania w maszynie cyfrowej zadanie może być sformułowane w dowolny sposób, np. przy użyciu naturalnego języka, którym codziennie się posługujemy.

<sup>15</sup> Patrz [3].

Należy tylko pamiętać, aby sformułowanie było pełne i jasne, tzn. musi być jednoznacznie określony cel zadania, wszystkie potrzebne dane wyjściowe, wymagana dokładność obliczeń itp. Sformułujmy dla przykładu następujące zadanie: Zbadano grupę 20 osób ze względu na wagę (w kg). Otrzymane wyniki przedstawiono w postaci następującego szeregu szczegółowego:

65,50; 70,00; 68,68; 60,00; 70,00; 67,60; 71,10; 60,00; 62,20;  
71,10; 69,60; 73,50; 67,20; 69,25; 75,50; 74,50; 60,60; 75,40.

Należy obliczyć zmienność wagi u tych osobników. Jako miarę zmienności przyjmujemy wariancję badanej cechy.

2. *Opracowanie algorytmu.* Aby można było rozwiązać jakiegokolwiek zadanie na maszynie cyfrowej, należy opracować maszynowy algorytm jego rozwiązania, tzn. zadanie musi być zarytmetyzowane lub, inaczej, opracowane numerycznie. Arytmetyzowanie zadań, szczególnie z dziedziny administracyjno-ekonomicznej, przedstawia nieraz poważne trudności. Bardzo często należy nawet opracować zupełnie nowe algorytmy przetwarzania. Natomiast przy zadaniach z dziedziny naukowo-technicznej w większości przypadków są już od dawna opracowane algorytmy numeryczne w postaci określonych formuł matematycznych. Dla obliczenia wariancji w naszym przykładzie skorzystać możemy z następującego wzoru:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (8.7)$$

gdzie:

$V$  — szukana wariancja,

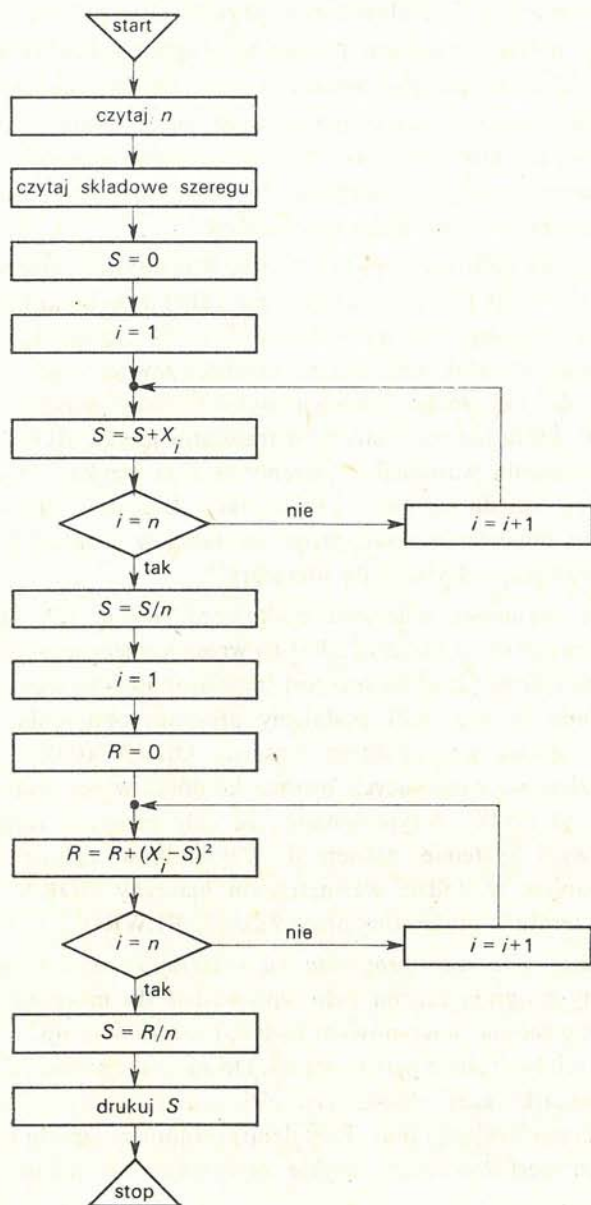
$x_i$  — kolejne elementy szeregu szczegółowego,

$\bar{x}$  — średnia arytmetyczna danego szeregu,

$n$  — ilość elementów szeregu.

3. *Programowanie.* Proces programowania składa się z dwóch zasadniczych etapów: ułożenia schematu blokowego oraz ułożenia samego programu dla konkretnej maszyny cyfrowej. Schematy blokowe, jak już było pokazane w podrozdziale 8.2, służą do graficznego przedstawienia zasadniczych czynności algorytmu. Schemat blokowy umożliwia szybkie zorientowanie się w strukturze algorytmu, a poza tym w dużej mierze ułatwia kodowanie problemu, tzn. przedstawianie go w takiej postaci, aby można było wprowadzić do maszyny cyfrowej. Schemat blokowy sformułowanego w pierwszym punkcie zadania przedstawiono na rys. 8.19.





Rys. 8.19. Schemat blokowy obliczania wariancji

Zauważmy w tym miejscu, że doświadczony programista nie potrzebuje rysować tak dokładnego schematu blokowego, jaki pokazano na rys. 8.19; potrafi on zapisać poprawny program tylko na podstawie wzoru (8.7). Sprawa programowania o wiele bardziej komplikuje się, gdy mamy do czynienia z trudniejszymi zagadnieniami aniżeli obliczanie wariancji. Szczególnie wówczas, gdy w rachubę wchodzi mnóstwo wzorów matematycznych, schematy blokowe są nieodzownym narzędziem nawet doświadczonego programisty.

Jeżeli maszyna cyfrowa wyposażona jest w translator jakiegoś języka zewnętrznego, wówczas po narysowaniu schematu blokowego przystępujemy do dalszego etapu, a mianowicie do zapisania wszystkich czynności schematu blokowego w danym języku zewnętrznym. W naszym przykładzie do obliczenia wariancji wykorzystamy maszynę cyfrową ODRA 1003, która jest wyposażona w translator języka MOST i dlatego program obliczenia wariancji zapiszemy w tym języku. Program ten podano niżej. Składa się on z 23 instrukcji (łącznie z deklaracjami). Pomijamy tu omawianie zasad programowania w autokodzie MOST, a zainteresowanych odsyłamy do literatury<sup>16</sup>.

Wszystkie czynności schematu blokowego można też zakodować w języku wewnętrznym maszyny. Jest to wręcz konieczne w przypadku, gdy maszyna cyfrowa pozbawiona jest translatora języka wewnętrznego. Dla przykładu na rys. 8.21 podajemy program obliczenia wariancji zapisany w języku wewnętrznym maszyny ODRA 1003. Składa się on z 23 rozkazów, zajmujących osobne komórki w pamięci maszyny, poczynając od 02000. Przypominamy, że cały program zapisany jest w ósemkowym systemie numeracji. Czytelników zainteresowanych programowaniem w kodzie wewnętrznym maszyny ODRA 1003 odsyłamy do literatury wydawanej przez Zakłady ELWRO<sup>17</sup>.

4. *Zapisanie ułożonego programu na maszynowy nośnik informacji.* Aby ułożony program można było wprowadzić do maszyny cyfrowej, należy go zapisać na maszynowym nośniku informacji, np. na kartach perforowanych lub taśmie perforowanej. Do zapisu tego służą dziurkarki taśmy, dziurkarki kart, dalekopisy, elektryczne maszyny do pisania z przystawką perforującą i inne. Przy dziurkowaniu programu na kartach lub taśmach perforowanych zwykle otrzymuje się dodatkowo jego

<sup>16</sup> Patrz [12] i [14].

<sup>17</sup> Patrz [7].



```

INTEGER NI
REAL X500PR
LABEL 1
BEGIN
1 : READ N
V = 0
R = 0
FOR I = 1 STEP 1 UNTIL N
READ XI
V = V + XI
END I
P = STAND N
V = V/P
FOR I = 1 STEP 1 UNTIL N
X = XI - V
X = X * X
R = R + X
END I
V = R/P
PRINT R V = R
PRINT V, 6.3
STOP
START 1

```

Rys. 8.20. Program obliczania wariancji zapisany w języku MOST

tabulogram. Na rys. 8.20 i 8.21 zamieszczono właśnie takie tabulogramy, które uzyskano przy dziurkowaniu programu na dalekopisie Lorentz.

5. *Tłumaczenie programu zapisanego w języku zewnętrznym na kod wewnętrzny EMC.* Jeżeli program był zapisany w określonym języku zewnętrznym, to należy go przetłumaczyć na program wynikowy, który potrafi wykonać maszyna cyfrowa. W tym celu do pamięci maszyny należy wprowadzić program programujący (translator), następnie program źródłowy i odpowiednio uruchomić maszynę do automatycznego tłumaczenia. Przetłumaczony program (program wynikowy) może być zapisany wewnątrz maszyny albo też wyprowadzony na zewnątrz.

6. *Uruchomienie programów.* Nawet najlepszy programista przy układaniu programów, szczególnie dla bardziej skomplikowanych zagadnień,

: 401 02000:  
: 746 01151 +00  
: 016 00021 +00  
: 402 00000 +10  
: 402 00000 +20  
: 746 01172 +00  
: 237 20202 +00  
: 177 00000 +00  
: 237 20200 +00  
: 237 20201 +00  
: 546 +20016 110  
: 746 01172 +00  
: 237 20500 +11  
: 337 20200 +00  
: 237 20200 20011 00  
: 137 20200 +00  
: 737 20202 +00  
: 237 20200 +00  
: 546 +20020 20  
: 137 20500 +21  
: 437 20200 +00  
: 237 20203 +00  
: 637 20203 +00  
: 337 20201 +00  
: 237 20201 20021 00  
: 737 20202 +00  
: 746 01010 +00  
: 726 00000 +00  
: 726 00000:

Rys. 8.21. Program obliczania wariancji zapisany w kodzie wewnętrznym maszyny cyfrowej ODRA 1003

zawsze popełnia pewne błędy. Przed przystąpieniem do wykonania programu powinny one być usunięte. Najczęściej poprawność ułożonego programu sprawdza się za pomocą sztucznych, uproszczonych danych. Uruchomienie programu jest czynnością bardzo trudną i pracochłonną. Ogólnie ocenia się, że stosunek czasu potrzebnego na ułożenie programu do czasu potrzebnego na jego uruchomienie przy skomplikowanych zagadnieniach wynosi 1:4, tzn. 80% całego czasu zużywa się na urucho-



mienie programów. Stosowanie efektywnych języków zewnętrznych w poważnym stopniu zmniejsza ten czas.

7. *Wykonanie programu.* Po uruchomieniu programu należy wprowadzić do maszyny dane wejściowe. W tym celu dane te, podobnie jak i sam program, zapisuje się w odpowiedniej formie na maszynowym nośniku informacji. Tabulogram danych wyjściowych, przygotowanych na dalekopisie Lorentz dla naszego przykładu obliczenia wariancji, pokazano na rys. 8.22. Po wprowadzeniu danych do maszyny i odpowiednim jej uruchomieniu EMC zupełnie automatycznie, bez ingerencji człowieka, zaczyna wykonywać po kolei określone instrukcje programu, aż do wyprowadzenia wyników.

20										
65.50	70.00	68.68	60.00	70.00	69.50	70.00	67.60	71.10	60.00	
62.20	71.10	69.60	73.50	67.20	69.25	75.50	74.50	60.60	75.40	

Rys. 8.22. Tabulogram danych wejściowych dla obliczenia wariancji

8. *Opracowanie otrzymanych wyników.* Ostatnim etapem maszynowego rozwiązywania zadań jest odpowiednie opracowanie otrzymanych wyników obliczeń, np. redagowanie, nadanie odpowiedniej formy, zaopatrzenie w legendę itp. Wiele z tych czynności może wykonać maszyna cyfrowa, jednak nie zawsze opłaca się obciążać maszynę takimi czynnościami, które równie dobrze mogą być wykonane przez człowieka. Tabulogram wyniku otrzymanego rozwiązania przedstawiono na rys. 8.23.

$v = 21.935$
--------------

Rys. 8.23. Tabulogram wyniku

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Dańda J.: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 3.
- [2] *Formalnoje opisanije algorytmiczeskogo jazyka ALGEX-U*, Moskwa 1966.
- [3] Gackowski Z.: *Metodyka projektowania systemu elektrycznego przetwarzania danych*, Materiały szkoleniowe CODKK, Warszawa 1966.
- [4] Głuszkow W.: *Wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1967.
- [5] Guntsch F. R.: *Einführung in die Programmierung Digitaler Rechenautomaten*, Berlin 1963.

- [6] Greniewski M.: *Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych*, Warszawa 1967.
- [7] *Instrukcje programowania. Biblioteka podprogramów 03-V-1*, ELWRO 1964.
- [8] Kitow A., Krynicki N.: *Elektroniczne maszyny cyfrowe oraz programowanie*, Warszawa 1963.
- [9] Klepacz W.: *Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania*, Warszawa 1965.
- [10] Krynickij N., Mironow G., Frołow G.: *Programirowanije*, Moskwa 1966.
- [11] Mc Cracken D.D.: *A Guide to COBOL Programming*, Nowy Jork-Londyn-Sydney 1964.
- [12] *O maszynach cyfrowych*, praca zbiorowa pod redakcją Z. Hellwiga, Warszawa 1970.
- [13] Paszkowski S.: *Język ALGOL-60*, Warszawa 1965.
- [14] *Programowanie w autokodzie MOST 1. Biblioteka podprogramów 03-VI-1*, ELWRO 1964.
- [15] *Sowremiennoje programmirowanije*, Moskwa 1967.
- [16] *Systems Analysis and Design*, wyd. firmowe ICT.
- [17] Turcki W.: *Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych*, Warszawa 1958.
- [18] *Was bedeutet eigentlich*, „Rechentechnik-Datenverarbeitung” 1967, nr 7.



## CZĘŚĆ II

# ZASTOSOWANIA

---

### 9. PROGRAMOWANIE LINIOWE

#### 9.1. SFORMUŁOWANIE ZAGADNIENIA

Jedną z podstawowych metod służących do rozwiązywania wielu zagadnień ekonomicznych i techniczno-ekonomicznych jest teoria programowania liniowego.

*Teoria programowania liniowego* zajmuje się problemem wyboru, spośród wielu możliwych rozwiązań danego zagadnienia, takiego rozwiązania, które jest najlepsze z jakiegoś określonego punktu widzenia. Innymi słowy chodzi o to, aby z wielu możliwych decyzji wybrać decyzję najbardziej optymalną. W tym celu musimy ustalić kryterium, ze względu na które jedne decyzje będziemy uważać za lepsze, a inne za gorsze.

*Kryterium optymalności* sformułowane w języku matematycznym musi być funkcją liniową (wszystkie niewiadome występują w pierwszej potęgze).

Funkcję tę nazywamy *funkcją celu* albo *funkcją kryterium*.

W zależności od sformułowanego kryterium optymalności, czasem najlepszym rozwiązaniem zadania jest to, dla którego funkcja kryterium osiąga wartość największą, a czasem to rozwiązanie, dla którego funkcja celu przyjmuje wartość najmniejszą. Może się jednak zdarzyć, że istnieje więcej niż jedno rozwiązanie, dla którego funkcja celu przyjmuje wartość największą lub najmniejszą. Powstaje wówczas pytanie, które z tych rozwiązań uważać za optymalne. Aby dokonać właściwego wyboru, tzn. aby podjąć właściwą decyzję, musimy wziąć pod uwagę to rozwiązanie, które spełnia jeszcze dodatkowo pewne *warunki ograniczające*, podane w formie równań lub nierówności liniowych, oraz *warunki brzegowe*, zazwyczaj w postaci nierówności  $x_i \geq 0$  ( $i = 1, \dots, n$ ), gdzie  $x_i$  są to rozwiązania danego zagadnienia.

Układ warunków ograniczających nie może być sprzeczny, tzn. musi się znaleźć takie rozwiązanie, które spełnia wszystkie warunki jednocześnie. Ponadto liczba szukanych zmiennych musi być większa niż liczba warunków ograniczających, gdyż tylko wtedy zagadnienie posiada więcej niż jedno rozwiązanie i jest sens mówić o wyborze rozwiązania optymalnego.

Rozwiązania spełniające układ warunków ograniczających i brzegowych nazywamy *rozwiązaniami dopuszczalnymi* danego zagadnienia.

Krótko mówiąc, rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego polega na tym, że ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych wybieramy rozwiązanie optymalne.

## 9.2. MATEMATYCZNY MODEL PROGRAMOWANIA LINIOWEGO

Modelem programowania liniowego w postaci standardowej nazywamy zadanie:

Znaleźć

$$x_1 \geq 0; \quad x_2 \geq 0; \quad x_3 \geq 0; \quad \dots; \quad x_n \geq 0 \quad (9.1)$$

i max  $z$  (albo min  $z$ ), gdzie

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (9.2)$$

przy założeniu, że

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned} \quad (9.3)$$

Układ warunków (9.1) nazywamy warunkami brzegowymi, funkcję opisaną wzorem (9.2) nazywamy funkcją kryterium, natomiast układ warunków (9.3) nazywamy warunkami ograniczającymi.

Często model programowania liniowego przedstawiony jest w innej postaci niż podana wyżej. Różnica polega na tym, że warunki ograniczające przedstawione są w postaci nierówności. Jednakże tak sformułowany model można sprowadzić do postaci standardowej przez dodanie nowych, nieujemnych zmiennych.

Rozwiązanie dopuszczalne, dla którego funkcja kryterium osiąga wartość największą (albo najmniejszą), nazywamy *rozwiązaniem optymalnym*.



### 9.3. ZASTOSOWANIA PROGRAMOWANIA LINIOWEGO

#### 9.3.1. Model mieszanki

Zanim sformułujemy matematyczny model tego zagadnienia, rozwiążemy proste zadanie.

Zakład cukierniczy produkuje dwa rodzaje ciastek, oznaczymy je przez  $C_1$  i  $C_2$ . Do produkcji tej używa się pewnych surowców, jak np. mąki, cukru, tłuszczu itd. Załóżmy, że dwa surowce stanowią istotne ograniczenie, tzn. że zakład otrzymuje je w ściśle ustalonej ilości. Surowce te nazwiemy  $P_1$  i  $P_2$  i dla przykładu ustalmy, że w ciągu miesiąca zakład nie może otrzymać więcej niż 10 jednostek surowca  $P_1$  i 15 jednostek surowca  $P_2$ . Przypuśćmy, że zużycie surowca  $P_1$  na jednostkę produktu  $C_1$  równe jest 0,01 jednostki, a na jednostkę produktu  $C_2$  — 0,02 jednostki. Podobnie zużycie  $P_2$  na jednostkę  $C_1$  równe jest 0,02, a na jednostkę produktu  $C_2$  — 0,015 jednostki. Znany jest jednostkowy zysk na produkcie  $C_1$  i  $C_2$ ; wynosi on odpowiednio 1 i 1,5 zł. Pytamy, jak ustalić rozmiary produkcji  $C_1$  i  $C_2$  tak, żeby osiągnąć jak największy zysk.

Rozmiary produkcji  $C_1$  i  $C_2$  oznaczymy odpowiednio przez  $x_1$  i  $x_2$ , i one właśnie będą szukanymi rozwiązaniami naszego zadania.

Formalnie zadanie nasze polega na znalezieniu takich  $x_1$  i  $x_2$ , dla których funkcja określona w następujący sposób:  $z = x_1 + 1,5x_2$ , przyjmie wartość największą. Dobierając jednak  $x_1$  i  $x_2$  musimy pamiętać o ograniczeniach, które sprowadzają się do tego, żeby rozmiary produkcji były tak ustalone, aby łączne nakłady surowca  $P_1$  nie przekroczyły jego zasobu, tj.

$$0,01x_1 + 0,02x_2 \leq 10$$

Analogiczne ograniczenie dotyczy ilości zużycia surowca  $P_2$ :

$$0,02x_1 + 0,015x_2 \leq 15$$

Ze względu na sens nadany oznaczeniom  $x_1$  i  $x_2$  muszą one spełniać następujące nierówności:

$$x_1 \geq 0 \quad \text{i} \quad x_2 \geq 0$$

gdyż produkcja nie może być wyrażona liczbą ujemną.

W rezultacie zadanie to sprowadza się do rozwiązania następującego modelu programowania liniowego:

Znaleźć takie

$$x_1 \geq 0 \quad \text{i} \quad x_2 \geq 0 \quad (9.4)$$

które maksymizują funkcję

$$z = x_1 + 1,5x_2 \quad (9.5)$$

przy następujących warunkach ograniczających

$$\begin{aligned} 0,01x_1 + 0,02x_2 &\leq 10 \\ 0,02x_1 + 0,015x_2 &\leq 15 \end{aligned} \quad (9.6)$$

Korzystając z powyższego zadania, można bez trudności podać sformułowanie modelu mieszanki w przypadku ogólnym, tzn. wtedy gdy zakład produkuje  $n$  towarów i ma do dyspozycji  $m$  surowców.

Wprowadzimy pewne oznaczenia, które będą stosowane przy formułowaniu naszego modelu:

- $n$  — ilość wyrobów,
- $m$  — ilość surowców,
- $a_{ij}$  — ilość jednostek  $j$ -tego surowca potrzebnego do produkcji jednostki  $i$ -tego wyrobu ( $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$ ),
- $c_i$  — jednostkowy zysk wynikający z produkcji  $i$ -tego wyrobu,
- $b_j$  — łączna ilość  $j$ -tego ( $j = 1, \dots, m$ ) surowca,
- $x_i$  — rozmiary produkcji  $i$ -tego ( $i = 1, \dots, n$ ) wyrobu.

W wyżej przyjętych oznaczeniach model mieszanki ma następującą postać:

Znaleźć:

$$x_1 \geq 0; \quad x_2 \geq 0; \quad \dots; \quad x_n \geq 0 \quad (9.7)$$

dla których funkcja celu określona następująco:

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (9.8)$$

osiąga wartość największą i które spełniają następujące ograniczenia:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (9.9)$$

Zmienne  $x_1, \dots, x_n$  nazywamy zmiennymi decyzyjnymi. Jeżeli  $x_1, \dots, x_n$  spełniają warunki (9.7), (9.8) i (9.9), wówczas nazywamy je rozwiązaniem optymalnym zagadnienia.



Porównując sformułowany przez nas model mieszanki z ogólnym modelem programowania liniowego, przedstawionym w podrozdziale 9.2, widzimy istotną różnicę w sformułowaniu warunków ograniczających.

Najbardziej znaną i najszerzej stosowaną metodą rozwiązywania modeli programowania liniowego jest metoda simpleks. Jednakże aby można było stosować tę metodę, model musi być przedstawiony w postaci standardowej. Czyli, chcąc rozwiązać model mieszanki za pomocą metody simpleks, musimy układ nierówności ograniczających sprowadzić do równości. Zastanówmy się, czy jest to możliwe.

Przy formułowaniu zadania zakładaliśmy, że rozporządzamy ściśle określoną ilością surowców. Tak więc musimy dobrać rozmiary produkcji, aby ta ściśle ustalona ilość surowców wystarczyła nam. Otóż może się okazać, że łączna ilość surowca pierwszego, użytego w procesie produkcyjnym, jest mniejsza niż jego zasób stojący do naszej dyspozycji. Jeżeli przez  $x_{n+1}$  oznaczamy nie zużytą w procesie produkcyjnym ilość surowca pierwszego, to pierwszy z warunków ograniczających (9.9) można zapisać następująco:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$$

Podobne rozumowanie możemy przeprowadzić dla pozostałych surowców; otrzymamy w ten sposób następujący układ warunków ograniczających:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + &+ x_{n+2} = b_2 \\ \vdots & \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + &+ x_{n+m} = b_m \end{aligned} \quad (9.10)$$

Ze względu na to, że  $x_{n+1}, \dots, x_{n+m}$  są to ilości surowców, więc nie mogą być ujemne. Stąd musimy dodatkowo założyć, że:

$$x_{n+1} \geq 0; \quad x_{n+2} \geq 0; \quad \dots; \quad x_{n+m} \geq 0$$

Jeżeli teraz warunki ograniczające modelu mieszanki zastąpimy przez warunki (9.10), to tak otrzymany model jest modelem standardowym i możemy go bez kłopotu rozwiązać za pomocą metody simpleks.

Podamy dwa proste przykłady zastosowania modelu mieszanki.

*Przykład 1<sup>1</sup>.* Pewien zakład produkuje trzy produkty *A, B, C*. Plan produkcji podaje minimalne rozmiary produkcji każdego z tych trzech

<sup>1</sup> Patrz [5].

artykułów. Produkt  $A$  musi być wykonany co najmniej w ilości 100, produkt  $B$  — co najmniej w ilości 200 i produkt  $C$  — co najmniej w ilości 150.

Do produkcji wszystkich trzech artykułów potrzeba między innymi dwóch surowców:  $P_1$  i  $P_2$ . Surowce te zakład może otrzymywać w ilościach nie większych niż 500 i 400 jednostek. Należy wyznaczyć takie rozmiary produkcji, które zapewniłyby z jednej strony wykonanie planu asortymentowego, a z drugiej — gwarantowały możliwie największy łączny zysk. Zysk na jednostkę poszczególnych produktów wynosi dla  $A$  — 2 zł, dla  $B$  — 5 zł, dla  $C$  — 4 zł. Zużycie surowców  $P_1$  na jednostkę produktu  $A, B, C$  wynosi odpowiednio  $\frac{1}{2}, 1, 1$  jednostkę, natomiast zużycie surowca  $P_2$  na jednostkę produktu  $A, B, C$  wynosi odpowiednio  $2, \frac{1}{2}, \frac{1}{5}$  jednostki.

Zadanie polega na znalezieniu  $x_A, x_B, x_C$  — rozmiarów produkcji poszczególnych produktów  $A, B, C$ .

Model zadania ma następującą postać:

Znaleźć:

$$x_A \geq 0; \quad x_B \geq 0; \quad x_C \geq 0$$

spełniające następujące warunki ograniczające:

$$\frac{1}{2}x_A + x_B + x_C \leq 500$$

$$2x_A + \frac{1}{2}x_B + \frac{1}{5}x_C \leq 400$$

$$x_A \geq 100$$

$$x_B \geq 200$$

$$x_C \geq 150$$

maksymizując następującą funkcję celu:

$$z = 2x_A + 5x_B + 4x_C$$

*Przykład 2<sup>2</sup>.* Przy ustalaniu diety spotykamy się z zagadnieniem zawartości czynników odżywczych. Na przykład możemy wiedzieć, ile miligramów fosforu lub żelaza zawiera każde 100 gramów każdego rozpatry-

<sup>2</sup> Patrz [1].



wanego środka spożywczego. Znane jest również minimalne dzienne zapotrzebowanie na poszczególne czynniki odżywcze. Ponieważ znamy koszt jednostki środka spożywczego, zagadnienie polega na określeniu diety, która pokrywa minimalne dzienne zapotrzebowanie na czynniki odżywcze i jednocześnie jest dietą o minimalnym koszcie.

Wprowadzamy oznaczenia:

- $m$  — ilość różnych czynników odżywczych,
- $n$  — ilość środków spożywczych,
- $a_{ij}$  — ilość miligramów  $i$ -tego czynnika w 100 gramach  $j$ -tego środka spożywczego,
- $b_i$  — minimalna wymagana ilość miligramów  $i$ -tego czynnika,
- $c_j$  — koszt 100 gramów  $j$ -tego środka spożywczego,
- $x_j$  — ilość jednostek 100-gramowych  $j$ -tego środka spożywczego, którą należy zakupić.

Całkowita ilość  $i$ -tego czynnika odżywczego w zakupionej żywności określona jest następująco:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n$$

Ponieważ ta ilość musi być większa lub równa minimalnemu zapotrzebowaniu  $i$ -tego czynnika wartości odżywczej, musimy założyć następujące ograniczenia:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\geq b_2 \\ \vdots & \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\geq b_m \end{aligned} \quad (9.11)$$

Ze względu na interpretację zmienne  $x_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) powinny ponadto spełniać dodatkowe ograniczenia:

$$x_1 \geq 0; \quad x_2 \geq 0; \quad \dots; \quad x_n \geq 0 \quad (9.12)$$

Zadanie polega na znalezieniu takich  $x_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ), które spełniają wyżej wymienione ograniczenia i ponadto minimalizują następującą funkcję celu:

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (9.13)$$

Dla rozwiązania tego zagadnienia nie możemy stosować metody simpleks, gdyż tak jak i poprzednio warunkami ograniczającymi jest układ nierówności.

Aby w tym przypadku sprowadzić model do postaci standardowej, wprowadzamy nieujemne zmienne  $x_{n+1}$ ,  $x_{n+2}$ , ...,  $x_{n+m}$  i odejmujemy je kolejno od kolejnych nierówności, stanowiących układ warunków ograniczających. Po takim przekształceniu układ warunków (9.11) możemy zastąpić następującym:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + \quad + x_{n+2} &= b_2 \\ \vdots & \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + \quad + x_{n+m} &= b_m \end{aligned} \quad (9.14)$$

Łącząc (9.12), (9.13) oraz (9.14) otrzymujemy standardowy model zagadnienia programowania liniowego.

### 9.3.2. Model transportowy

Rozpatrzmy najpierw model transportowy składający się z czterech zakładów wytwórczych  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ , produkujących określony produkt i położonych w różnych miejscowościach. Towar ten trzeba rozdzielić między cztery punkty odbioru, nazwijmy je  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_4$ .

Zakładamy, że produkt wytworzony przez zakłady wytwórcze musi być rozdzielony w całości między punkty odbioru. Przy tym założeniu mamy do czynienia z modelem transportowym zamkniętym.

Produkcja dzienna zakładów wytwórczych wynosi odpowiednio  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ , natomiast zapotrzebowanie punktów odbioru na ten produkt wynosi odpowiednio  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ . Znane są koszty jednostkowe transportu produktu z każdego zakładu wytwórczego do każdego punktu odbioru.

Zadanie sprowadza się do znalezienia wartości niewiadomych, które określają ilość produktu podlegającą transportowi. Przez  $x_{ij}$  oznaczymy ilość produktu, która będzie przewieziona z zakładu wytwórczego  $A_i$  do punktu odbioru  $B_j$ .

W naszym przykładzie mamy cztery punkty odbioru i cztery zakłady wytwórcze, stąd:

$$i = 1, 2, 3, 4 \quad i \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Wartości  $x_{ij}$  mają być tak dobrane, aby całkowity koszt transportu towarów z zakładów wytwórczych do punktów odbioru był jak najmniejszy. Jeżeli przez  $x_{ij}$  oznaczymy koszt jednostkowy transportu z  $i$ -



-tego zakładu wytwórczego do  $j$ -tego punktu odbioru, to funkcja kryterium dla tego zagadnienia będzie miała następującą postać:

$$z = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{14}x_{14} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} + c_{24}x_{24} + c_{31}x_{31} + c_{32}x_{32} + c_{33}x_{33} + c_{34}x_{34} + c_{41}x_{41} + c_{42}x_{42} + c_{43}x_{43} + c_{44}x_{44} \quad (9.15)$$

Szukamy takich  $x_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, 4$ ), dla których  $z$  osiąga wartość najmniejszą. Jednakże nie każde  $x_{ij}$  minimizujące funkcję celu (9.15) może być rozwiązaniem naszego zagadnienia.

Niewiadome  $x_{ij}$  muszą dodatkowo spełniać następujące warunki: dla każdego  $i, j$  ( $i, j = 1, \dots, 4$ ) wartości zmiennych  $x_{ij}$  muszą być nieujemne. Warunek ten jest oczywisty, ponieważ ilość przewożonego towaru nie może być ujemna. Ponadto  $x_{ij}$  muszą spełniać warunki ograniczające dane następującym układem równań:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= a_1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= a_2 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= a_3 \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} &= a_4 \end{aligned} \quad (9.16)$$

Oznacza to, że ilość towaru wysyłanego z danego zakładu wytwórczego do wszystkich punktów odbioru jest równa produkcji tego zakładu (zakłady wytwórcze nie robią zapasów). Do tego dodamy jeszcze jeden układ warunków, który mówi o tym, że punkty odbioru przyjmują tylko tyle towaru, ile aktualnie potrzebują (punkty odbioru nie robią zapasów).

Matematycznie można to zapisać za pomocą następujących zależności:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= b_1 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &= b_2 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} &= b_3 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} &= b_4 \end{aligned} \quad (9.17)$$

Widać, że równania ograniczające są od siebie zależne w tym sensie, że jeżeli będzie spełnionych siedem z nich, to będzie także spełnione ósme. Fakt ten wynika z tego, że rozpatrujemy zamknięty model transportowy, tzn. taki, gdzie ogólna podaż produktu wytworzonego przez zakłady wytwórcze  $A_1, A_2, A_3, A_4$  jest równa ogólnemu popytowi punktów odbioru  $B_1, B_2, B_3, B_4$ . Założenie to możemy zapisać następująco:

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = b_1 + b_2 + b_3 + b_4$$

W rozważanym przykładzie mamy szesnaście zmiennych decyzyjnych  $x_{ij}$ , które muszą spełniać siedem niezależnych równań, wobec czego zadanie nasze ma 9 stopni swobody. Oznacza to, że 9 zmiennych decyzyjnych możemy przyjąć dowolnie, a pozostałe 7 wyznaczyć z układu warunków ograniczających. Ponadto wchodzi w rachubę tylko takie zmienne, które spełniają warunki brzegowe, tzn. są nieujemne.

Rozwiązujące zagadnienie transportowe można matematycznie sformułować w następujący sposób. Wyznaczyć wartość szesnastu nieujemnych zmiennych  $x_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, 4$ ), które spełniają warunki ograniczające (9.16) i (9.17) i minimizują funkcję celu (9.15).

Sformułujemy matematyczny model zamkniętego zagadnienia transportowego w przypadku ogólnym, tzn. wtedy gdy liczba zakładów wytwórczych równa jest  $m$ , a liczba punktów odbioru równa  $n$ . Jednostkowe koszty przewozu zapiszemy w postaci następującej macierzy:

$$\begin{bmatrix} c_{11}c_{12} \dots c_{1n} \\ c_{21}c_{22} \dots c_{2n} \\ \vdots \\ c_{m1}c_{m2} \dots c_{mn} \end{bmatrix}$$

Macierz ta jest znana; poszczególne współczynniki  $c_{ij}$  oznaczają koszt przewozu z zakładu wytwórczego  $A_i$  do punktu odbioru  $B_j$ .

Znamy zdolność produkcyjną poszczególnych zakładów wytwórczych  $A_1, A_2, \dots, A_m$ ; jest ona równa odpowiednio  $a_1, a_2, \dots, a_m$ . Natomiast zapotrzebowanie punktów odbioru  $B_1, B_2, \dots, B_n$  równe jest odpowiednio  $b_1, b_2, \dots, b_n$ .

Układ warunków brzegowych dla tego modelu ma następującą postać:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n) \quad (9.18)$$

Funkcja kryterium zdefiniowana jest następująco:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}c_{ij} \quad (9.19)$$

i wreszcie warunki ograniczające wyrażone są następującymi układami równań:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m x_{ij} &= a_i \quad (i = 1, \dots, m) \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j \quad (j = 1, \dots, n) \end{aligned} \quad (9.20)$$



Zależności: (9.18), (9.19) i (9.20) tworzą matematyczny model zamkniętego zagadnienia transportowego.

W tym przypadku mamy  $m \times n$  zmiennych decyzyjnych i  $m+n-1$  niezależnych warunków ograniczających. Stąd model ma  $m \times n - (m+n-1)$  stopni swobody. Jeżeli np. mamy dziesięć zakładów wytwórczych ( $n = 10$ ) i pięć punktów odbioru ( $m = 5$ ), to model transportowy ma  $10 \times 5 - (10+5-1) = 50 - 14 = 36$  stopni swobody, a więc już w tak prostym modelu istnieje duża możliwość manewrowania zmiennymi decyzyjnymi.

Analogicznie jak w poprzednim przypadku, zagadnienie sprowadza się do znalezienia  $m \times n$  nieujemnych zmiennych  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ), spełniających dane warunki ograniczające i brzegowe, a ponadto minimizujących funkcję kryterium.

Zagadnienia transportowe, jak i wszystkie zagadnienia programowania liniowego można rozwiązać za pomocą metody simpleks, jednakże sprawiają one więcej kłopotu niż pozostałe modele. W związku z tym zaczęto szukać innych metod, za pomocą których można by było łatwiej rozwiązywać zagadnienia transportowe. Obecnie istnieje wiele sposobów ich rozwiązywania, a najbardziej popularną jest *metoda najmniejszych różnic*<sup>3</sup>.

Za pomocą modelu transportowego można rozwiązywać wiele zagadnień programowania liniowego, które w zasadzie z transportem nie mają nic wspólnego.

Podamy kilka typowych przykładów zastosowania tego modelu.

*Przykład 3*<sup>3</sup>. Załóżmy, że dany jest warsztat mechaniczny, który ma do dyspozycji  $m$  obrabiarek, na których można wykonywać  $n$  czynności elementarnych. Znane są efekty finansowe, które daje w jednostce czasu praca  $i$ -tej obrabiarki przy wykonywaniu  $j$ -tej czynności. Niewiadomymi w danym problemie są  $x_{ij}$ , które oznaczają, ile czasu  $i$ -ta obrabiarka ma wykonywać  $j$ -tą czynność. Znane są dla każdej obrabiarki czasy maksymalne  $a_i$  jej pracy efektywnej oraz czasy  $b_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) potrzebne na wykonanie poszczególnych czynności elementarnych.

Problem polega na tym, aby przy zadanych warunkach ograniczających znaleźć takie  $x_{ij}$ , dla których całkowita wartość efektu pracy wszystkich obrabiarek jest największa.

*Przykład 4*. Chcemy opracować problem optymalnego przydziału  $m$  różnego rodzaju działek gruntów pod  $n$  różnego rodzaju upraw. Nie-

<sup>3</sup> Patrz [5], skąd zaczerpnięto także przykład 4 oraz 5.

wiadomymi są  $x_{ij}$ , oznaczające obszar gruntu  $i$ -tej działki pod  $j$ -tą roślinę. Znane są  $w_{ij}$  jednostkowe koszty uprawy  $i$ -tej rośliny na  $j$ -tej działce.

Mamy tak rozdzielić grunty pod rośliny, aby całkowity koszt wszystkich upraw był najmniejszy.

*Przykład 5.* Zadanie polega na optymalnym przydziale  $m$  pracowników w pewnym zakładzie pracy do najbardziej odpowiadających im  $n$  czynności, przy założeniu, że znana jest wydajność  $c_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ )  $i$ -tego pracownika na  $j$ -tym stanowisku pracy.

Mamy tak rozmieścić pracowników na stanowiskach, aby ich łączna wydajność była jak największa.

*Przykład 6.* Przedsiębiorstwo dziewiarskie produkujące dzianinę, a z niej określone artykuły konfekcyjne, ma do dyspozycji  $m$  grup maszyn dziewiarskich, różniących się między sobą szerokością cylindra. Na maszynach tych może być wytwarzana dzianina w postaci pasów o szerokościach  $A_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Z dzianiny wytwarza się  $m$  różnych artykułów konfekcyjnych. Zdolność produkcyjna maszyn dziewiarskich wynosi odpowiednio  $a_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) kilogramów dzianiny. Plan przedsiębiorstwa zakłada przeznaczenie  $b_j$  ( $j = 1, \dots, m$ ) kilogramów dzianiny na wytworzenie  $j$ -tego artykułu konfekcyjnego.

Znane są  $c_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ ) odpady, powstające przy wykroju  $j$ -tego artykułu konfekcyjnego z dzianiny  $A_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ). Zakłada się, że krojenie części niezbędnych do wyrobu poszczególnych artykułów dokonuje się według ustalonej tradycyjnemu tzw. rozkładki, która podczas realizacji planu produkcyjnego nie ulega zmianie.

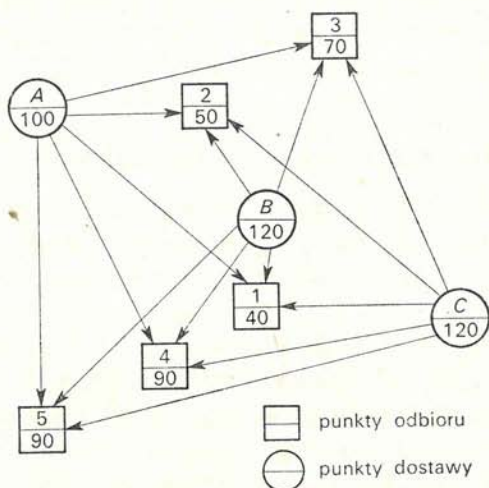
Zadanie polega na znalezieniu  $c_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ) takiej ilości  $i$ -tej dzianiny przeznaczonej do wyrobu  $j$ -tego artykułu, aby łączny odpad powstający przy wykroju był jak najmniejszy.

*Przykład 7.* Trzy zakłady produkcyjne o różnej dziennej zdolności produkcyjnej zaopatrują w ten sam wyrób, np. cement, pięć punktów odbioru (składów), z których każdy posiada określone zapotrzebowanie dzienne, przy czym łączne zapotrzebowanie pokrywane jest przez łączną produkcję. Z uwagi na różną odległość punktów odbioru od punktów nadania różne są koszty przewozu 1 tony wyrobu takim samym środkiem transportu, na trasie  $(i, j)$ , gdzie  $i$  — nadawca, zaś  $j$  — odbiorca.

Zadanie polega na ustaleniu, jakie ilości powinny być przewiezione od poszczególnych dostawców do poszczególnych odbiorców, aby całkowite koszty transportu były najmniejsze; przy czym spełniony musi być warunek zaspokojenia całego popytu równego rozdysponowaniu całej podaży.



Omówiony przykład przedstawiamy w postaci graficznej (rys. 9.1), a rozwiązanie wraz z interpretacją zostanie podane w podrozdziale 9.4.



Rys. 9.1. Sieć połączeń między punktami dostawy i odbioru

U w a g a: Liczby w górnej części kratki (kółka) oznaczają numer punktów odbioru (dostawy); liczby w dolnej części kratki (kółka) oznaczają dzienne zapotrzebowanie (produkcję) punktów odbioru (dostawy).

Wszystko, co dotychczas powiedzieliśmy o modelu transportowym, dotyczyło modelu transportowego zamkniętego, tzn. takiego, że towar wyprodukowany przez zakłady wytwórcze zostaje w całości rozdzielony między punkty odbioru. Nie zawsze jednak tak jest. Zdarza się czasem, że wyprodukowany towar nie pokrywa całkowicie zapotrzebowania punktów odbioru albo odwrotnie, punkty odbioru nie są w stanie wchłonąć całej produkcji zakładów wytwórczych. Oba wymienione przypadki można krótko zapisać za pomocą następujących nierówności:

$$\sum_j b_j > \sum_i a_i \quad (9.21)$$

oraz

$$\sum_i a_i > \sum_j b_j \quad (9.22)$$

Nierówność (9.21) odpowiada pierwszemu przypadkowi, a nierówność (9.22) drugiemu przypadkowi otwartego zagadnienia transportowego.

Mimo że otwarty model transportowy istotnie różni się od modelu zamkniętego, sposób rozwiązania w obu przypadkach jest w zasadzie

taki sam, gdyż przez wprowadzenie fikcyjnych odbiorców lub dostawców model transportowy otwarty można sprowadzić do modelu zamkniętego. Otrzymujemy w ten sposób dobrze znany model zamkniętego zagadnienia transportowego, które, jak już wspominaliśmy, można rozwiązać np. za pomocą metody najmniejszych różnic.

#### 9.4. METODY ROZWIĄZYWANIA I MASZYNOWE ROZWIĄZYWANIE ZAGADNIEŃ PROGRAMOWANIA LINIOWEGO

Rozwiązanie każdego problemu metodą programowania liniowego wymaga zbudowania modelu matematycznego badanego zagadnienia. Trudności występujące przy formułowaniu tego modelu mogą być różnego rodzaju.

Zwykle największą trudność sprawia skonstruowanie układu warunków ograniczających i sformułowanie funkcji kryterium. Jeżeli jednak uda nam się to zrobić, to już rozwiązanie samego modelu nie sprawia większego kłopotu, gdyż istnieje wiele metod rozwiązywania modeli programowania liniowego, i co najważniejsze, nadają się one do realizacji na elektronicznych maszynach cyfrowych.

Najbardziej znaną metodą rozwiązywania zagadnień programowania liniowego jest metoda simpleks, opracowana przez G. B. D a n t z i g a. Metoda ta jest postępowaniem iteracyjnym, polegającym na kolejnym przechodzeniu od jednego rozwiązania do innego „sąsiedniego”, które jest przynajmniej tak dobre jak poprzednie.

W przypadku gdy liczba niewiadomych  $n$  jest znacznie większa niż liczba ograniczeń  $m$  można się spodziewać, że liczba iteracji potrzebnych do wyznaczenia rozwiązania optymalnego nie przekracza  $3m$ . Metody tej, jak też i innych metod rozwiązywania zagadnień programowania liniowego, nie będziemy omawiać, ze względu na istnienie ogromnej ilości prac dotyczących tego tematu<sup>4</sup>.

Wszystkie metody rozwiązywania zagadnień programowania liniowego w istocie swej są bardzo proste i oparte są na postępowaniu iteracyjnym. Sprowadza się ono do wykonania w każdym kroku iteracji bardzo prostych działań arytmetycznych. Ilość takich operacji, nawet przy małych zagadnieniach, jest bardzo duża. Jeżeli ponadto uwzględnimy, że operacje te wykonywane są zupełnie mechanicznie, to ręczne rozwiązywanie modeli okaże się nie tylko żmudne i czasochłonne, ale ponadto istnieje duże prawdopodobieństwo pomyłki.

<sup>4</sup> Patrz [1], [2], [3], [4] i [5].



Ze względu jednak na szerokie zastosowanie modeli programowania liniowego każda maszyna cyfrowa wyposażona jest przez producenta w pewne typowe programy, służące do rozwiązywania tych zagadnień. Rola człowieka sprowadza się tu do prawidłowego sformułowania modelu matematycznego, a następnie przeniesienia go na maszynowe nośniki informacji i wprowadzenie do maszyny, która po kilku minutach poda rozwiązanie. Oprócz tego, że maszyna rozwiąże zadanie szybko i dokładnie, człowiek korzystający z jej usług nie musi znać sposobów rozwiązywania poszczególnych zagadnień programowania liniowego, a wystarczy, że sformułuje poprawny model tego zagadnienia.

Zastosowanie maszyny cyfrowej dla rozwiązywania zagadnień programowania liniowego zademonstrujemy na przykładzie 7 (patrz poprzedni podrozdział). Obliczenie wykonamy na EMC ODRA 1003. Maszyna ta w swojej bibliotece podprogramów posiada program nr 03-IV-69, który służy do rozwiązywania zagadnienia transportowego. Dane wejściowe dla naszego przykładu umieszczone są w tablicy 9.1.

Zgodnie z wymogami programu nr 03-IV-69 dane wejściowe powinny być przedstawione w postaci pokazanej na niżej załączonym tabulogramie (rys. 9.2).

Po wprowadzeniu programu i danych wejściowych do pamięci maszyna automatycznie poszukuje optymalnego rozwiązania, które następnie wyprowadza na urządzenie zewnętrzne, np. dalekopis.

T a b l i c a 9.1

*Dane wejściowe*

Dostawcy \ Odbiorcy	1	2	3	4	5	Podaż
	koszty transportu 1 tony					
<i>A</i>	12	7	13	8	6	100
<i>B</i>	4	5	8	6	10	120
<i>C</i>	7	14	15	12	16	120
Popyt	40	50	70	90	90	340

Na rys. 9.3 przedstawiamy tabulogram otrzymanych wyników. Następnym etapem maszynowego rozwiązania zagadnienia jest interpretacja wyników.

PRZYKŁAD ROZWIĄZYWANIA PROBLEMU TRANSPORTOWEGO ODRA 1003

5	3	0	0														
40	50	70	90	90	/100	120	120										
12	7	13	8	6	4	5	8	6	10	7	14	15	12	16			

Rys. 9.2. Tabulogram danych wejściowych

W.S.E. LABORATORIUM OBLICZENIOWE

PRZYKŁAD ROZWIĄZYWANIA PROBLEMU TRANSPORTOWEGO ODRA 1003

<i>I</i>	<i>J</i>	<i>X</i>
4	3	80
4	1	10
2	2	50
1	3	40
5	1	90
3	2	70

FUNKCJA KOSZTÓW = 2670

Rys. 9.3. Tabulogram wyników

W pierwszej kolumnie otrzymanego tabulogramu znajdują się numery punktów odbioru, w drugiej — numery punktów dostawy, przy czym litery *A*, *B*, *C* zastąpione są numerami 1, 2, 3, a w trzeciej kolumnie umieszczone są ilości towaru przewożonego od *j*-tego dostawcy do *i*-tego odbiorcy. Dla większej przejrzystości uzyskane wyniki zestawiamy w tabeli 9.2.

T a b l i c a 9.2

Zestawienie wyników

Dostawcy \ Odbiorcy	Odbiorcy					Razem
	1	2	3	4	5	
<i>A</i>	—	10	—	—	90	100
<i>B</i>	—	40	70	10	—	120
<i>C</i>	40	—	—	80	—	120
Razem	40	50	70	90	90	340



Każdy element  $a_{ij}$  ( $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4, 5$ ) tablicy 9.2 przedstawia ilość towaru, jaką należy przewieźć trasą  $(i, j)$ , aby koszt przewozu był minimalny. Znając jednostkowy koszt przewozu daną trasą (patrz tablica 9.1), możemy obliczyć koszt całkowity przewozu.

Koszty przewozu poszczególnymi trasami przedstawiają się następująco:

$$A-2 \quad 10 \cdot 7 = 70$$

$$B-5 \quad 90 \cdot 6 = 540$$

$$B-2 \quad 40 \cdot 5 = 200$$

$$B-3 \quad 70 \cdot 8 = 560$$

$$B-4 \quad 10 \cdot 6 = 60$$

$$C-1 \quad 40 \cdot 7 = 280$$

$$C-4 \quad 80 \cdot 12 = 960$$

---

2670

Łączny koszt przewozu wszystkimi trasami wynosi więc 2670 zł.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Gass S.: *Programowanie liniowe. Metody i zastosowania*, Warszawa 1967.
- [2] Goddard L. S.: *Metody matematyczne w badaniach operacyjnych*, Warszawa 1965.
- [3] Sadowski W.: *Teoria podejmowania decyzji*, Warszawa 1969.
- [4] *Z praktyki badań operacyjnych*, praca zbiorowa pod redakcją B. T. Houldena, Warszawa 1964.
- [5] *Zastosowanie metod matematycznych w gospodarce*, w *Materiały Kursu Telewizyjnego*, Warszawa 1967.

## 10. PROGRAMOWANIE SIECIOWE

### 10.1. UWAGI WSTĘPNE

Wzrost wydajności pracy niezbędny dla zabezpieczenia postępu technicznego związany jest ze wzrostem specjalizacji, która z kolei niemożliwa jest bez współdziałania wielu jednostek wykonawczych. Im szersza jest kooperacja, tzn. im więcej różnych przedsiębiorstw i instytucji uczestniczy w realizacji pewnego przedsięwzięcia, tym trudniej jest koordynować przebieg całego procesu. Do planowania i analizowania zbiorowej działalności ludzkiej do niedawna szeroko stosowane były wyłącznie harmonogramy G a n t t a. Ponieważ wykresy te są powszechnie znane i stosowane w każdym prawie przedsiębiorstwie przemysłowym, nie będziemy tu omawiali techniki posługiwania się nimi, natomiast wymienimy szereg niedostatków tej metody<sup>1</sup>:

- 1) nie podają one współzależności technologicznych poszczególnych czynności całego przedsięwzięcia,
- 2) na podstawie belkowego harmonogramu Gantta nie można ustalić tych czynności, które limitują termin wykonania całego przedsięwzięcia,
- 3) nie można ustalić czasu wykonania całego przedsięwzięcia przy naruszeniu planowanego terminu wykonania jednej z czynności.

Wymienione niedostatki w poważnym stopniu utrudniały analizę oraz uniemożliwiały optymalizację całego planu. Dlatego też od dawna poszukiwano bardziej elastycznych metod planowania i kontrolowania zbiorowej pracy ludzkiej. Metodami takimi okazały się *metody programowania sieciowego*, zwane potocznie PERT.

Zanim przejdziemy do szczegółowego omówienia istoty programowania sieciowego, ustalimy klasę zagadnień, do których można go stosować.

---

<sup>1</sup> Patrz [1].



Metody, o których mowa, mogą być stosowane do planowania, analizy i operatywnej kontroli złożonych przedsięwzięć o charakterze jednostkowym. Cechy charakterystyczne takich przedsięwzięć są następujące:

- 1) łatwość określenia początku i końca przedsięwzięcia,
- 2) istnienie dwóch charakterystycznych zdarzeń: początkowego i końcowego, np. „podjęcie decyzji wybudowania domu” jest zdarzeniem początkowym, a „wybudowany dom” jest zdarzeniem końcowym,
- 3) istnienie dużej ilości zdarzeń przejściowych; w przedsięwzięciu budowy domu mogą to być takie zdarzenia, jak: przywieziony budulec, przygotowane fundamenty, zbudowane ściany, wymalowane ściany, założone okna itp.,
- 4) istnienie dużej ilości czynności niezbędnych do powstania określonych zdarzeń; np. aby mogło zaistnieć zdarzenie „wymalowane ściany”, należy między innymi wykonać takie czynności, jak przywiezienie farby, przygotowanie odpowiedniej mieszanki, malowanie itp.,
- 5) każde przedsięwzięcie zachodzi w czasie i odbywa się w określonych miejscach przestrzennych (nigdy zdarzenie początkowe nie występuje w tym samym czasie co zdarzenie końcowe),
- 6) wszystkie czynności, które należy wykonać, aby osiągnąć końcowe zdarzenie, tzn. zrealizować całe przedsięwzięcie, są powiązane między sobą zależnościami technologicznymi; nie można np. malować ścian, zanim nie będą one zbudowane.

Jak widać z powyższego, programowanie sieciowe można stosować do następujących przedsięwzięć:

- 1) wszelkie prace inwestycyjne, a więc budowa domu, kopalni, okrętu, zakładu przemysłowego,
- 2) uruchomienie nowej produkcji, zmiana asortymentu produkcji, reorganizacja biura itp.,
- 3) prace konserwacyjno-remontowe,
- 4) prace naukowo-badawcze, rozwojowe, wdrożeniowe itp.,
- 5) produkcja skomplikowanych wyrobów.

Ze względu na złożoność wymienionych przedsięwzięć opisanie istoty każdego z nich jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe, dlatego też przedstawia się je w sposób uproszczony. Takie uproszczone przedstawienie zagadnienia nazywa się jego *modelem*. Stosowanie modeli jest bardzo wygodne. Dają one jasny obraz całego zagadnienia, ułatwiają jego zrozumienie, poza tym pozwalają dokonywać wszechstronnej analizy modelowanego problemu.

Modele mogą być bardzo różne. Może to być pewien materialny wzorec: np. modelem rzeczywistego samolotu jest jego mała kopia. Modelem może być zbiór formuł matematycznych opisujących dane zagadnienie, wreszcie modelem może być jakiś wykres lub schemat.

Wszystkie kompleksowe przedsięwzięcia wygodnie jest modelować za pomocą tzw. *sieci powiązań*. Intuicyjnie sieć taką można określić jako skończony zbiór punktów, połączonych między sobą strzałkami. Każdy punkt symbolizuje pewne zdarzenie w przedsięwzięciu, strzałki natomiast odpowiadają czynnościom, które należy wykonać, aby całe przedsięwzięcie zrealizować.

Zbudowanie poprawnego modelu sieciowego określonego przedsięwzięcia stanowi pierwszy etap programowania sieciowego.

## 10.2. BUDOWA MODELU SIECIOWEGO

Zasady budowania modelu sieciowego zademonstrujemy na następującym uproszczonym przykładzie<sup>2</sup>.

Niech naszym przedsięwzięciem będzie urządzenie wystawy przemysłowej. Przedsięwzięcie to jest stosunkowo duże, w celu zrealizowania go należy wykonać mnóstwo czynności. Uwzględnienie w modelu wszystkich niezbędnych czynności jest rzeczą trudną, dlatego też dla ułatwienia modelujemy go w sposób uproszczony. W tym celu wyodrębniamy nie wszystkie zdarzenia i czynności, a tylko pewne ich grupy, tzw. makrozdarzenia i makroczynności. W następnym kroku makroczynności rozbijają się na czynności bardziej elementarne.

W wybranym przez nas przedsięwzięciu wyodrębniamy następujące zdarzenia:

- 1) początek przedsięwzięcia (1),
- 2) znane jest miejsce i termin otwarcia wystawy (2),
- 3) eksponaty na wystawę są przygotowane (3),
- 4) zaplecze do urządzenia wystawy jest przygotowane (4),
- 5) miejsce do urządzenia stoisk jest przygotowane (5),
- 6) wystawa jest przygotowana do otwarcia (6),
- 7) wystawa została otwarta (7).

Obok każdego zdarzenia umieszczone są ich numery (w nawiasach).

Aby osiągnąć wymienione zdarzenia, należy wykonać odpowiednie czynności. Ponieważ czynności oznaczają przechodzenie od jednego zda-

---

<sup>2</sup> Patrz [2].



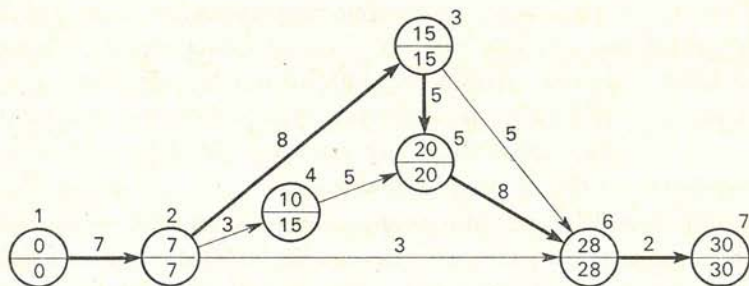
zenia do następnego, będziemy je oznaczać parą liczb, z których jedna oznacza numer zdarzenia, od którego się wychodzi, a druga numer zdarzenia, do którego się przychodzi.

Dla zrealizowania naszego przedsięwzięcia należy wykonać następujące czynności:

- 1) czynność 1—2, wybieranie miejsca na wystawę,
- 2) czynność 2—3, przygotowanie eksponatów na wystawę,
- 3) czynność 2—4, przygotowanie zaplecza,
- 4) czynność 4—5, przygotowanie terenu wystawy,
- 5) czynność 3—5, przewiezienie eksponatów z zakładów przemysłowych na teren wystawy,
- 6) czynność 3—6, przygotowanie obsługi,
- 7) czynność 5—6, przygotowanie stoisk wystawowych,
- 8) czynność 2—6, zaproszenie gości,
- 9) czynność 6—7, otwarcie wystawy.

Następnie przystępujemy do budowy modelu sieciowego. W tym celu nanosimy na papier siedem punktów odpowiednio dla każdego zdarzenia. Punkty te przedstawiamy za pomocą kółek, obok każdego z nich umieszczamy numer zdarzenia, któremu odpowiada dane kółko. Następnie wszystkie kółka łączymy odpowiednimi strzałkami symbolizującymi wyodrębnione czynności. W wyniku tego otrzymamy sieć pokazaną na rys. 10.1.

Po zbudowaniu modelu sieciowego przystępujemy do oceny czasu trwania poszczególnych czynności. Ścisłe określenie czasu potrzebnego na wykonanie czynności jest bardzo trudne, gdyż zależy on od wielu przypadkowych czynników; jest więc zmienną losową. Aby oszacować przybliżoną wartość tej zmiennej, należy znać jej rozkład. W praktyce najczęściej przyjmuje się, że czas trwania czynności posiada rozkład beta.



Rys. 10.1. Model sieciowy

Aby ustalić średni czas potrzebny na wykonanie czynności, podaje się zwykle trzy wartości szacunkowe, a mianowicie:

- czas optymistyczny ( $a$ ),
- czas pesymistyczny ( $b$ ),
- i czas najbardziej prawdopodobny ( $m$ ).

Średni czas  $t_e$  wykonania czynności oblicza się wówczas według następującego wzoru:

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (10.1)$$

W sieci zależności pokazanej na rys. 10.1 przy każdej strzałce umieszczono wyliczone według wzoru (10.1) czasy średnie.

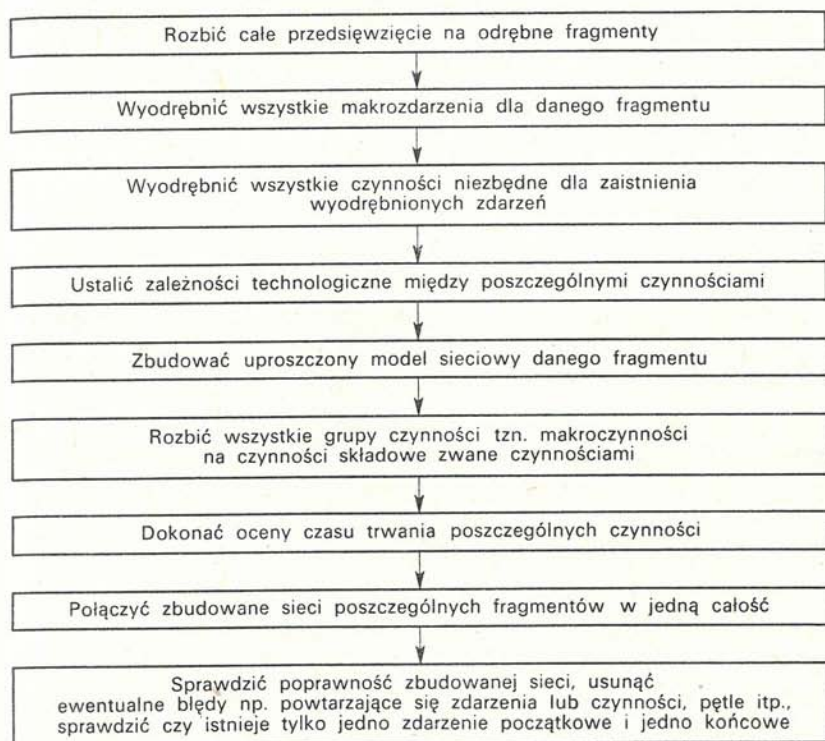
Rozpatrzyliśmy tu bardzo prosty model przedsięwzięcia, którego budowa nie nastęczała zbyt wielkich trudności. W praktyce jednak spotykamy się z bardzo skomplikowanymi zagadnieniami, które zwykle rozbijają się na pewne fragmenty i dla każdego fragmentu buduje się własny model sieciowy. W celu otrzymania modelu całego przedsięwzięcia należy odpowiednio połączyć (zszyć) wszystkie modele wyodrębnionych fragmentów. Nie będziemy zagłębiać się w szczegóły techniki opracowywania modeli tak skomplikowanych przedsięwzięć, podamy jedynie syntetyczny schemat blokowy modelowania złożonego przedsięwzięcia za pomocą sieci zależności. Schemat ten pokazano na rys. 10.2.

### 10.3. PARAMETRY MODELU SIECIOWEGO

Obliczanie podstawowych parametrów modelu sieciowego stanowi drugi etap programowania (planowania) sieciowego. Na temat algorytmów obliczania podstawowych parametrów sieci zależności istnieje bogata literatura, poza tym zastosowanie maszyny cyfrowej do realizacji tych algorytmów w ogóle nie wymaga znajomości metod obliczania, gdyż każda maszyna cyfrowa wyposażona jest w odpowiednią ilość programów obróbki modeli sieciowych. Rola człowieka ogranicza się tylko do podania odpowiedniej informacji o modelu i odpowiedniego zinterpretowania otrzymanych wyników.

Na zakończenie rozważań o programowaniu sieciowym zademonstrujemy na prostym przykładzie zastosowanie EMC do tych zagadnień, a teraz ograniczymy się tylko do krótkiej charakterystyki podstawowych parametrów sieci zależności.





Rys. 10.2. Schemat blokowy budowy modelu sieciowego

1. *Najwcześniejszy termin rozpoczęcia czynności.* Jest to czas, w którym najwcześniej można rozpocząć wykonanie określonej czynności. Przyjmuje się, że czynności wychodzące ze zdarzenia początkowego rozpoczynają się w chwili zero. Najwcześniejszy termin rozpoczęcia czynności zależy od terminu zakończenia wszystkich poprzednich czynności, od których zależy dana czynność. Weźmy na przykład czynność 2—3 modelu pokazanego na rys. 10.1. Czynność ta może być rozpoczęta najwcześniej po upływie 7 jednostek czasu od chwili rozpoczęcia realizacji całego przedsięwzięcia. Podobnie czynność 2—4 i czynność 2—6. Czynność 5—6 może być rozpoczęta najwcześniej po upływie 20 jednostek czasu, gdyż po upływie tego czasu będą zakończone czynności 4—5 i 3—5, które warunkują rozpoczęcie czynności 5—6.

2. *Najwcześniejszy termin zakończenia czynności.* Otrzymujemy go, jeśli do najwcześniejszego terminu rozpoczęcia czynności dodamy ilość jednostek czasu potrzebnego na wykonanie tej czynności.

3. *Najpóźniejszy termin zakończenia czynności.* Jest to czas, w którym musi być zakończona określona czynność, aby termin wykonania całego zadania nie został naruszony. Na przykład czynność 4—5 w sieci pokazanej na rys. 10.1 można zakończyć najpóźniej po upływie 20 jednostek czasu, gdyż najpóźniej po upływie tego czasu trzeba rozpocząć wykonanie czynności 5—6.

4. *Najpóźniejszy termin rozpoczęcia czynności.* Oblicza się go jako różnicę między najpóźniejszym terminem zakończenia czynności a czasem potrzebnym na wykonanie tej czynności.

5. *Najwcześniejszy termin osiągnięcia określonego zdarzenia.* Przyjmuje się, że najwcześniejszy termin zdarzenia początkowego jest równy zeru. Dla pozostałych zdarzeń termin ten zależy od wszystkich czynności wchodzących do danego zdarzenia. Najwcześniejszy termin osiągnięcia określonego zdarzenia jest to najpóźniejszy spośród najwcześniejszych terminów zakończenia wszystkich czynności wchodzących w skład danego zdarzenia. W sieci pokazanej na rys. 10.1 terminy te umieszczono nad kreską w każdym kółku symbolizującym określone zdarzenie.

6. *Najpóźniejszy termin osiągnięcia zdarzenia.* Przyjmuje się, że najpóźniejszy termin osiągnięcia zdarzenia końcowego równa się jego najwcześniejszemu terminowi osiągnięcia. Terminy dla pozostałych zdarzeń oblicza się, odejmując od najpóźniejszego terminu zdarzenia następnego czas trwania czynności wychodzącej z tego zdarzenia. Jeśli ze zdarzenia, dla którego obliczamy najpóźniejszy termin, wychodzi kilka czynności, to jako termin najpóźniejszy przyjmujemy najwcześniejszy spośród najpóźniejszych terminów osiągnięcia tego zdarzenia. Najpóźniejsze terminy zdarzeń sieci przedstawionej na rys. 10.1 umieszczono pod kreską w kółkach odpowiadających tym zdarzeniom.

7. *Rezerwy czasu.* Jak widać z obliczeń umieszczonych w sieci przedstawionej na rys. 10.1, najwcześniejszy termin osiągnięcia zdarzenia nie zawsze pokrywa się z jego terminem najpóźniejszym. Wobec tego niektóre zdarzenia posiadają pewne rezerwy czasowe, o które można opóźnić wykonanie danego zdarzenia. Rozróżnia się trzy rodzaje rezerw, a mianowicie: całkowite rezerwy czasu, niezależne rezerwy i rezerwy wolne. Całkowitą rezerwę czasu oblicza się jako różnicę między najpóźniejszym terminem zaistnienia zdarzenia a jego terminem najwcześniejszym. Rezerwę tę można wykorzystać wówczas, gdy zdarzenie poprzednie wystąpi w najwcześniejszym terminie, a zdarzenie następne w najpóźniejszym. Rezerwy niezależne oblicza się, odejmując od najwcześniejszego terminu zdarzenia następnego najpóźniejszy termin zdarzenia



poprzedniego, zwiększony o czas trwania czynności. Wielkość ta oznacza ilość jednostek czasu, o którą można przedłużyć czas wykonania pewnej czynności ( $P_i P_j$ ) przy założeniu, że wszystkie czynności wchodzące do zdarzenia  $P_i$  kończą się w terminie najpóźniejszym. Wolne rezerwy czasu są to takie rezerwy, które pozwalają przedłużyć czas wykonania czynności ( $P_i P_j$ ) przy założeniu, że czynność ta rozpocznie się w najwcześniejszym terminie.

8. *Ścieżka krytyczna*. Jest to ciąg czynności, których całkowite rezerwy czasu są równe zeru. Dla wszystkich zdarzeń leżących na tej ścieżce najwcześniejszy termin równy jest terminowi najpóźniejszemu. Na rys. 10.1 ścieżkę taką zaznaczono linią pogrubioną.

#### 10.4. ANALIZA SIECI ZALEŻNOŚCI

Ustalenie podstawowych parametrów modelu sieciowego jest podstawą następnego etapu programowania sieciowego, a mianowicie dokładnej analizy sieci zależności. Celem tej analizy jest przede wszystkim znalezienie możliwości skrócenia czasu wykonania całego przedsięwzięcia. Należy pamiętać, że czas trwania poszczególnych czynności jest zmienną losową i dlatego czynności posiadające bardzo małe rezerwy czasowe łatwo mogą stać się krytycznymi. Czynności takie nazywają się *podkrytycznymi* i mają one poważny wpływ na terminowe zrealizowanie całego przedsięwzięcia. Stąd też obliczanie dyspersji czasów wykonania wszystkich czynności, a szczególnie czynności krytycznych i podkrytycznych, ma istotne znaczenie w całości analizy sieci powiązań.

Wartość dyspersji czasów wykonania poszczególnych czynności jest potrzebna do obliczania prawdopodobieństwa, iż rzeczywisty czas realizacji całego przedsięwzięcia, lub określonej jego czynności, będzie się różnił od ustalonego terminu zakończenia przedsięwzięcia lub czynności o mniej niż z góry ustalony okres. Obliczenie prawdopodobieństwa zakończenia całego przedsięwzięcia w określonym terminie jest sprawą niezwykle trudną, gdyż termin ten zależy nie tylko od czasów trwania czynności krytycznych, lecz i od innych czynności. Zależność ta jest silna szczególnie wówczas, gdy czas wykonania czynności pozakrytycznych jest wielkością losową o dużej dyspersji.

Dla uwzględnienia wpływu tych czynności na terminowe zakończenie całego przedsięwzięcia można stosować pewne metody analityczne oraz metody *Monte-Carlo*. Największe trudności spotyka się tu z ustaleniem współczynników korelacji, charakteryzujących związek między czasem

osiągnięcia określonego zdarzenia a czasem trwania wszystkich czynności wchodzących do danego zdarzenia. Dlatego też w praktyce, przy obliczaniu prawdopodobieństwa zakończenia całego przedsięwzięcia w określonym terminie, uwzględnia się tylko czynności leżące na ścieżce krytycznej. Czasy trwania poszczególnych czynności leżących na ścieżce krytycznej są niezależnymi zmiennymi losowymi o jednakowym rozkładzie.

Z teorii rachunku prawdopodobieństwa wiadomo, że rozkład graniczny sumy niezależnych zmiennych losowych o jednakowym rozkładzie jest rozkładem normalnym. Dlatego też prawdopodobieństwo, że czas  $T$  wykonania całego przedsięwzięcia będzie zawarty między czasem  $\alpha$  a czasem  $\beta$ , można obliczyć z następującego wzoru:

$$P(\alpha < T < \beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(T-T_n)^2}{2\sigma^2}} dT \quad (10.2)$$

gdzie:

$T_n$  — wartość oczekiwana zmiennej losowej  $T$ , tzn. najbardziej prawdopodobny czas zrealizowania ostatniego zdarzenia w danym przedsięwzięciu,

$\sigma^2$  — wariancja zmiennej losowej  $T$  (oblicza się ją jako sumę wariancji czasów trwania poszczególnych czynności leżących na ścieżce krytycznej).

Ponieważ czas realizacji całego przedsięwzięcia jest zmienną losową, rzeczywisty czas wykonania zadania przy sprzyjających warunkach może być mniejszy niż obliczony czas realizacji całego przedsięwzięcia. Dlatego też obliczanie prawdopodobieństwa, iż rzeczywisty czas będzie mniejszy lub równy czasowi zaplanowanemu, ma wielkie znaczenie, gdyż mówi o tym, jakie są szanse skrócenia dyrektywnego terminu wykonania zadania.

Możliwość zastosowania maszyn cyfrowych do analizy sieci powiązań pozwala na wykorzystanie bardziej efektywnych metod określania terminu wykonania całego przedsięwzięcia. Najbardziej efektywnie stosowane są metody Monte-Carlo. Za ich pomocą można dokonać eksperymentalnej oceny czasu wykonania całego przedsięwzięcia. Polegają one na tym, że tworzy się pewien proces stochastyczny, którego parametrami są szukane wielkości. Przybliżone wartości tych wielkości ustala się na podstawie obserwacji przebiegu procesu stochastycznego, który realizuje się zgodnie z tablicami liczb losowych lub generatorów takich



liczb. Przy tym oczywiście ciąg generowanych liczb losowych powinien być zgodny z przyjętym rozkładem.

W praktyce przyjmuje się najczęściej, że czas trwania poszczególnych czynności posiada rozkład beta, chociaż stosuje się też i inne rozkłady, np. rozkład gamma lub rozkład logarytmiczno-normalny.

Eksperyment dokonywany jest wielokrotnie, np. 1000 razy, i za każdym razem obliczane są parametry sieci, tzn. ścieżka krytyczna, czasy wykonania poszczególnych zdarzeń, jak też i czas realizacji całego przedsięwzięcia. Jeżeli proces realizowany jest  $N$  razy, wówczas dokładność oszacowania jakiegoś parametru jest wielkością proporcjonalną do wielkości  $1/\sqrt{N}$ .

Jak pokazuje praktyka, tysiąckrotne przeprowadzenie eksperymentu (przy dobrze ułożonych programach dla maszyny cyfrowej) nie trwa dłużej aniżeli 5–20 minut, a wyniki otrzymywane w ten sposób są przeciętnie 15–20% dokładniejsze aniżeli te, które otrzymano przy wyliczeniach uwzględniających tylko wpływ czynności leżących na ścieżce krytycznej.

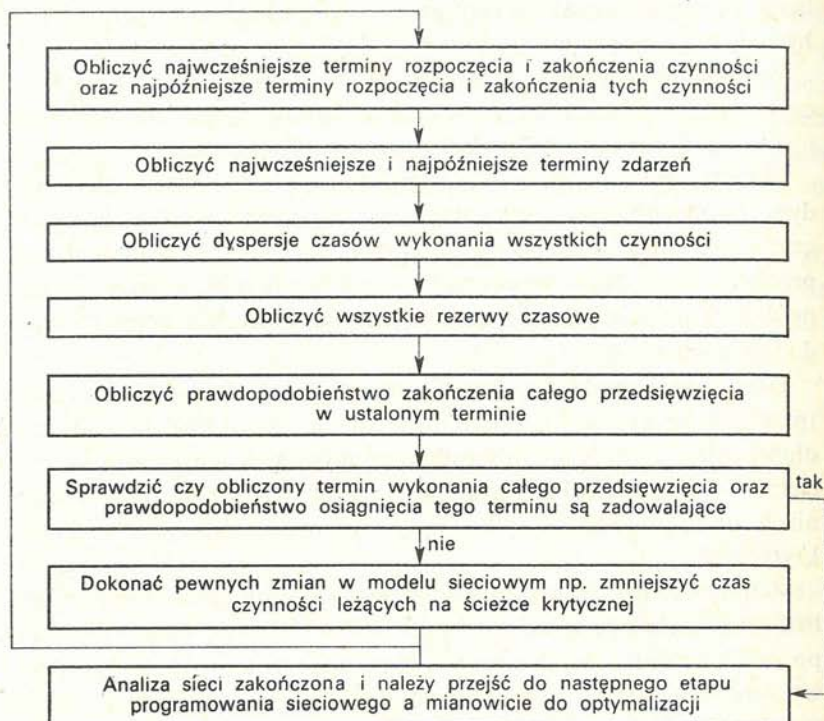
Metody Monte-Carlo są wręcz nieodzowne i niezastąpione przy analizie sieci stochastycznych, tzn. takich, które zawierają pewne zdarzenia, po zrealizowaniu których powstaje pytanie, które z czynności będą dalej wykonywane, jeżeli mamy prawdopodobieństwo wykonania każdej z nich. W tym przypadku analiza sieci składa się z dwóch zasadniczych etapów. W pierwszym etapie wybiera się odpowiednie czynności zgodnie z generowanymi liczbami losowymi i otrzymuje się sieć zdeterminowaną. W drugim etapie realizuje się proces stochastyczny sieci zdeterminowanej, tak jak to było opisane wyżej. Proces analizy sieci czynności w postaci uproszczonego schematu blokowego zamieszczony jest na rys. 10.3.

#### 10.5. OPTIMALIZACJA KOSZTÓW REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA

Dotychczasowe rozważania na temat programowania sieciowego dotyczyły tylko jednego aspektu, a mianowicie czasu. Rozpatrzmy teraz problem kosztów niezbędnych dla zrealizowania planowanego przedsięwzięcia. Dla uproszczenia przyjmiemy, że zależność między czasem  $t_{ij}$  trwania czynności ( $P_iP_j$ ) a jej kosztem bezpośrednim  $C_{ij}$  wyraża się następującym wzorem<sup>3</sup>:

$$C_{ij} = a_{ij}t_{ij} + b_{ij}, \quad (10.3)$$

<sup>3</sup> Patrz [3].



Rys. 10.3. Schemat analizy modelu sieciowego

gdzie  $a_{ij}$  i  $b_{ij}$  są pewnymi współczynnikami, spełniającymi warunki  $a_{ij} \geq 0$  i  $b_{ij} \geq 0$ .

W poprzednich podrozdziałach wspominaliśmy, że czynności nie leżące na ścieżce krytycznej posiadają pewne rezerwy czasowe. W tym przypadku rezerwy można wykorzystać w celu przedłużenia czasu trwania czynności pozakrytycznej, a tym samym zmniejszyć ich koszt. Powstaje więc następujące zadanie: przy obliczonym czasie realizacji całego przedsięwzięcia należy tak wykorzystać rezerwy czasu czynności leżących poza ścieżką krytyczną, aby otrzymać optymalny plan całego przedsięwzięcia, tzn. plan, który będzie wykonany przy minimalnych kosztach. Oczywiście w takim optymalnym planie żadna z czynności nie powinna posiadać rezerw czasowych, tzn. wszystkie czynności powinny stać się krytycznymi.

Jeżeli możliwe jest zwiększenie czasu realizacji całego przedsięwzięcia przez opóźnienie zrealizowania ostatniego zdarzenia w przedsięwzięciu, to tym samym zmniejszy się koszt jego realizacji. Opisane zadanie można matematycznie sformułować w poniższy sposób.



Znaleźć minimum funkcji

$$z = \sum [-a_{ij}(T_j - T_i) + b_{ij}] \quad (10.4)$$

przy ograniczeniach:

$$\begin{aligned} T_j - T_i &\geq d_{ij} \\ T_0 &= 0; \quad T_n \leq T \end{aligned} \quad (10.5)$$

Zadanie polega więc na znalezieniu takich  $T_j$  (czasów realizacji zdarzeń  $P_j$  dla  $j = 1, 2, \dots, n$ ), aby przy zadanym czasie ( $T$ ) realizacji całego przedsięwzięcia jego koszt był minimalny. Jak widać, jest to zwykle zadanie programowania liniowego i można je rozwiązać na przykład za pomocą metody simpleks.

Rozpatrzmy jeszcze tzw. *parametryczne zagadnienie programowania sieciowego*, które polega na ustaleniu optymalnego planu dla różnych czasów realizacji całego przedsięwzięcia. Polega ono na minimalizacji kosztu realizacji całego przedsięwzięcia, przy z góry ustalonym czasie jego wykonania. Ponadto zakłada się, że koszt bezpośredni wykonania określonej czynności ( $P_i P_j$ ) maleje wraz ze wzrostem czasu jej wykonania. Zależność ta wyraża się następującym równaniem:

$$C_{ij} = -a_{ij}t_{ij} + b_{ij} \quad (10.6)$$

gdzie:

$a_{ij} \geq 0$  i  $b_{ij} > 0$  — pewne współczynniki,

$t_{ij}$  — czas trwania czynności ( $P_i P_j$ ),

$C_{ij}$  — koszt bezpośredni wykonania czynności ( $P_i P_j$ ).

Wówczas koszt wykonania całego przedsięwzięcia można obliczyć według następującego wzoru:

$$z = \sum_{(P_i P_j)} (-a_{ij}t_{ij} + b_{ij}) \quad (10.7)$$

Koszt ten będzie się oczywiście zmieniał w zależności od czasu trwania poszczególnych czynności, czas jednakże nie może zmieniać się zupełnie dowolnie; zwykle zadaje się pewien przedział zmienności. Dolną granicę tego przedziału oznaczmy  $d_{ij}$  a górną  $D_{ij}$ . Tak więc czas wykonania poszczególnych czynności będzie zawarty w przedziale:

$$0 \leq d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij} \quad (10.8)$$

Założenie  $t_{ij} = d_{ij}$  oznacza, że całe przedsięwzięcie będzie wykonane w najkrótszym czasie; oznaczmy go literą  $m$ . Natomiast założenie  $t_{ij} = D_{ij}$  oznacza wykonanie w najdłuższym czasie; oznaczmy go literą

$M$ . Czas wykonania całego przedsięwzięcia będzie więc zawarty w przedziale  $[m, M]$ , przy czym jeżeli przedsięwzięcie będzie wykonane w terminie  $m$ , wówczas koszt jego będzie największy, a przy terminie  $M$  koszt będzie najniższy. Zadanie polega na znalezieniu dla każdego  $m \leq \lambda \leq M$  minimum wyrażenia (10.7) przy następujących dodatkowych ograniczeniach:

$$\left. \begin{array}{l} T_j - T_i - T_{ij} \geq 0 \\ 0 \leq d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij} \end{array} \right\} \text{ dla wszystkich czynności} \quad (10.9)$$

$$\begin{array}{l} T_0 = 0 \\ T_n = \lambda \end{array}$$

gdzie:

$T_i$  — czas zajścia zdarzenia  $P_i$ ,

$T_j$  — czas zrealizowania zdarzenia  $P_j$ ,

$T_0$  — czas rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia,

$T_n$  — czas wykonania ostatniego zdarzenia, tzn. zakończenia całego przedsięwzięcia.

Łatwo zauważyć, że jest to parametryczne zagadnienie programowania liniowego. Ze względu jednak na dużą ilość warunków ograniczających, stosowanie w tym przypadku metod programowania liniowego jest bardzo uciążliwe i nieekonomiczne.

Zagadnienie to, jak udowodnił J. E. Kelly, można sprowadzić do zagadnienia o maksymalnym przepływie przez sieć. To ostatnie można rozwiązać za pomocą jednego z wariantów algorytmu podanego przez I. R. Forda i D. R. Fulkersona.

## 10.6. OPTIMALIZACJA ROZDZIAŁU ZASOBÓW

Z praktyki wiadomo, że wykorzystywane w przedsięwzięciu zasoby są ograniczone. Na przykład ograniczone są zasoby pieniędzy, środków transportowych, materiałów, czasu itp. Pomędzy poszczególnymi rodzajami zasobów istnieją określone zależności, np. rozpatrywany jest związek między czasem realizacji przedsięwzięcia a jego kosztem. Przy optymalizacji przedsięwzięcia należy tak rozdzielić posiadane zasoby pomiędzy poszczególne czynności, aby pozostałe z nich osiągały wartości najkorzystniejsze.

Niżej rozpatrzemy tylko niektóre aspekty definiowania zadań tego typu, bez zagłębiania się w szczegóły ich rozwiązywania. Poprawne zdefiniowanie zadania można uważać za jego rozwiązanie, gdyż to ostatnie należy już do maszyny cyfrowej.



Zacznijmy od zagadnienia takiego rozdziału zasobów, które minimalizowałyby czas wykonania całego zadania<sup>4</sup>. Załóżmy, że dla wykonania całego przedsięwzięcia potrzebnych jest  $a$  różnych zasobów, których ilość w danym momencie jest z góry ustalona i wynosi odpowiednio  $A_1(t), A_2(t), \dots, A_s(t)$ . Dla uproszczenia załóżmy dalej, że do wykonania każdej czynności  $(P_i P_j)$  potrzebny jest jeden rodzaj posiadanych zasobów. Ponadto znane jest zużycie tego zasobu w ciągu jednostki czasu. Będziemy je nazywać intensywnością  $(r_{ij}^k)$  zużycia danego materiału. Symbol  $(r_{ij}^k)$  oznacza ilość zużycia  $k$ -tego zasobu w ciągu jednostki czasu na wykonanie czynności  $(P_i P_j)$ .

Zadanie polega na takim rozdzieleniu zasobów między poszczególne czynności, aby przy z góry ustalonych ograniczeniach tych zasobów zapewnić minimalny czas wykonania całego zadania.

Jeżeli znamy czas  $t_{ij}$  trwania czynności  $(P_i P_j)$ , to ilość  $k$ -tego zasobu potrzebnego na wykonanie tej czynności obliczymy według następującego wzoru:

$$W_{ij}^k = t_{ij} r_{ij}^k \quad (10.10)$$

Wówczas globalne zużycie  $k$ -tego zasobu potrzebnego na wykonanie całego zadania oblicza się następująco:

$$\sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k = \sum_{(P_i P_j)} r_{ij}^k t_{ij} \quad (10.11)$$

Jeżeli założymy, że ilość tego zasobu w każdym momencie czasu jest stała, tzn.  $A_k(t) = A_k$  ( $k = 1, \bar{1}, \dots, s$ ), wówczas dolną granicę czasu wykonania całego przedsięwzięcia można obliczyć następująco:

$$T = \max_k \left\{ \frac{1}{A_k} \sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k \right\} \quad (10.12)$$

Wielkość ta oczywiście nie może być mniejsza niż obliczony najwcześniejszy czas  $(T_n)$  zrealizowania danego przedsięwzięcia, dlatego też należy rozdzielić posiadane zasoby tak, aby była zachowana nierówność:

$$T \geq \max \left\{ T_n, \max_k \frac{1}{A_k} \sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k \right\} \quad (10.13)$$

Zajmiemy się teraz zagadnieniem odwrotnym do tego, które zdefiniowane jest wyżej. Niech czas wykonania całego przedsięwzięcia będzie z góry zadany. Należy tak rozdzielić posiadane zasoby, tzn. wskazać początek rozpoczęcia poszczególnych czynności z uwzględnieniem za-

<sup>4</sup> Patrz [3].

leżności technologicznych, aby zużycie zasobów było w jakimś sensie optymalne.

Analogicznie jak w poprzednim zadaniu zakłada się, że zadane są czasy trwania poszczególnych czynności oraz znane są intensywności zużycia danego zasobu, przy czym jednak, tak jak poprzednio, intensywności te są stałe w każdym momencie czasu. Przed przystąpieniem do sformułowania zadania należy ustalić przede wszystkim kryterium optymalności.

Dla uproszczenia założymy, że dla wykonania wszystkich czynności potrzebny jest tylko jeden rodzaj zasobu. Obliczymy średnie zużycie tego zasobu w ciągu jednostki czasu, np. w ciągu dnia. Można to zrobić posługując się następującym wzorem:

$$R_{\text{sr.}} = \frac{1}{T} \sum_{(P_i P_j)} r_{ij} t_{ij} \quad (10.14)$$

gdzie:

$R_{\text{sr.}}$  — średnie zużycie określonego zasobu w jednostce czasu,

$T$  — zadany czas wykonania całego przedsięwzięcia,

$r_{ij}$  — intensywność zużycia danego zasobu przy wykonywaniu czynności  $(P_i P_j)$ ,

$t_{ij}$  — czas trwania czynności  $(P_i P_j)$ .

Zużycie zasobu  $R$  w momencie  $t$  jest zmienną losową, która ma wartość oczekiwaną  $R_{\text{sr.}}$ . Wówczas jako miarę nierównomierności zużycia zasobu  $R$  przy realizacji całego przedsięwzięcia można przyjąć średni kwadrat odchylenia zmiennej losowej od jej wartości oczekiwanej. Wielkość tę oblicza się według następującego wzoru:

$$W = \frac{1}{T} \int_0^T [R(t) - R_{\text{sr.}}]^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T R^2(t) dt - R_{\text{sr.}}^2 \quad (10.15)$$

Optymalnym będziemy nazywali takie rozdzielenie zasobów, przy którym całe przedsięwzięcie będzie wykonywane w przeciągu ustalonego czasu  $T$  i wielkość  $W$  będzie minimalna.

Inne kryterium optymalności otrzymamy, jeżeli jako wskaźnik nierównomierności zużycia określonego zasobu przyjmiemy maksymalną wartość bezwzględną różnicy zużycia zasobu  $R(t)$  w każdym momencie czasu  $t$  i średniego zużycia tego zasobu w przeciągu czasu  $T$ . Taki współczynnik nierównomierności obliczymy więc na podstawie następującego wzoru:

$$W = \max_{t \in [0, T]} [R(t) - R_{\text{sr.}}] \quad (10.16)$$



Rozdział zasobów będzie optymalny wówczas, jeśli wskaźnik ten osiągnie wartość minimalną.

Wreszcie jeśli jako miarę nierównomierności zużycia zasobu  $R$  przyjmujemy maksymalne zużycie tego zasobu w ciągu jednostki czasu, wielkość  $W$  obliczymy według wzoru:

$$W = \max_{t \in [0, T]} R(t) \quad (10.17)$$

a optymalne będzie takie rozdzielenie zasobów, dla którego wartość  $W$  jest najmniejsza.

### 10.7. UWAGI KOŃCOWE

Na przykładzie prostego przedsięwzięcia urządzenia wystawy przemysłowej, który był rozpatrywany w podrozdziale 10.2, zademonstrujemy

:401 02341:
organizowanie wystawy przemysłowej
:401 01200: 4 0
:013 01220:
0,1:2:7,2:3:8,2:4:3,2:6:3,3:5:5,3:6:5,
4:5:5,5:6:8,6:7:2, =

Rys. 10.4. Tabulogram danych wejściowych

organizowanie wystawy przemysłowej							
ODRA 1003							
PERT k2							
analiza drogi krytycznej							
czynność		zapas		początek		koniec	
zp	zn	czas	czasu	nw	np	nw	np
1	2	7	0 =	0	0	7	7
2	3	8	0 =	7	7	15	15
3	5	5	0 =	15	15	20	20
5	6	8	0 =	20	20	28	28
6	7	2	0 =	28	28	30	30
2	4	3	5	7	12	10	15
4	5	5	5	10	15	15	20
3	6	5	8	15	23	20	28
2	6	3	18	7	25	10	28

Rys. 10.5. Tabulogram wyników

zastosowanie maszyny cyfrowej do analizy drogi krytycznej. Do tego celu maszyna ODRA 1003 wyposażona jest w podprogram nr 03-IV-131. Zgodnie z wymaganiami tego podprogramu dane wejściowe o przedsięwzięciu należy przedstawić tak, jak to pokazano na załączonym tabulogramie (rys. 10.4).

Tabulogram analizy drogi krytycznej pokazany jest na rys. 10.5. Droga krytyczna na tabulogramie oznaczona jest znakiem „=”.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Idźkiewicz A.: *PERT — metody analizy sieciowej*, Warszawa 1967.
- [2] Klatka N.: *Z PERT-em per ty*, Warszawa 1968.
- [3] Radczyk I., Żuchowickij S.: *Matiematyczeskije metody sitiewogo planirowanija*, Moskwa 1965.



## 11. SYSTEMY INFORMACYJNE

### 11.1. UWAGI WSTĘPNE

Żywiolowość postępu technicznego i dynamiczny rozwój dziedzin nauki sprawiły, iż od pewnego czasu problemem o dużym znaczeniu stało się zjawisko eksplozji informacji. Według oszacowań amerykańskich w 1970 r. w samych Stanach Zjednoczonych ukazało się około 500 000, a na całym świecie około 1 500 000 publikacji, przy czym liczby te nie obejmują publikacji o ograniczonym rozpowszechnianiu, jak np. sprawozdań z konferencji czy bezpośredniej wymiany informacji między ośrodkami. W każdym zaś następnym roku liczby te z pewnością będą wykazywać tendencję rosnącą.

Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest zagrożenie prawidłowości rozwoju nauki i życia gospodarczego. Olbrzymia ilość informacji ukazujących się w publikacjach nie dociera bowiem do potencjalnego odbiorcy, którego możliwości dostępu i pobieżnego chociażby zapoznania się z interesującymi go problemami są z natury rzeczy ograniczone. Stąd też coraz częstsze stają się przypadki rozwiązywania problemów, które w innych ośrodkach zostały już rozwiązane, wiele przedsięwzięć naraża się na olbrzymie straty w wyniku naruszenia obcych patentów i coraz trudniejszą staje się praca w dużych bibliotekach, gdzie przyrost księgozbiorów i rotacja pozycji przybierają rozmiary wybiegające poza zakres możliwości operacyjnych człowieka. Zjawisko istnienia coraz większej ilości informacji pociąga za sobą tak nieuniknione następstwa, jak np. wytwarzanie się pewnych zamkniętych obszarów informacji i użytkowników, którzy tę informację zapisują w postaci zrozumiałej niemal wyłącznie dla siebie. Pojawia się w ten sposób nowa bariera, nie pozwa-

lająca na przekazywanie określonej informacji innym, potencjalnym użytkownikom i tym samym informacja ta nie jest racjonalnie wykorzystywana. Bez trudu można wskazać na przykłady informacji znanych matematykom czy fizykom, które mogłyby znaleźć szersze zastosowanie w ekonomii, lecz przeszkodą staje się forma zapisu tej informacji — dla wielu zbyt trudna do zrozumienia. Podobne przykłady można znaleźć w obrębie nawet jednej dziedziny nauki, co bardzo jaskrawo wskazuje na wagę problemu. Dlatego też istotne staje się znalezienie środków zaradczych, które pozwoliłyby na stosunkowo swobodne korzystanie z ukazujących się informacji naukowych czy nowych rozwiązań technicznych oraz na dostęp do informacji, która normalnie pozostałaby poza naszą specjalnością, chociaż jest dla nas użyteczna.

## 11.2. ANALIZA SYSTEMU INFORMACYJNEGO

Problem operowania zasobami informacji występuje nie tylko w przypadku korzystania z publikacji naukowych czy technicznych. Generalnie rzecz biorąc, występuje on wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z masowym przekazywaniem informacji, przy czym przekazywanie to rozciągnięte jest na stosunkowo długi odcinek czasu. Należy zwrócić jednak uwagę na fakt, że pojęcie informacji nie jest jednoznacznie zdefiniowane. Dla naszych celów przez *informację* rozumiemy będziemy nie tylko wiadomość będącą produktem mózgu człowieka, lecz również każdą wiadomość o procesach i stanach dowolnej natury, która może być odebrana, a następnie wykorzystana przez organy zmysłów człowieka. Zgodnie z tym o zbiorach informacji możemy mówić w przypadku księgozbioru w bibliotece, jak również wtedy, gdy operujemy kartoteką zawierającą dane dotyczące pewnych zasobów materiałowych w przedsiębiorstwie.

Nie będziemy zajmować się tutaj względnie prostymi przypadkami przekazywania informacji. Ważniejszym dla nas będzie zagadnienie, w którym występować będzie lokalizacja informacji, pozwalająca na wielokrotne i wszechstronne jej wykorzystanie przez wielu użytkowników.

System uwzględniający:

- gromadzenie informacji,
- analityczne opracowanie informacji,
- ewidencjonowanie i przechowanie tej informacji,
- wyszukiwanie i udostępnianie żądanych informacji,



nazywać będziemy *systemem informacyjnym*. Rozpatrzmy teraz szczegółowo czynności, które występują w systemie informacyjnym<sup>1</sup>.

1. Pierwszą grupę czynności stanowi:

- wprowadzenie informacji do systemu,
- przeprowadzenie analizy dokumentu, na którym znajduje się wprowadzona informacja,
- sklasyfikowanie dokumentu,
- dokonanie w języku symbolicznym opisu danego dokumentu.

Dokument, na którym informacja wprowadzana jest do systemu, nazywamy *dokumentem pierwotnym*. Informacja podana na dokumencie pierwotnym występuje najczęściej w formie nie nadającej się do bezpośredniego włączenia do systemu. Język zapisu tej informacji, zrozumiały dla człowieka, jest na ogół nie przystosowany do wykorzystania go w maszynie, a ponadto w samym zapisie informacji występują często symbole powtarzające tę samą informację i wobec tego zbyteczne. Tymczasem język systemu musi być z wielu względów językiem symbolicznym, przy czym stosowana symbolika musi wykazywać pewną jednorodność uwarunkowaną wykorzystywaniem w systemie maszyn. Konieczne staje się zatem formalizowanie języków poszczególnych dziedzin nauki czy w ogóle życia, formalizowanie procesów wnioskowania, opracowanie translatorów i metod programowania procesów informacyjnych tak, aby informacja zrozumiała dla człowieka mogła być przekształcona przez maszynę bez zniekształceń jej semantycznej treści. Problem translacji języków zajmuje poczesne miejsce w pracach nad systemami informacyjnymi. Spośród sformalizowanych języków, które znalazły zastosowanie w systemach informacyjnych ze względu na swój formalizm i łatwość translacji informacji zapisanej w języku naturalnym na zapis w danym języku, można wymienić:

- języki typu klasyfikacji bibliograficznej, np. alfabetyczne i numeryczne katalogi bibliotek,
- systemy klasyfikacji przedmiotowej, w których hasła przedmiotowe wykorzystane są do oznaczenia treści dokumentów,
- języki typu deskryptorowego, które są właściwie rozwinięciem systemów klasyfikacji przedmiotowej.

Przy tworzeniu dużych systemów informacyjnych na szczególną uwagę zasługują przede wszystkim języki typu deskryptorowego. Buduje się je na podstawie języków naturalnych z tzw. wyrazów kluczowych,

<sup>1</sup> Opracowane według [2].

stanowiących najbardziej charakterystyczne wyrazy, parametry ilościowe, nazwy słowne itd., występujące w dokumentach danego zbioru i w obrębie danego systemu informacyjnego. Wyrazy kluczowe łączy się w grupy wyrazów bliskoznacznych, np. „książka”, „podręcznik”, „powieść”, „skrypt” itp. Jeden z tych wyrazów może określać teraz całą grupę. Tak wybranego reprezentanta nazywamy *deskryptorem*. Oczywiście deskryptorem nie musi być wyraz. Może być nim również liczba czy umowny symbol.

Odwzorowaniem dokumentu danego zbioru informacyjnego jest więc zestaw deskryptorów najbardziej charakterystycznych dla treści tego dokumentu. Aby ujednoczyć zestaw deskryptorów i uniknąć przyporządkowywania różnych deskryptów tej samej grupie wyrazów lub tego samego deskryptora różnym grupom wyrazów kluczowych, tworzy się specjalne słowniki deskryptorów, zwane *tezaurusami*. Są to swojego rodzaju księgi szyfrów, obowiązujących w danej dziedzinie wiedzy. Można też mówić o tezaurusach bardziej ogólnych, jakimi są wszelkiego rodzaju słowniki językowe, np. *Słownik języka polskiego*. Prawidłowo sporządzony tezaurus cechują następujące własności:

— zawiera zestaw wszystkich potrzebnych deskryptorów wraz z określeniami bliskoznacznymi, które uważane są również za wyrazy kluczowe,

— odzwierciedla zależności między określeniami, a więc istniejącą wśród określeń hierarchię, funkcjonalne podobieństwo, relacje przyczyny—skutki czy części—całości itp.,

— podaje reguły tłumaczenia wyrazów kluczowych języka naturalnego na dyskrytorowy język informacyjny.

Stworzenie pełnego tezausa jest sprawą żmudną i skomplikowaną. Dlatego też w chwili obecnej jeszcze żadna z dziedzin wiedzy nie może pochwalić się posiadaniem jednolitego tezausa. Prace nad ich tworzeniem są jednak bardzo zaawansowane. Jest to bowiem sprawa tak pilna, iż nie wolno jej odkładać na lata przyszłe, zarówno ze względu na konieczność rozwijania systemów informacyjnych, jak również dlatego, że korzyści płynące z wykorzystywania tezaurusów są bez trudu dostrzegalne dla każdego, kto zetknął się z problemem wyszukiwania potrzebnych mu informacji.

Posiadając potrzebny tezaurus, można przystąpić do wykonywania wymienionych na wstępie czynności. Wprowadzenie informacji do systemu, dokonanie analizy dokumentów, na których zapisana jest ta informacja oraz dokonanie opisu zawartości dokumentów i nadanie im



symboli klasyfikacyjnych łącznie z przyporządkowaniem odpowiednich deskryptorów, to czynności, które muszą być w zasadzie wykonane przez człowieka. Czynione są próby przekazania niektórych z tych czynności maszynom. I tak automatycznie mogą być wykonywane: czynność porównywania wybranych wyrazów kluczowych z deskryptorami, wybór deskryptorów z analiz dokumentacyjnych względnie z tytułów dokumentów czy wreszcie porządkowanie i drukowanie deskryptorów. Zdać sobie trzeba jednak sprawę z faktu, że pełnej automatyzacji wszystkich czynności nie da się jeszcze długo osiągnąć.

2. Drugim etapem tworzenia systemu informacyjnego jest magazynowanie informacji. Należy przez to rozumieć:

— włączenie danego dokumentu pierwotnego do zbioru informacji pod określonym adresem,

— określenie na dokumencie pochodnym adresu umożliwiającego odszukanie dokumentu pierwotnego,

— włączenie dokumentu pochodnego do zbioru dokumentacyjnego.

Magazynowanie informacji jest podstawową czynnością systemu informacyjnego. Tę część systemu informacyjnego, w której przechowujemy informacje, nazywać będziemy *pamięcią systemu informacyjnego*.

Ważnymi parametrami pamięci są pojemność oraz czas dostępu do danej informacji. Praktyka wskazuje, że najkorzystniejsze wyniki uzyskuje się stosując dwie niezależne pamięci — jedną, zawierającą zbiór symbolicznych zapisów dokumentów wraz z adresami dokumentów pierwotnych oraz drugą, zawierającą zbiór dokumentów pierwotnych. Proces wyszukiwania informacji sprowadza się wtedy do dwóch etapów:

— identyfikacji adresów dokumentów zawierających pożądaną informację,

— wyszukiwania danych dokumentów według adresów.

Przy wykorzystaniu szybkiej maszyny cyfrowej czas trwania pierwszej z tych czynności może być mierzony w mikrosekundach, a czas trwania poszukiwań pożądaných dokumentów czy informacji może nie przekraczać kilkudziesięciu sekund.

W organizacji zbiorów dokumentów stosuje się dwa warianty organizacji: prostą i odwracalną. Warianty te przedstawimy na przykładzie kartotek, lecz zasada jest słuszna również w przypadku innych, niż karty, nośników pamięci.

W *kartotece prostej* pełny opis symboliczny danego dokumentu figuruje na karcie jako nagłówek, natomiast w polu informacyjnym karty umieszcza się oryginał, zapis lub adres przechowywania dokumentu

(lub grupy dokumentów), odpowiadającego w pełni danemu opisowi. Przy wyszukiwaniu dokumentu należy przeglądać po kolei karty, porównując ich nagłówki z wprowadzonym do systemu zapytaniem.

W *kartotece odwracalnej* nagłówkiem karty jest pewien dyskryptor z zestawu, zaś w polu informacyjnym zapisuje się adresy (symbole klasyfikacyjne lub sygnatury) wszystkich dokumentów zbioru, których symboliczne opisy zawierają dany dyskryptor.

Tablica 11.1

*Przykład kartoteki prostej i odwracalnej*

Organizacja prosta		Organizacja odwracalna	
symbole klasyfikacyjne (adresy)	deskryptory	deskryptory	symbole klasyfikacyjne (adresy)
123	A B C D	A	123 234
234	A C	B	123 345
345	B C D	C	123 234 345 456
456	C D	D	123 345 456

Zestawiając cechy tych wariantów w jednej tablicy otrzymamy schemat zawarty w tablicy 11.1. Każdy z tych wariantów ma swoje zalety i wady. Organizacja prosta może być bardziej opłacalna i wygodniejsza w przypadku, gdy system dyskryptorów obejmuje również reguły gramatyczne. Organizacja odwracalna natomiast jest bardziej elastyczna i korzystniejsza w przypadku stosowania dyskryptorów bez gramatyki. Wymaga ona jednak stałej kolejności kart w kartotece czy komórek pamięci w urządzeniu pamięciowym maszyny; procedura wprowadzania zapytania do systemu jest również trudniejsza niż przy organizacji prostej. Porównanie poszczególnych zalet i wad obu organizacji przedstawia tablica 11.2.

Następnymi czynnościami, które występują w systemie informacyjnym, są:

3. Wprowadzenie zapytania do systemu — przekład zapytania z języka naturalnego na język symboliczny.

4. Porównanie symbolicznego opisu zapytania z opisami wszystkich dokumentów lub z grupą dokumentów.

5. Sprawdzenie, według określonego kryterium, zgodności znaczenia symbolicznego opisu zapytania z opisami wybranych dokumentów i pod-



Porównanie prostej i odwracalnej organizacji zbiorów

Kryterium	Organizacja zbioru	
	prosta	odwracalna
Czas przetwarzania	dłuższy dla wyszukiwania, lecz krótszy dla aktualizacji	wolniejszy dla aktualizacji, szybszy dla wyszukiwania, szczególnie w systemie dostępu przypadkowego
Liczba zapytań	dowolna, czas przetwarzania wzrasta znacznie, jeżeli zapytania zawierają ponad 6-7 stwierdzeń logicznych	zaleca się ograniczenie do 5 stwierdzeń logicznych w jednym zapytaniu, aby nie komplikować zbytnio systemu
Kategorie zapytań	stwierdzenia logiczne „I”, „LUB”, „NIE”, „POZA”, „POMIĘDZY” są łatwo stosowane	„POZA”, „POMIĘDZY” nastrożają pewne trudności w programie i organizacji pamięci
Pamięć operacyjna EMC	ograniczenia nie występują	ograniczenia występują w rozmieszczeniu pamięci dla nieznanego liczby adresów przyporządkowanych poszczególnym deskryptorom
Pamięć zewnętrzna EMC	najodpowiedniejsza pamięć taśmowa; czas wyszukiwania zależy od liczby deskryptorów w opisie	najodpowiedniejsza magnetyczna pamięć dyskowa i kartowa; liczba deskryptorów w opisie nie wpływa na czas wyszukiwania w takim stopniu, jak przy organizacji prostej

Źródło: Patrz [2].

jęcie decyzji o wydaniu lub niewydaniu zawartości dokumentów (względnie adresów).

6. Wyprowadzenie informacji z systemu — przekład zapisu dokumentu (adresu) z języka symbolicznego na język naturalny.

Przełgądając raz jeszcze powyższe czynności, nietrudno uzmysłowić sobie, że w chwili obecnej żaden z systemów informacyjnych nie może być systemem automatycznym, funkcjonującym bez istotnej ingerencji

człowieka. Staje się to widoczne przy rozpatrywaniu czynności pierwszej i trzeciej, tj. czynności indeksowania zarówno dokumentów, jak i zapytań. Pozostałe czynności można natomiast bez trudu przekazać maszynie, która wykona je bez porównania precyzyjniej i szybciej.

Omawiając zagadnienia tworzenia systemów informacyjnych należy również zwrócić uwagę na problemy wyłaniające się w trakcie wdrażania tych systemów. Decyzja o tworzeniu systemu informacyjnego (o ile nie jest to system eksperymentalny) musi być poprzedzona dokładnym rozważaniem i analizą następujących zagadnień:

- 1) użyteczności systemu, zakresu użytkowników i rodzaju danych, które mają być włączone do systemu,
- 2) komunikacji między systemem a użytkownikiem oraz komunikacji wewnątrz systemu,
- 3) doboru charakterystyk określających adekwatnie dane zbioru informacji wprowadzanych i wyprowadzanych z systemu,
- 4) organizacji zbioru kartoteki, która jest zależna również od objętości, jaką w danym systemie przewidujemy.

Innym zagadnieniem, które nie jest związane z samym systemem, a jednocześnie należy do niezwykle istotnych, jest problem czasu tworzenia systemu informacyjnego. Często może mieć miejsce sytuacja, że w rozpatrywanym okresie można się jeszcze obejść bez takiego systemu, lecz wszelkie opóźnienia mogą uniemożliwić stworzenie go w przyszłości, a tym samym mogą niezwykle utrudnić pracę placówki, w której system ma być wprowadzony. W takich przypadkach myślenie perspektywiczne musi być ważnym czynnikiem podejmowania decyzji.

### 11.3. WYBRANE PROJEKTY AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH

Większość istniejących systemów informacyjnych związana jest z wyszukiwaniem informacji bibliograficznej. Niemniej z powodzeniem czynione są próby tworzenia systemów informacyjnych dotyczących rejestracji patentów czy ewidencji danych typu statystycznego. W podanych poniżej przykładach nie będziemy omawiać szczegółowo poszczególnych systemów informacyjnych i ograniczymy się jedynie do podania charakterystycznych cech rozpatrywanego systemu. Przykłady te wskazują wyraźnie na tendencje rozwojowe i zasięg zastosowań systemów informacyjnych<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Opracowane według [3].



Najprostsze są systemy oparte na Uniwersalnej Klasyfikacji Dziesiętnej. Przykładem może być system zastosowany przez Instytut Rolniczy w Anglii, którego celem jest klasyfikacja informacji zawartych w książkach, sprawozdaniach itp., dotyczących pewnej grupy dziedzin nauki. Do zanotowania informacji stosuje się karty dziurkowane 80-kolumnowe, przy czym wykorzystanie kolumn jest następujące:

1) kolumny 1–24 są przeznaczone dla poszczególnych działów wybranych przez Instytut; każdy dział posiada swój numer, przy czym możliwe jest wprowadzenie poddziałów poprzez dołączenie dodatkowych cyfr, np.:

- 51 — matematyka,
- 53 — fizyka,
- 57 — nauki biologiczne,
- 631 — ogólne zagadnienia rolnictwa,
- 632 — choroby roślin i ochrona roślin, szkody w roślinności,
- 633 — uprawy roślin;

2) kolumny 25–30 przeznaczone są dla każdego innego działu nie uznanego za podstawowy;

3) kolumny 31–32 zawierają rok publikacji;

4) kolumna 33 określa kraj, gdzie ukazała się publikacja,

5) kolumna 34 określa typ publikacji,

6) kolumny 35–80 zawierają tytuł i autora publikacji.

Przy zastosowaniu maszyny IBM 101 czas przeszukiwania 10 000 kart wynosi około 20 minut, przy czym zastosowanie pewnych dodatkowych przystawek elektronicznych znacznie skraca ten czas.

Na terenie USA eksploatuje się już wiele systemów o dużym stopniu automatyzacji. Obejmują one głównie biblioteki o dużym zasięgu wymiany bibliograficznej, jak np. Biblioteka Kongresu (system MARC), Narodowa Biblioteka Medyczna (system MEDLARS) czy Narodowa Biblioteka Rolnicza.

System MARC (MACHINE — READABLE CATALOGING DATA) rozpoczęto opracowywać już w 1958 r. w ramach ogólnego programu automatyzacji. Uwzględniono w nim automatyzację 3 kierunków:

- 1) ewidencję zbiorów wraz z ich aktualizacją,
- 2) wyszukiwanie dokumentów,
- 3) kontrolę nadchodzących periodyków.

W programie tego systemu przewidziano automatyzację ewidencji oraz wymianę aktualnego katalogu z 16 bibliotekami USA i Kanady. Kata-

log przesyłany jest na taśmach magnetycznych, na których zapis uwzględnia:

- zbiór pozycji według kart katalogowych Biblioteki Kongresu,
- zbiór pozycji według indeksu przedmiotowego,
- zbiór pozycji według autorów,
- zbiór pozycji według tytułów publikacji.

Z zapisów tych, dostosowanych do odtwarzania przez maszyny cyfrowe IBM 1401 i IBM 360, biblioteki mogą drukować odpowiednie wyciągi i karty katalogowe.

System MEDLARS (MEDICAL LITERATURE ANALYSIS AND RETRIEVAL SYSTEM) został opracowany przy współpracy Anerbach Corporation. Jego zadaniem jest analiza i wyszukiwanie literatury z zakresu medycyny spośród 200 000 pozycji, jakie każdego roku ukazują się w tej dziedzinie. Zbiór informacji przechowywany jest na taśmach magnetycznych maszyny HONEYWELL 800, a nowe pozycje wprowadza się za pomocą taśmy perforowanej. Istotne jest to, że taśmę perforowaną uzyskuje się już w trakcie analizy dokumentacyjnej. System ten umożliwia uzyskanie wyników 3 rodzajów:

1) umożliwia wydawanie miesięcznika „Index Mediens” drukowanego na maszynie drukarskiej PHOTON 900, sterowanej taśmą perforowaną za pomocą przystawki elektronicznej; szybkość druku wynosi 600 znaków/s, gdy zwykły linotyp drukuje 2–3 znaki/s (o znaczeniu procesu automatyzacji druku może świadczyć fakt, że np. w sierpniu 1964 r. miesięcznik ten obejmował 609 stron, zawierając około 9 mln znaków, a czas przygotowania go nie przekroczył 1 tygodnia);

2) pozwala uzyskać bieżącą bibliografię;

3) umożliwia wyszukiwanie bibliografii na żądanie, przy czym system może selekcjonować 100 specyficznych, lecz złożonych zapytań dotyczących publikacji po 1962 r.

Eksplorację systemu rozpoczęto w styczniu 1966 r., a jego użyteczność sprawiła, że wprowadziły go również biblioteki medyczne uniwersytetów w Kalifornii, Colorado, Alabamie, Michigan, Massachusetts, a nawet biblioteki medyczne Wielkiej Brytanii i Szwecji.

System Narodowej Biblioteki Rolniczej jest zbliżony do systemu MEDLARS i obejmuje 14 bibliotek branżowych, rozmieszczonych w różnych miejscowościach USA, tworząc sieć informacyjną, w której przewidziano wymianę z innymi systemami informacyjnymi Ministerstwa Rolnictwa.

Uniwersytet Harvard opracował uniwersalny system pod nazwą SMART, bazujący na maszynie IBM 360. Podstawowym warunkiem,



jaki postawili sobie projektanci tego systemu, jest duża szybkość. W zbiorze informacji o wielkości od 250 000 dokumentów czas wyszukiwania potrzebnych dokumentów i podanie ich streszczenia lub mikrofilmów nie powinien przekraczać kilku sekund. Eksploatacja tego systemu przedstawia się następująco:

1. Pulpity odbiorców połączone z maszyną matematyczną ośrodka informacyjnego są ustawione w miejscach dogodnych dla użytkowników, np. w bibliotekach. Użytkownik wyszukuje na klawiaturze swój numer identyfikacyjny i potwierdzający prawo do korzystania z usług, po czym otrzymuje dostęp do programów komputera.

2. Użytkownik wpisuje zapytanie w języku naturalnym, przestrzegając pewnych ogólnych zasad, które zapewniają wystarczającą jasność zapytania.

3. Zapytanie porównuje się ze słownikiem deskryptorów i ustala się odpowiednią formę zapytania, umożliwiającą otrzymanie odpowiedzi.

4. Zapytanie we właściwej już formie porównuje się z zapisem dokumentów zbioru i wybiera się dokumenty związane z zapytaniem.

5. W ciągu kilku sekund od wprowadzenia zapytania system daje odpowiedź w postaci wykazu dokumentów — ich numerów inwentaryzacyjnych i nazw, ewentualnie łącznie z opisami bibliograficznymi lub streszczeniami, czy też w postaci wykazów numerów rolek i klatek mikrofilmów. System może również wydawać kopie mikrofilmów lub też demonstrować same dokumenty na ekranie.

6. Użytkownik ocenia odpowiedź systemu i ewentualnie koryguje zapytanie.

Innym systemem, na który warto zwrócić uwagę, jest system INTREX (INFORMATION TRANSFER EXPERIMENTS), realizowany przez Massachusetts Institute of Technology, który pozwala na równoległy dostęp do głównego zbioru wielu użytkownikom.

W Związku Radzieckim od kilku lat prowadzi się prace nad zastosowaniem maszyn matematycznych do systemów informacyjnych. Prace nad zautomatyzowaniem wyszukiwania informacji dotyczą głównie kierunków technicznych, takich jak elektrotechnika, radiotechnika, technika obliczeniowa itp., do których źródłem dokumentów pierwotnych są referaty z odpowiednich działów „Riefieratiwnogo Żurnala”. Eksperymentalne systemy: PUSTO — NIEPUSTO oraz SIETKA 3 stosują maszyny MIŃSK 2 i MIŃSK 22.

Również Polska może poszczycić się, że należy do krajów, w których problematyka związana z projektowaniem i zastosowaniem zautomaty-

zowanych systemów informacyjnych rozwija się coraz intensywniej. Dużym osiągnięciem jest pierwszy polski zautomatyzowany system informacji bibliograficznej INBI, w którym wykorzystuje się maszynę ZAM 41. System ten, wdrożony w 1967 r., służy m.in. do redagowania miesięcznika „Automatyzacja Przetwarzania Informacji — Bibliografia”, wydawanego przez Ośrodek Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej Instytutu Maszyn Matematycznych w Warszawie. W pierwszej wersji system INBI bazował na maszynie ZAM 21 (system INBI/A). Programy sporządzane były w Podstawowym Języku Programowania z informacjami bibliograficznymi perforowanymi na 5-kanalowej taśmie. Ze względu na to, że maszyna ZAM 21 wyposażona jest w pamięć operacyjną o pojemności 8K słów 24-bitowych oraz w pamięć bębnową o pojemności 32K słów 24-bitowych, tekst „Bibliografii” ograniczał się do 80 000 znaków, przy czym nie można było zwiększyć ilości czy też długości opisów. Dopiero wprowadzenie do systemu maszyny ZAM 41 (system INBI/B) wyposażonej w taśmę magnetyczną, gdzie na jednym krążku taśmy mieści się kilka milionów słów 24-bitowych, pozwoliło na szereg istotnych zmian i na zwiększenie możliwości systemu<sup>3</sup>.

System INBI umożliwia automatyzację następujących czynności z zakresu informacji bibliograficznej:

- okresowe (obecnie miesięczne) redagowanie biuletynu bibliograficznego IMM w przyjętym układzie klasyfikacji na podstawie kart dokumentacyjnych,
- sporządzanie zestawień bibliograficznych z posiadanego zbioru dokumentów według żądanych działów klasyfikacji,
- opracowanie różnych analiz statystycznych dotyczących posiadanego zbioru dokumentacyjnego,
- sporządzanie indeksów (skorowidzów) do biuletynu bibliograficznego według przyjętego układu klasyfikacyjnego.

Wykonane za pomocą systemu INBI biuletyny miesięczne oraz indeksy roczne wysyłane są prawie do wszystkich instytucji w Polsce, które zajmują się problemami elektronicznej techniki obliczeniowej. Efektem doświadczeń przeprowadzonych w trakcie tworzenia i wykorzystania systemu jest ponadto równoczesne podjęcie prac nad systemem automatycznego sporządzania indeksu permutacyjnego typu KWOC

<sup>3</sup> Opracowano według [1]. Opis nowego systemu IBIS, który jest rozwinięciem systemu INBI, czytelnik może znaleźć w pracy [4].



(Key — Word — Out — of — Context = wyraz kluczowy poza kontekstem). W systemie tym wyraz znaczący zostaje wyprowadzony poza kontekst, a wszystkie teksty, w których ten wyraz występuje, drukowane są obok w pełnej długości. System ten opracowany został w 1968 r. przez Centralny Instytut Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej oraz Instytut Maszyn Matematycznych w Warszawie.

Zakład Obliczeniowy ZETO ZOWAR Warszawa opracował automatyzację wydawania „Informatora o zakończonych pracach naukowych i naukowo-badawczych”, przy czym w pracy systemu wykorzystywana jest maszyna IBM 1440. Danymi źródłowymi są karty dokumentacyjne zawierające informacje, symbol Uniwersalnej Klasyfikacji Dziesiętnej, dane bibliograficzne, streszczenie pracy, deskryptory. System po odpowiednim przetworzeniu umożliwia wydrukowanie:

- informatora właściwego w układzie UKD,
- indeksu autorskiego uporządkowanego alfabetycznie,
- indeksu rzeczowego uporządkowanego alfabetycznie,
- spisu treści w układzie UKD z wymienieniem działów i poddziałów oraz odpowiednich stron.

W Centrum Obliczeniowym PAN opracowano system służący do automatycznego sortowania informacji alfanumerycznych. System ten związany jest ze sporządzaniem haseł przedmiotowych w układzie alfabetycznym. Do rozwiązania zadania sortowania wykorzystano maszynę URAL 2. Przykładami systemów informacyjnych nie związanych z zagadnieniami natury bibliograficznej mogą być systemy opracowane w ZETO Wrocław oraz na Politechnice Wrocławskiej. Pierwszy z nich dotyczy ewidencji osobowej pracowników Zakładów Urzędzeń Przemysłowych w Nysie, zaś drugi związany jest z rejestracją patentów. Zalety istniejących systemów, zebrane doświadczenia podczas ich tworzenia pozwalają wnioskować, że najbliższe lata przyniosą nowe rozwiązania o szerszym niż dotychczas zasięgu.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Makowski A.: *INBI — System przetwarzania na EMC informacji bibliograficznych*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 3.
- [2] Prawdzic D., Targowski A.: *Automatyzacja wyszukiwania informacji*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 3.
- [3] Prawdzic D., Targowski A.: *Stosowanie komputerów w procesie informacji naukowej i technicznej*, „C.I.I.N.T.E.” 1968, nr 1.
- [4] Wierzbowski J.: *IBIS — System wyszukiwania informacji*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 7-8.

## 12. SYSTEMY EWIDENCYJNE

Dużą i pracochłonną grupą czynności składających się na funkcje zarządzania są czynności ewidencyjne. Rozróżnia się trzy rodzaje ewidencji:

- 1) ewidencję operatywną,
- 2) rachunkowość,
- 3) ewidencję statystyczną (sprawozdawczość).

*Ewidencja operatywna* jest to taki rodzaj ewidencji informacji ekonomicznej, który ma na celu szybkie dostarczenie kierownictwu opracowanych wskaźników, bezpośrednio potrzebnych do kierowania procesem produkcyjnym.

*Rachunkowość* jest tym działem ewidencji, który opracowuje syntetyczne wskaźniki, informujące kierownictwo przedsiębiorstwa o wynikach jego działalności.

*Ewidencja statystyczna* ma na celu prowadzenie głębszej analizy działalności przedsiębiorstwa, porównywanie jej z okresem ubiegłym, informowanie o wykonaniu podstawowych zadań planowych w zakresie wskaźników syntetycznych i bardziej szczegółowych<sup>1</sup>.

Dostarczanie przez wymienione trzy rodzaje ewidencji różnego rodzaju informacji (wskaźników) jest oparte na bardzo szerokim materiale źródłowym. Dlatego też można powiedzieć, że wspólną cechą ewidencji jest *masowość informacji źródłowej na „wejściu” i bogaty materiał liczbowy na „wyjściu”*.

Oprócz masowości informacji źródłowej, jaka charakteryzuje ewidencję, drugą cechą szczególną jest pracochłonność wykonywanych czynności obrachunkowych. W związku z tym cel, jaki stoi przed ewidencją,

<sup>1</sup> Patrz [6].



tj. dostarczanie szybko, dokładnie wyliczonych i w różnych układach sporządzonych zestawień, jest przy technice ręcznej prawie nieosiągalny. Dlatego jedynym środkiem, zapewniającym osiągnięcie zadania stojącego przed ewidencją, jest zastosowanie maszyn liczących, a przede wszystkim EMC. Jak wykazały badania, czynności obrachunkowe, które zajmują ponad 70% czasu przeznaczanego na wykonanie prac obrachunkowych, można przekazać do wykonania maszynom.

Jedną z dziedzin (agend) w przedsiębiorstwie, która spełnia wszystkie wyżej omówione warunki ewidencji, jest „ewidencja stanów, obrotów i zużycia materiałów oraz przedmiotów nietrwałych”. Na przykładzie tej właśnie agendy zostanie przedstawiona możliwość zastosowania elektronicznej maszyny cyfrowej.

### 12.1. CHARAKTERYSTYKA AGENDY

Cały obrót materiałami w przedsiębiorstwie oraz stan ich zapasów w magazynach jest ewidencjonowany w układzie trójstopniowym:

- 1) ewidencji ilościowej,
- 2) ewidencji ilościowo-wartościowej,
- 3) ewidencji wartościowej.

Ewidencję ilościową i ilościowo-wartościową prowadzi się w podziale na magazyny i wypożyczalnie przedmiotów nietrwałych.

Ewidencję wartościową prowadzi się w księgowości finansowej w podziale na konta materiałowe i gałęzie SWW (Systematycznego Wykazu Wytworów), na podstawie zapisów wartościowych sporządzanych przez księgowość materiałową.

Ewidencja ilościowa jest prowadzona przez poszczególne magazyny lub wypożyczalnie, na urządzeniach ewidencyjnych ogólnie stosowanych — kartotekach ilościowych. Kartoteki ilościowe są prowadzone oddzielnie dla każdego rodzaju materiałów. Rejestruje się na nich przychody, rozchody i stany materiału w magazynie lub wypożyczalni (przedmioty nietrwałe w użytkowaniu).

Ewidencję ilościową w magazynie prowadzi się oddzielnie dla każdego asortymentu (rodzaju) materiału zakupionego lub pochodzącego z produkcji własnej. Ewidencję ilościową przedmiotów nietrwałych w wypożyczalni prowadzi się dla każdego asortymentu z uwzględnieniem użytkowników.

Ewidencja ilościowo-wartościowa jest prowadzona w księgowości materiałowej w formie kartoteki ilościowo-wartościowej, oddzielnie dla każ-

dego magazynu, w układzie jak ewidencja ilościowa w magazynie. Ewidencja ilościowo-wartościowa przedmiotów nietrwałych w użytkowaniu jest prowadzona w sposób uproszczony, według obowiązujących wytycznych.

Zgodność zapisów (stanów) w kartotece ilościowej w magazynie jest comiesięcznie kontrolowana (uzgadniana) ze stanem ilościowym w kartotece ilościowo-wartościowej w księgowości materiałowej. Różnice (np. z powodu błędnych zapisów) pomiędzy stanami ilościowymi są księgowane na podstawie nieznormalizowanego formularza.

Obok kontroli (uzgadniania) stanów w kartotekach ewidencyjnych podstawowym czynnikiem kontroli jest inwentaryzacja materiałów. Spisu inwentaryzacyjnego dokonuje się na powszechnie stosowanym „Arkuszu spisu z natury”. Różnice (ilościowe i wartościowe) pomiędzy stanem z natury a stanem ewidencyjnym są weryfikowane i ewidencjonowane według powszechnie obowiązujących zasad i na powszechnie stosowanych dokumentach.

Dla jasności omawianego przykładu założono, że inwentaryzacja stanów magazynowych jest przeprowadzana metodą okresową.

Podstawą prowadzenia ewidencji ilościowej w magazynie oraz ewidencji ilościowo-wartościowej w księgowości materiałowej, są następujące dokumenty źródłowe:

1) dokumenty przychodowe:

- „Pz — Przychód z zewnątrz”,
- „Po — Przychód odpadów”,
- „Zw — Zwrot materiałów”,
- „Mm(+) — Przesunięcie międzymagazynowe”,
- „Pw — Przychód z produkcji własnej”,

2) dokumenty rozchodowe:

- „Rw — Pobranie materiałów”,
- „Wz — Wydanie na zewnątrz”,
- „Mm(-) — Przesunięcie międzymagazynowe”.

Podstawą prowadzenia ewidencji ilościowej w wypożyczalni oraz ewidencji ilościowo-wartościowej w księgowości materiałowej, są następujące dokumenty źródłowe:

1) dokumenty przychodowe:

- „Rw — Przychody przedmiotów nietrwałych (rozchód z magazynu)”,
- „Mn(+) — Zmiana miejsca użytkowania przedmiotu nietrwałego”,



2) dokumenty rozchodowe:

- „Zw — Zwrot przedmiotów nietrwałych na magazyn”,
- „Mn(—) — Zmiana miejsca użytkowania przedmiotu nietrwałego”,
- „Ln — Likwidacja przedmiotów nietrwałych”.

Wszystkie dokumenty źródłowe — przychodowe i rozchodowe — na podstawie których ewidencjonuje się obrót w kartotece ilościowo-wartościowej, są wyceniane według stałych cen ewidencyjnych.

W ramach poszczególnych rodzajów dokumentów przychodowych i rozchodowych rozróżnia się rozmaite „rodzaje ruchu” materiałów. Dla przychodu rozróżnia się np.:

- przychód materiałów z zakupu,
- przychód materiałów z przerobu obcego,
- przychód materiałów z tytułu braków ujawnionych u odbiorcy,
- przychód z produkcji własnej itp.;

dla rozchodów rozróżnia się np.:

- rozchód na cele zużycia „wewnętrznego”,
- sprzedaż materiałów,
- wydanie do przerobu obcego,
- sprzedaż odpadów,
- sprzedaż materiałów z upłynnienia,
- zwrot dostawcy itp.

Oprócz wymienionych wyżej niektórych rodzajów ruchu materiałów istnieją jeszcze inne rodzaje przychodów i rozchodów w magazynach i wypożyczalniach. Są to przede wszystkim ewidencjonowane nadwyżki i niedobory ilościowe, przekwalifikowania np. środków trwałych na przedmioty nietrwałe itp.

Oddzielną ewidencję ruchu materiałów stanowi ewidencja i rozliczanie kosztów materiałowych (rozchód na cele zużycia „wewnętrznego”). Ewidencję tę prowadzi się na podstawie wycenionych dokumentów „Rw — Pobranie materiałów” i „Zw — Zwrot pobranych materiałów”, według nośników kosztów — zleceń produkcyjnych, kosztów pośrednich i innych pozycji jako kont przeciwstawnych — dla poszczególnych miejsc powstawania kosztów, i odwrotnie.

Rozliczenie zużycia przedmiotów nietrwałych prowadzi się dwoma sposobami. Przedmioty nietrwałe małowartościowe (do 100 zł wartości jednostkowej) rozlicza się w całości z chwilą pobrania. Natomiast przedmioty nietrwałe wysokowartościowe rozlicza się w 50% wartości z chwilą pobrania, a pozostałe 50% wartości z chwilą likwidacji.

Dokumenty źródłowe Rw i Zw, będące podstawą prowadzenia ewidencji i rozliczania kosztów materiałowych, są w każdym miesiącu sortowane ręcznie według nośników kosztów i miejsc powstawania kosztów. Ilość tych dokumentów w przeliczeniu na jednopozycyjne wynosi miesięcznie 15 tysięcy.

Ilość pozostałych dokumentów przychodowo-rozchodowych w przeliczeniu na jednopozycyjne wynosi miesięcznie 5 tysięcy.

Łączna ilość dokumentów źródłowych ewidencjonujących obroty materiałów i przedmiotów nietrwałych wynosi 20 tysięcy miesięcznie.

Ilość pozycji materiałowych i przedmiotów nietrwałych w użytkowaniu, zaewidencjonowanych w kartotekach, wynosi 30 tysięcy.

## 12.2. OPISOWA DEFINICJA PROBLEMU

Zastosowanie EMC do ewidencji stanów obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych, będzie polegało na:

— założeniu w pamięci zewnętrznej EMC kartoteki ilościowo-wartościowej materiałów i przedmiotów nietrwałych oraz bieżącej ich aktualizacji (zapis stały),

— sukcesywnym wprowadzaniu i zapisywaniu w pamięci zewnętrznej dokumentów przychodowych i rozchodowych za pomocą kart perforowanych (zapis zmienny),

— wycenie wprowadzanych dokumentów źródłowych,

— wycenie i porównaniu spisów ilościowych z natury z zapisami księgowymi,

— sporządzaniu zestawień stanów, obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych oraz różnic inwentaryzacyjnych.

Wprowadzenie do pamięci zewnętrznej EMC kartoteki ilościowo-wartościowej oraz dokumentów źródłowych przychodowych i rozchodowych musi być poprzedzone odpowiednim przygotowaniem zawartych na nich informacji.

Przyjęto, że wszystkie informacje podlegające przetwarzaniu będą zakodowane symboliką cyfrową. Jedynie nazwa materiału zostanie zapisana w pamięci zewnętrznej maszyny w postaci literowej lub literowo-cyfrowej, jednak z ograniczoną ilością znaków do 29 dla jednej pozycji materiałowej. Nazwa materiału zostanie wprowadzona do zbioru zapisu stałego z kartoteki ilościowo-wartościowej.

Zbiór zapisu stałego założonego na podstawie kartoteki ilościowo-wartościowej będzie nosił nazwę „Kartoteki materiałowej — KM”.

Sukcesywnie wprowadzane i zapisywane w pamięci zewnętrznej EMC



dokumenty przychodowe i rozchodowe będą przez maszynę wycenione w oparciu o cenę ewidencyjną znajdującą się w KM. W związku z tym nanoszenie ceny ewidencyjnej na dokumenty źródłowe przychodowo-rozchodowe jest zbyteczne.

Wycenione dokumenty źródłowe zostaną zapisane w pamięci zewnętrznej maszyny jako oddzielny zbiór zapisów zmiennych, pod nazwą „Dokumenty obrotowe — DO”, oraz zostanie dokonana aktualizacja zapisów na KM, dotycząca obrotów i stanów. Ponadto będzie tworzony oddzielny zbiór zapisów na podstawie dokumentów „Rw — Pobranie materiałów” i „Zw — Zwrot materiałów” dla otwartych zleceń produkcyjnych, które będą podlegały szczegółowej analizie zużycia materiału po ich zamknięciu (symbol ZP).

Całość ewidencji stanów, obrotów materiałów i przedmiotów nierwałych będzie prowadzona dla poszczególnych magazynów lub wypożyczalni w ramach symboli konta materiałowego.

Jedna pozycja zapisu stałego (rekordu) na KM będzie zawierała następujące informacje:

- 1) numer magazynu,
- 2) numer indeksu materiałowego,
- 3) nazwę materiału,
- 4) jednostkę miary,
- 5) symbol SWW,
- 6) współczynnik przeliczeniowy,
- 7) konto materiałowe,
- 8) cenę jednostkową,
- 9) stan początkowy (bieżący) — ilość,
- 10) stan na początek roku — ilość,
- 11) przychody od początku roku ogółem — ilość,
- 12) przychody od początku roku z dostaw — ilość,
- 13) rozchody od początku roku (ogółem) — ilość,
- 14) w tym zużycie — ilość,
- 15) zużycie na cele produkcyjno-eksploatacyjne — ilość,
- 16) zużycie na budownictwo,
- 17) obroty za miesiąc (przychód) — ilość,
- 18) obroty za miesiąc (rozchód) — ilość,
- 19) przychody w poszczególnych kwartałach — ilość,
- 20) rozchody w poszczególnych kwartałach — ilość,
- 21) datę założenia pozycji.

Jedna pozycja zapisu zmiennego na DO będzie zawierała:

- 1) symbol dowodu,
- 2) numer magazynu,
- 3) datę czynności,
- 4) konto materiałowe,
- 5) indeks materiałowy,
- 6) rodzaj ruchu,
- 7) numer kolejny magazynowy,
- 8) numer bieżący dowodu,
- 9) jednostkę miary,
- 10) miejsce powstawania kosztów,
- 11) nośnik kosztów,
- 12) numer wyrobu lub części,
- 13) ilość (wydaną — przyjętą),
- 14) wartość materiału,
- 15) przyczynę likwidacji.

Oprócz bieżącej aktualizacji obrotów i stanów zapasów materiałowych na KM będą nanoszone inne zmiany, takie jak:

- aktualizacja cen ewidencyjnych,
- zakładanie nowych pozycji materiałowych,
- nanoszenie wszelkich poprawek błędnych zapisów.

Nanoszenie wymienionych zmian będzie odbywało się na podstawie nowych wzorów dokumentów.

W związku z przyjętą wyceną dokumentów źródłowych przez maszynę, powinny być spełnione dwa podstawowe warunki:

- 1) symbol indeksu materiałowego należy pisać bezbłędnie,
- 2) dla nowych pozycji materiałowych należy najpierw założyć zapis w maszynie, a następnie dostarczać dokumenty źródłowe obrotu.

Nieprzestrzeganie pierwszego warunku spowoduje albo złą wycenę dokumentu, albo wyrzucenie przez maszynę dokumentu jako błędnego (brak w KM szukanego indeksu materiałowego). Nieprzestrzeganie drugiego warunku spowoduje wyrzucenie przez maszynę dokumentu jako błędnego (brak w KM szukanego indeksu materiałowego).

W oparciu o wyżej omówione zapisy informacji w pamięci zewnętrznej EMC będą sporządzane następujące zestawienia końcowe:

- 1) zestawienie stanów i obrotów w magazynach i w wypożyczalniach,
- 2) zestawienie przychodów i rozchodów w poszczególnych gałęziach,
- 3) zestawienie materiałów nie wykazujących obrotów,
- 4) zestawienie zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych,
- 5) zestawienie dla sprawozdania GM-1,



- 6) zestawienie dla sprawozdania GM-11,
- 7) zestawienie różnic inwentaryzacyjnych,
- 8) aktualny stan KM (wydruk na żądanie),
- 9) zestawienie zużycia materiałów na zlecenia zamknięte.

Zestawienie stanów i obrotów w magazynach i w wypożyczalniach służy do kontroli ruchu i stanu materiałów i przedmiotów nietrwałych w poszczególnych magazynach i wypożyczalniach. Zestawienie będzie uwzględniało stany początkowe okresu obrachunkowego, przychody i rozchody za okres obrachunkowy oraz stan na koniec okresu, z podziałem wewnętrznym konta materiałowego.

Zestawienie przychodów i rozchodów w poszczególnych gałęziach i magazynach służy do księgowania na kontach analitycznych wartości przychodów i rozchodów za okres obrachunkowy.

Zestawienie materiałów nie wykazujących obrotów (tzw. materiałów niechodliwych) zawiera pozycje materiałowe, które przez okres 6 poprzednich miesięcy nie wykazywały ruchu. Zestawienie służy do analizy stanów materiałowych w magazynie.

Zestawienie zużycia materiałów służy do rozliczenia kosztów materiałowych według poszczególnych nośników i miejsc powstawania kosztów. Natomiast zestawienie zużycia przedmiotów nietrwałych służy do wyliczenia odpisów zużycia przedmiotów nietrwałych pobranych do użytkowania i odpisów pozostałej wartości zużycia według likwidacji.

Zestawienia dla sprawozdawczości GM-1 i GM-11 służą do sporządzania sprawozdania z wykonania planu zaopatrzenia materiałowo-technicznego, obrazującego ilościowe obroty i stany zapasów grup materiałowych, oraz do sporządzania sprawozdania z wartości obrotu materiałami w poszczególnych gałęziach.

Zestawienie różnic inwentaryzacyjnych służy do rozliczenia inwentaryzacji materiałów w magazynach.

Wydruk (na żądanie) aktualnego stanu „Kartoteki materiałowej” służy do kontroli prawidłowości zapisów KM w pamięci zewnętrznej maszyny, zaś zestawienie zużycia materiałów na zlecenia zamknięte służy do kontroli i analizy wysokości kosztów materiałowych na poszczególnych zleceniach.

### 12.3. NOŚNIKI INFORMACJI

Dokumenty będące nośnikami informacji opracowywanego zagadnienia można podzielić na cztery grupy:

- 1) kartoteki ewidencyjne,
- 2) dokumenty źródłowe obrotu,
- 3) dokumenty aktualizacyjno-korygujące,
- 4) maszynowe nośniki informacji.

Do zapisania w pamięci zewnętrznej informacji dotyczących stanu materiałów i przedmiotów nietrwałych w użytkowaniu służą „Kartoteki ilościowo-wartościowe”, które zostaną oznaczone symbolem 500, oraz „Arkusze spisu z natury — ASN”, oznaczony symbolem 501.

Dokumenty źródłowe ewidencjonujące przychody i rozchody materiałów są następujące (w nawiasach podane są symbole):

- 1) Po — Przychód odpadów (510),
- 2) Pz — Przychód z zewnątrz (520),
- 3) Pw — Przychód z wewnątrz (530),
- 4) Zw — Zwrot materiałów (540),
- 5) Rw — Pobranie materiałów (550),
- 6) Wz — Wydanie na zewnątrz (560),
- 7) Mm(+) — Międzmagazynowe przesunięcie materiałów (570),
- 8) Mm(-) — Międzmagazynowe przesunięcie materiałów (575),
- 9) Mn(+) — Zmiana miejsca użytkowania (571),
- 10) Mn(-) — Zmiana miejsca użytkowania (576),
- 11) Ln — Likwidacja przedmiotów nietrwałych (590).

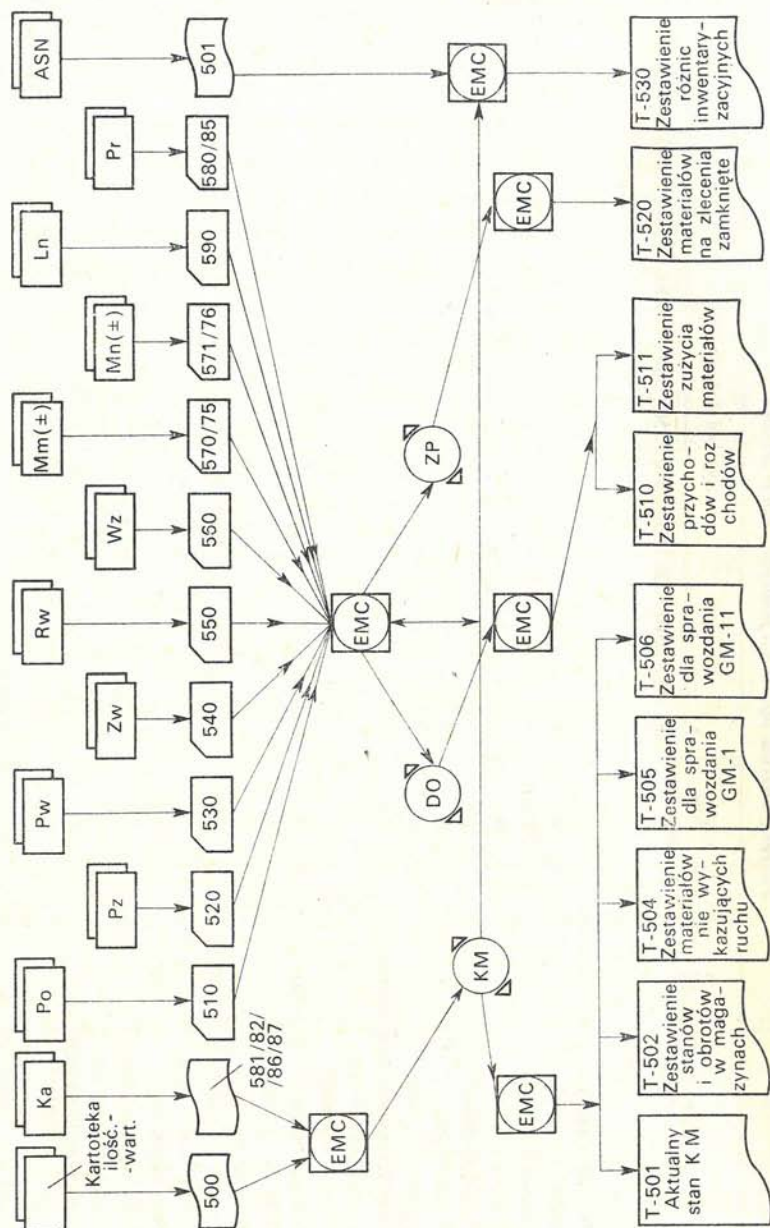
Dokumenty aktualizacyjno-korygujące zapisy w kartotece materiałowej są następujące (w nawiasach podane są symbole):

- 1) Pr(+) — Protokół zmian (580),
- 2) Pr(-) — Protokół zmian (585),
- 3) Ka(+) — Karta aktualizacji — założenie nowej pozycji (581),
- 4) Ka(+) — Zmiana ceny ewidencyjnej (582),
- 5) Ka(-) — Skasowanie starej pozycji (586),
- 6) Ka(-) — Zmiana ceny ewidencyjnej (587).

Jako maszynowe nośniki informacji będą służyły karty i taśma perforowana. Wybór dwóch nośników informacji — przede wszystkim kart — jest podyktowany możliwościami wykonania prac przygotowawczo-porządkujących przy użyciu sortera. Taśmy perforowanej będzie się używało do zbiorów uporządkowanych.

Powiązanie wymienionych wyżej nośników informacji z maszyną cyfrową oraz z zestawieniami końcowymi jest przedstawione na ogólnym schemacie przetwarzania — ewidencji stanów, obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych — na rys. 12.1.





Rys. 12.1. Ogólny schemat przetwarzania ewidencji stanów, obrotów i zużycia materiałów i przedmiotów nietrawnych





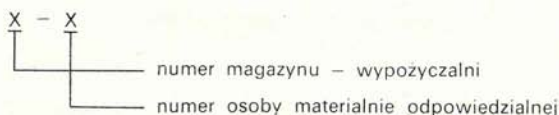
## 12.4. ZAKRES I WIELKOŚĆ INFORMACJI NA DOKUMENTACH ŹRÓDŁOWYCH

Zasady ustalania oraz podział zakresu informacji na dokumentach źródłowych są omówione w rozdziale 6 niniejszej pracy. Dotyczą one oczywiście i dokumentów źródłowych omawianej „ewidencji materiałowej”. Dlatego ograniczymy się do podania jedynie zbiorczego zestawienia zakresu i wielkości informacji występującej na wymienionych wyżej dokumentach źródłowych „ewidencji materiałowej” (tablica 12.1), które podlegają przetwarzaniu w EMC.

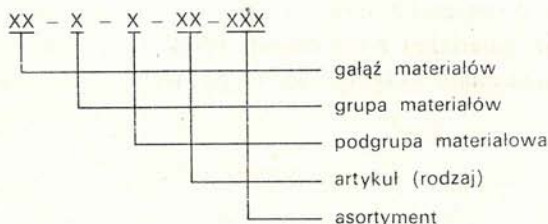
## 12.5. BUDOWA KODÓW CYFROWYCH

Zasady budowy kodów cyfrowych są omówione w rozdziale 6. W tym przykładzie ograniczymy się do podania budowy wewnętrznej symboli informacji wymienionych w tablicy 12.1.

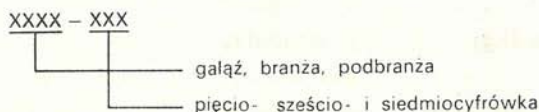
1. Numer magazynu — wypożyczalni, symbol dwucyfrowy:



2. Indeks materiałowy — symbol dziewięciocyfrowy:



3. Symbol SWW — symbol siedmiocyfrowy<sup>2</sup>:



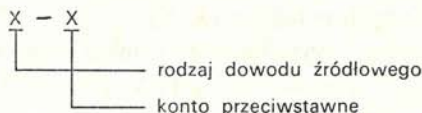
<sup>2</sup> Zgodnie z Zarządzeniem nr 32 Prezesa Rady Ministrów z dnia 11 marca 1968 r., od 1971 r. obowiązuje Systematyczny Wykaz Wyrobów (SWW).

#### 4. Konto materiałowe — symbol dwucyfrowy:



#### Przykład:

- materiały dla potrzeb działalności produkcyjnej — symbol 11,
  - materiały awaryjne — symbol 12,
  - materiały do upłynnienia — symbol 13,
  - materiały (wyroby) własnej produkcji — symbol 14,
  - przedmioty nietrwałe niskowartościowe — symbol 21,
  - przedmioty nietrwałe wysokowartościowe — symbol 22.
5. Rodzaj ruchu — symbol dwucyfrowy:



#### Przykład:

- przychód materiałów (Pz) z zakupu — symbol 21,
  - przychód materiałów (Pz) z przerobu obcego — symbol 22,
  - sprzedaż materiałów (Wz) — symbol 61,
  - wydanie do przerobu obcego (Wz) — symbol 62,
  - sprzedaż materiałów z upłynnienia (Wz) — symbol 64.
6. Jednostka miary — symbol jednocyfrowy:

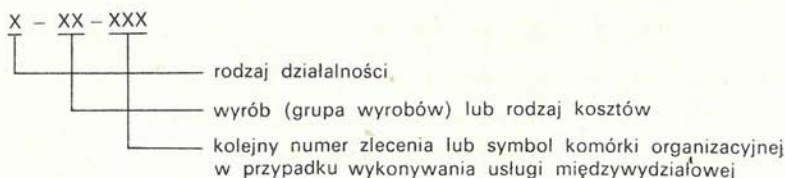


#### Przykład:

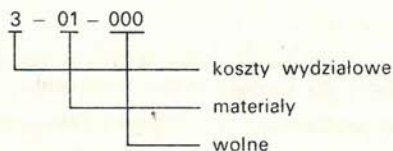
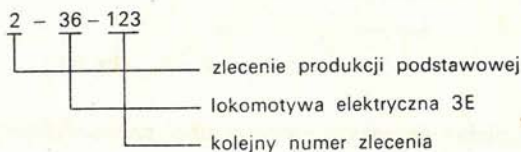
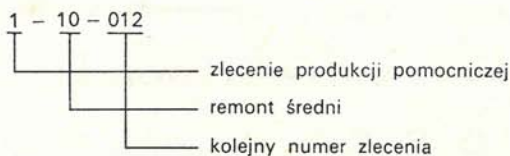
- sztuka (szt.) — symbol 1,
- komplet (komp.) — symbol 2,
- para (p.) — symbol 3,
- kilogram (kg) — symbol 4,
- litr (l) — symbol 5,
- metr bieżący (mb) — symbol 6,
- metr kwadratowy (m<sup>2</sup>) — symbol 7,
- metr sześcienny (m<sup>3</sup>) — symbol 8,
- rolki (r.) — symbol 9.



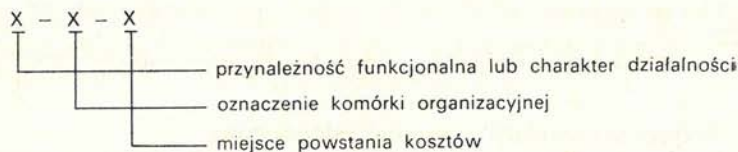
## 7. Nośnik kosztów — symbol sześciocyfrowy:



### Przykład:



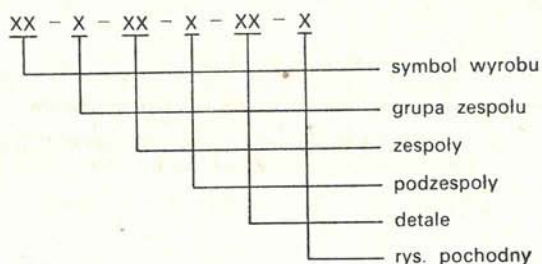
## 8. Miejsce powstawania kosztów — symbol trzycyfrowy:



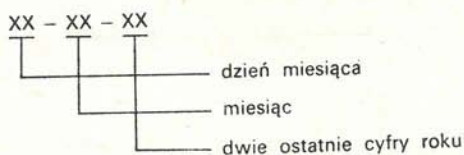
### Przykład:

- Dział Organizacji — symbol 110,
- Dział Planowania — symbol 140,
- Dział Konstrukcyjny — symbol 210,
- Dział Ekonomiczny — symbol 320,
- Wydział Montażowy — symbol 530,
- Wydział Ślusarski — symbol 590.

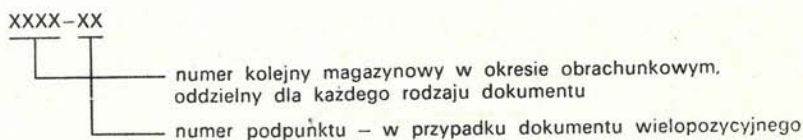
9. Symbol części — symbol dziewięciocyfrowy:



10. Data czynności — symbol sześciocyfrowy:



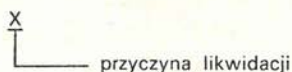
11. Numer kolejny magazynowy — symbol sześciocyfrowy:



12. Numer bieżący — symbol pięciocyfrowy:



13. Przyczyna likwidacji — symbol jednocyfrowy

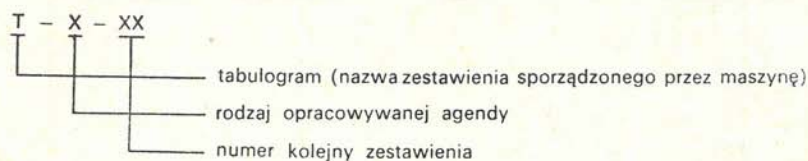


Przykład:

- zużycie normalne — symbol 1,
- zużycie z winy pracownika — symbol 2,
- zużycie z winy ostrzenia — symbol 8.



#### 14. Symbole zestawień — symbol literowo-cyfrowy:



#### Przykład:

- zestawienie stanów i obrotów w magazynach — symbol T-502,
- zestawienie przychodów i rozchodów — symbol T-510,
- zestawienie materiałów nie wykazujących ruchu — symbol T-504,
- zestawienie zużycia materiałów — symbol T-511.

#### 12.6. WZORY DOKUMENTÓW ŹRÓDŁOWYCH I MASZYNOWYCH NOŚNIKÓW INFORMACJI

Zasady projektowania wzorów i obiegów dokumentów źródłowych są omówione w rozdziale 6 niniejszej pracy.

Ze względu na przykładowy charakter omawianego problemu oraz ograniczoną objętość opracowania nie zostaną podane wzory dokumentów źródłowych. Uzupełnienie wymienionych wyżej informacji o pozostałe, nie podlegające przetwarzaniu, oraz wykonanie projektów formularzy dokumentów źródłowych pozostawia się czytelnikowi.

Również do wykonania pozostawia się czytelnikowi obiegi i instrukcję wypełniania dokumentów źródłowych oraz rozplanowanie na maszynowych nośnikach informacji — kartach i taśmie perforowanej (zgodnie z rozwiązaniem przyjętym w podrozdziale 12.3).

#### 12.7. WZORY ZESTAWIEŃ KOŃCOWYCH

Zasady projektowania wzorów zestawień końcowych zostały omówione w podrozdziale 6.5 niniejszej pracy. W omawianym przykładzie zostaną podane niektóre podstawowe wzory wymienionych wyżej zestawień, pominiemy natomiast ich rozplanowanie na drukarce wierszowej.

Na rys. 12.2, 12.3 oraz 12.4 są przedstawione niektóre wzory zestawień końcowych, których wydrukowanie następuje co miesiąc.

Przedsiębiorstwo	Za okres	T-502	Zestawienie stanów i obrotów – magazyn nr .....										Data wykonania	ZETO Wrocław
			Indeks materiałowy	J.m.	Stan początkowy		Przychody		Rozchody		Stan końcowy			
					ilość	wartość	ilość	wartość	ilość	wartość	ilość	wartość		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
XX	XXXXXXXXXX	X	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX		
Sumy po indeksie, gałęzi, koncie i magazynie				Σ1'·2'·3'·4'	Σ1'	Σ1'·2'·3'·4'	Σ1'	Σ1'·2'·3'·4'	Σ1'	Σ1'·2'·3'·4'	Σ1'	Σ1'·2'·3'·4'		

Rys. 12.2. Zestawienie stanów i obrotów w magazynach



Przedsiębiorstwo	Za okres	T-510	Zestawienie przychodów i rozchodów w magazynie nr ...		Data wyk.	ZETO Wrocław
Symbol dowodu	Indeks materiałowy, gałąź		Konto materiałowe	Przychody wartość	Rozchody wartość	
1	2		3	4	5	
Sumy po gałęzi, koncie, symb. dow., mag. ogółem				Σ	Σ	

Rys. 12.3. Zestawienie przychodów i rozchodów

Przedsiębiorstwo	Za okres	T-511	Zestawienie zużycia materiałów			Data wyk.	ZETO Wrocław
Miejsce powstania kosztów	Nośnik kosztów		Wartość rozchodów	Wartość zwrotów	Wartość zużycia		
1	2		3	4	5		
Sumy po nośniku kosztów, miej. powst. koszt. ogół.			Σ	Σ	Σ		

Rys. 12.4. Zestawienie zużycia materiałów

## 12.8. ROZPLANOWANIE ZAPISÓW W PAMIĘCI MASZYNY ORAZ SCHEMAT BLOKOWY SYSTEMU

Zasady rozplanowania zapisów w pamięci maszyny są omówione w rozdziale 7. Rozplanowanie zapisów KM i DO na taśmie magnetycznej w omawianym przykładzie pozostawia się do wykonania czytelnikowi. Dla ułatwienia można przyjąć, że na obu taśmach długość rekordów jest stała.

Również w rozdziale 7 omówione są zasady budowy schematu blokowego systemu, poparte przykładem (wycinkowym) schematu z „ewidencji materiałowej”. W związku z tym pominiemy tu budowę całego schematu blokowego: „ewidencji stanów, obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych”.

## 12.9. BUDOWA KOMPLEKSOWEGO SYSTEMU GOSPODARKI MATERIAŁOWEJ

Przedstawiony wyżej przykład zastosowania EMC do ewidencji materiałowej stanowi jeden — stosunkowo wąski — element całości zagad-

nienia gospodarki materiałowej. Oczywiście jest rzeczą, że efektywność zastosowania maszyny cyfrowej będzie osiągnięta, jeżeli poszczególne elementy gospodarki materiałowej, takie jak np.:

- planowanie zużycia materiałów,
- planowanie zaopatrzenia materiałowo-technicznego,
- ewidencje stanów i obrotów w magazynach,
- rozliczenie zużycia materiałów itp.

zostaną połączone w jeden zwarty, kompleksowy system elektronicznego przetwarzania danych.

W związku z powyższym, przy praktycznym rozwiązywaniu projektu ewidencji stanów, obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych, należy przewidzieć szereg dodatkowych informacji, które należy zapisać na KM i DO, które jednak do przetwarzania samej ewidencji stanów i obrotów nie są wykorzystywane.

Jeśli np. wymieniony wyżej zakres informacji zapisanych na KM i DO uzupełni się: normatywami zapasów, stanami minimum i maksimum, symbolami dostawcy, numerami zamówień, faktur lub symbolami odchyień od normalnego procesu produkcyjnego, to maszyna aktualizując stan zapasu, może porównać go z normatywem i drukować ewentualne odchylenia. Jeśli natomiast stan zapasów obniży się poniżej stanu minimum, to maszyna wydrukuje zamówienie lub będzie kontrolowała realizację dostaw zamówionych materiałów względnie rozliczała faktury. Również powiązanie informacji zawartych na DO z informacjami normatywnymi pozwoli na bieżącą kontrolę zużycia materiałów, poprzez porównanie z jednostkowymi normami zużycia oraz wykazanie odchyień i przyczyn ich powstawania.

Tak więc opracowując projekt każdego zagadnienia, należy uwzględnić wszystkie możliwe warianty rozbudowy i powiązań z innymi agendami. Tylko takie rozwiązanie problemu pozwoli bowiem na uzyskanie szerokich efektów zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Bürger E., Leonhardt W.: *Technika taśmy dziurkowanej*, Warszawa 1964.
- [2] Greniewski M.: *Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych*, Warszawa 1967.
- [3] Klepacz W.: *Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania*, Warszawa 1965.
- [4] Mitin S.: *Zastosowanie maszyn liczących w planowaniu operatywnym przedsiębiorstwa*, Warszawa 1967.



- [5] Olechowski B., Karwat R.: *Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w gospodarce materialowej budownictwa*, Warszawa 1965.
- [6] Semczuk S.: *Mechanizacja ewidencji źródłowej*, Warszawa 1965.
- [7] Szaniawska M.: *Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwach*, Warszawa 1967.
- [8] Walczak T.: *Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących*, Warszawa 1964.
- [9] Walczak T.: *Maszyny liczące. Mechanizacja i automatyzacja przetwarzania danych*. Warszawa 1968.

## 13. SYSTEMY PLANOWANIA

### 13.1. FUNKCJE PLANOWANIA PRODUKCJI W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRZEMYSŁOWYM

Przedsiębiorstwo socjalistyczne jako podstawowa, elementarna komórka gospodarki narodowej realizuje w toku swej działalności szereg rozmaitych zadań o charakterze ekonomicznym, społecznym, politycznym, organizacyjno-prawnym, a nawet — w pewnym sensie — oświatowym i kulturalnym.

Do najważniejszych funkcji spełnianych przez kierownictwo przedsiębiorstwa należą planowanie i kontrola (koordynacja, sterowanie, ewidencja) przebiegu produkcji, rozumiane jako „wyznaczanie przepływu przedmiotów produkcji przez komórki ruchu (komórki produkcyjne i składy) w ilości i w czasie oraz kontrola i regulacja tego przepływu. W stosunku do całokształtu procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie, planowanie i kontrola przebiegu produkcji spełniają podobną rolę jak urządzenia sterownicze w procesach w pełni zautomatyzowanych, które regulują i synchronizują przepływ produkcji, rozdzielają go na poszczególne ciągi produkcyjne itp.”<sup>1</sup>

Funkcja planowania i kontroli przebiegu produkcji pozostaje w najściślejszym związku z innymi dziedzinami działalności przedsiębiorstwa. Plany produkcji, określające cel jego działalności, ilość, jakość i asortyment jego wyrobów i usług, stanowią najważniejszą część planu techniczno-przemysłowo-finansowego (TPF) i są tym samym główną podstawą sporządzania pozostałych części tegoż planu. Dlatego prawidłowe planowanie produkcji ma decydujący wpływ na całokształt działalności przedsiębiorstwa.

<sup>1</sup> Por. [21], s. 221-2.



Wymóg ten nabiera szczególnego znaczenia w takich rodzajach wytwórczości, jak np. przemysł maszynowy, a to z uwagi na m.in. dużą złożoność konstrukcyjną wyrobów, ostre reżimy technologiczne itp. Stąd też system planowania i kontroli przebiegu produkcji w przedsiębiorstwie w ogóle, a w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego w szczególności, powinien być ściśle uzależniony od następujących czynników:

- rodzaju wyrobów i procesu produkcyjnego,
- struktury produkcyjnej przedsiębiorstwa,
- stabilności programu produkcyjnego i typu produkcji.

W praktyce funkcja planowania i kontroli przebiegu produkcji sprowadza się do nieustannego podejmowania decyzji w sprawie: „ile, czego, z czego, czym (kim), jaką metodą, gdzie, i kiedy produkować, aby osiągnąć największe korzyści?”<sup>2</sup>.

Ażeby podejmowane decyzje były trafne, operatywne i uzasadnione ekonomicznie, powinny opierać się na bazie odpowiednich informacji. Tymczasem „duża pracochłonność dotychczasowych konwencjonalnych metod sporządzania planów powoduje konieczność rozpoczynania prac planistycznych ze znacznym wyprzedzeniem czasowym. Wpływa to w istotny sposób na ich małą realność i oderwanie się od rzeczywistej sytuacji w momencie realizacji planu. Występujące również warunki pośpiechu, w jakich sporządza się w tym okresie nowe warianty planów, odbijają się na dokładności i pewności przeliczeń. Powoduje to niepewną lub nieaktualną informację, która z kolei stwarza przesłanki opóźnionych lub fałszywych decyzji kierownictwa przedsiębiorstwa. Narzędziem pozwalającym na otrzymanie najbardziej aktualnych oraz pewnych informacji, a tym samym na podejmowanie skutecznych decyzji, są elektroniczne maszyny cyfrowe do przetwarzania danych”<sup>3</sup>.

Sprawowanie funkcji planowania i kontroli produkcji w warunkach automatycznego przetwarzania danych polega na przyjęciu jako punkt wyjściowy założenia, że głównemu ogniwu w przedsiębiorstwie, jakim jest proces produkcyjny, odpowiada cybernetyczny układ przetwarzania danych o przebiegu produkcji.

„W układzie tym można wyróżnić trzy podstawowe procesy:

1) planowanie przebiegu produkcji w przestrzeni i czasie z ustaleniem planowych, normatywnych parametrów tego przebiegu,

<sup>2</sup> Patrz [13], s. 14.

<sup>3</sup> Patrz [1], s. 81.

2) ewidencja oraz kontrola faktycznego przebiegu procesów wytwórczych z głównym zadaniem określenia odchylenia od planowanych normatywnych parametrów,

3) wtórna interwencja i naprowadzenie przebiegu procesu na układ normatywny poprzez operatywne korygowanie i modyfikację planowanych poprzednio zadań<sup>4</sup>.

W szczególności system przetwarzania danych o przebiegu produkcji obejmuje m.in. zagadnienia:

- ilości, jakości i asortymentu produkcji,
- dostaw i zużycia materiałów,
- zaopatrzenia oraz zużycia narzędzi,
- obciążenia i wykorzystania poszczególnych komórek produkcyjnych (stanowisk roboczych),
- remontów maszyn i urządzeń,
- czasu pracy i robocizny,
- kosztów produkcji itp.

Jest to centralny, w każdym przedsiębiorstwie przemysłowym, zespół zagadnień planowania, koordynacji, sterowania, kontroli, ewidencji i sprawozdawczości produkcji, który w warunkach zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych przyobleka kształt wieloszczeblowych i wielowariantowych systemów automatycznego przetwarzania danych produkcyjnych.

## 13.2. WYBRANE PRZYKŁADY SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH PLANOWANIA PRODUKCJI

### 13.2.1. Uwagi wstępne

Niniejszy podrozdział poświęcony jest prezentacji i krótkiej charakterystyce kilku (wybranych przykładowo) systemów przetwarzania danych z dziedziny planowania, ewidencji, kontroli i sprawozdawczości produkcji. Dobór poszczególnych przykładów nie był przypadkowy; selekcji dokonano na podstawie kilku zasadniczych kryteriów. I tak, przedstawione niżej systemy APD planowania produkcji:

- znajdują się w fazie użytkowej, bieżącej eksploatacji (w jednym lub kilku przedsiębiorstwach),
- dotyczą przedsiębiorstw przemysłu maszynowego (metalowego),

<sup>4</sup> Patrz [7], s. 2.



— są nadal, w stosunku do wersji pierwotnej, rozbudowywane i modyfikowane,

— zostały zaprojektowane w trzech usługowych ośrodkach obliczeniowych, tj. ZETO Wrocław, ZETO Poznań i ZOWAR Warszawa,

— zostały zaprogramowane na maszyny cyfrowe: MIŃSK 22, ICT 1300 i IBM 1440, znajdujące się w eksploatacji w wyżej wymienionych ośrodkach obliczeniowych oraz w Centralnym Ośrodku Doskonalenia Kadr Kierowniczych w Warszawie.

Wydaje się, iż spełnienie przez prezentowane systemy powyższych wymagań czyni je, w pewnym, ograniczonym oczywiście sensie i zakresie, wzajemnie porównywalnymi. Tym samym wzrasta znacznie ich ranga i użyteczność publikacyjna.

Ostatecznie zostaną przedstawione cztery przykłady systemów automatycznego przetwarzania danych planowania produkcji<sup>5</sup>. Są nimi:

- 1) Pakiet Obliczeń Produkcyjnych, oznaczony dalej kryptonimem POP,
- 2) System Kontroli i Planowania Produkcji — SYKOPP,
- 3) System Operatywnego Planowania Produkcji Plastycznej z Zastosowaniem Elektronicznej Techniki Obliczeniowej — SOPETO,
- 4) Automatyczny System Ciągłego Operatywnego Planowania Produkcji — ASCOPP<sup>6</sup>.

Dla ujednoczenia treści i formy opisu każdy z prezentowanych systemów zostanie scharakteryzowany za pomocą kilku, nie wyodrębnionych jednak formalnie, punktów:

- ogólna koncepcja systemu,
- podstawowe charakterystyki (założenia) systemu,
- organizacja i technologia przetwarzania (schemat),
- niektóre parametry eksploatacyjne systemu,
- szacunkowe efekty ekonomiczne (wymierne, niewymierne) wdrożenia systemu.

### 13.2.2. Pakiet Obliczeń Produkcyjnych — POP

System POP jest systemem automatycznego przetwarzania danych na potrzeby sterowania przebiegiem produkcji, przy zastosowaniu maszyny cyfrowej IBM 1440, zainstalowanej w Zakładzie Obliczeniowym ZOWAR w Warszawie.

<sup>5</sup> Por. [2], s. 31–81; [3], s. 27–9; [8], s. 14–18; [10], s. 19–23; [12], s. 1–11; [15], s. 5–29; [17], s. 101–30; [18], s. 7–13; [19], s. 6–9.

<sup>6</sup> Nazwy i kryptonimy systemów zostały podane w oryginalnym brzmieniu publikacyjnym.

Omawiany system jest przedsięwzięciem techniczno-organizacyjnym, usprawniającym w znacznym stopniu proces przetwarzania danych na potrzeby zarządzania produkcją, przeprowadzonym na szeroką skalę i wdrożonym ze znacznymi efektami ekonomicznymi.

System POP został etapowo wdrożony w latach 1966–1968 do codziennej praktyki czterech kluczowych przedsiębiorstw przemysłu maszynowego:

- Fabryki Samochodów Osobowych (FSO) na Żeraniu,
- Fabryki Samochodów Ciężarowych (FSC) w Starachowicach,
- Zakładów Mechanicznych im. M. Nowotki (ZMiN) w Warszawie,
- Polskich Zakładów Optycznych (PZO) w Warszawie.

W każdym z wymienionych przedsiębiorstw realizowana jest w praktyce pewna *wersja systemu* POP, pod którą rozumieć należy określony standardowy zestaw programów mających to samo przeznaczenie i opartych na tych samych algorytmach, jednakże przystosowanych do realiów konkretnego przedsiębiorstwa.

Dla FSC w Starachowicach zaprojektowany został system POP-s na maszynę matematyczną ICT 1300, wyposażoną w pamięć taśmową.

Prace projektowe systemu POP-s wykonywane były w latach 1965 i 1966, a od 1966 r. system znajduje się w cyklicznej eksploatacji. W 1968 r. opracowana została nowa wersja systemu POP-s, zorientowana na dyski magnetyczne maszyny cyfrowej IBM 1440 (jak wiadomo, maszyna ta góruje nad ICT 1300 parametrami pamięci zewnętrznej).

Obecnie wdrożona w przedsiębiorstwie wersja POP-s oparta jest na wykorzystaniu wszystkich wartościowych i zweryfikowanych rozwiązań uzyskanych u innych użytkowników POP.

Podobnie w PZO w Warszawie realizowana jest od 1966 r. wersja systemu POP, zwana POP-p, zorientowana w zasadzie na maszynę ICT 1300. Z czasem projekt pierwotny wzbogacony został o element optymalizacyjny, przy wykorzystaniu do wyliczeń optymalnego planu produkcji metod matematycznych, realizowanych na maszynie ELLIOTT 803 b. W dalszym ciągu prowadzone są prace nad ulepszeniem i rozszerzeniem zakresu tematycznego systemu.

W FSO na Żeraniu realizowana jest wersja POP-f, zaprojektowana na maszynę IBM 1440. Warto zauważyć, że większość czołowych firm samochodowych, w tym także firma FIAT, korzysta również z maszyn wyposażonych w pamięć dyskową, co sugeruje maksymalną efektywność realizacji systemu.

W ZMiN w Warszawie realizowany jest od 1968 r. powtarzalny pa-



kiet programów również na maszynie IBM 1440, oznaczony kryptonimem POP-n.

Koncepcja budowy powtarzalnego Pakietu Obliczeń Produkcyjnych dla przedsiębiorstw przemysłu maszynowego oparta jest na założeniu o większej — w skali społecznej — efektywności systemu realizującego jedynie podstawowe funkcje, ale w wielu przedsiębiorstwach, niż kompleksowego systemu kierowania produkcją jednego zakładu.

Oba warianty rozwiązania (systemy: kompleksowy i cząstkowy) powinny zabezpieczać:

- planowanie długo- i krótkoterminowe,
- planowanie wydziałowe,
- gospodarkę materiałową,
- zestawienia katalogowe i normatywne.

Ponadto system kompleksowy zabezpieczałby m.in.:

- emisję dokumentacji warsztatowej,
- kontrolę realizacji zakupów i sprzedaży,
- kontrolę produkcji w toku.

System kompleksowy, z naturalnych powodów bardziej efektywny, byłby jednak w praktycznych warunkach niemożliwy do wdrożenia w całości, gdyż wymagałby m.in. bardzo krótkiego, 1-3-dniowego, cyklu eksploatacji, a więc zajęcia całego czasu EMC przez jedno przedsiębiorstwo.

System „powtarzalny” natomiast może być adaptowany praktycznie w każdym przedsiębiorstwie, w okresie od kilku do kilkunastu miesięcy, przy niewielkich stosunkowo kosztach uruchomienia i tych samych zasadniczo, co system kompleksowy, sumarycznych nakładach eksploatacji.

Podstawowe funkcje kierowania produkcją, zautomatyzowane według Pakietu Obliczeń Produkcyjnych, realizowane są fizycznie za pomocą:

- maszyn cyfrowych: ICT 1300 oraz IBM 1440,
- maszyn analitycznych, zainstalowanych w omawianych przedsiębiorstwach,
- procedur ręcznych.

Koncepcja POP opiera się na modelu systemu przetwarzania danych produkcyjnych, w którym wyodrębnia się trzy cykle przetwarzania, typowe dla perspektywicznego, okresowego oraz bieżącego sterowania produkcją.

Ze względu na ograniczoną zdolność obliczeniową maszyny IBM 1440 oraz fakt korzystania z jej usług w ośrodku obliczeniowym oddalonym

od zainteresowanych przedsiębiorstw, głównym zagadnieniem stał się właściwy dobór tematyki przeznaczonej do automatycznego przetwarzania.

Jako podstawowe kryterium wyboru tematyki przyjęto pilność przetwarzania informacji, jak się okazało, szczególnie dużą, a więc istotną w cyklu sterowania okresowego.

Stąd też wybrano do automatyzacji obszar danych typowych dla tego cyklu, a zawierających określenie:

— struktury asortymentowej planu produkcji (detale, podzespoły, zespoły),

— potrzeb materiałowych, pracochłonności (wykonawcy) i czasochłonności (maszyny),

— bilansu zdolności produkcyjnej,

— stopnia zabezpieczenia produkcji (detali w materiały, podzespołów w detale itp.).

Tak więc system POP dopuszcza do wykonania tylko te elementy, które mają zabezpieczenie: materiałowe, wykonawców i maszyn.

Warto tu zauważyć, że ze względu na specyfikę wyrobów produkowanych w omawianych przedsiębiorstwach nie zachodzi w zasadzie potrzeba optymalizowania struktury asortymentowej programów produkcyjnych, bowiem plan produkcji samochodów osobowych, ciężarowych i silników Diesla wynika z limitów NPG.

Ostatecznie system POP w wersji podstawowej składa się z czterech modułów:

1) planowanie asortymentowo-materiałowe,

2) zestawienia normatywne,

3) bilansowanie planu produkcji,

4) rozliczenia materiałowe.

*Organizacja systemu* ma charakter blokowy i przewiduje się, że moduły 2, 3 i 4 mogą być uruchamiane i eksploatowane niezależnie, lecz jedynie w powiązaniu z modułem 1.

Przetwarzanie danych czterech modułów oparte jest na tzw. *banku danych*, utworzonym z kolei z pięciu podstawowych kartotek:

1) kartoteki rodzajowej, zawierającej listę części, zespołów i wyrobów występujących w całym asortymencie produkcji,

2) kartoteki strukturalnej, zawierającej dane dotyczące struktury konstrukcyjnej asortymentu produkcji,

3) kartoteki materiałowej, zawierającej szczegółowe dane dotyczące



indeksu materiałowego, norm materiałowych oraz dane do analiz obrotów i stanów materiałowych,

4) kartoteki detalo-operacji, zawierającej dane technologiczne dotyczące pracochłonności wykonania operacji, obciążenia jednostek produkcyjnych itp.,

5) kartoteki planów produkcji i kooperacji wyrobów.

Oprócz wymienionych kartotek podstawowych system POP dopuszcza posługiwanie się kartoteką (-ami) pomocniczą, celową przy technologii wrywkowego przetwarzania danych kartotek podstawowych.

Organizacja systemu POP uwzględnia w poważnym stopniu zagraniczne, nowoczesne tendencje i doświadczenia w zakresie organizacji kartotek, jak np. wprowadzenie poziomów montażowych, rozdzielenie poszczególnych rodzajów kartotek, sposób budowy kartotek, zapewniający bezpośredni dostęp do każdego zapisu.

Ogólna, „modułowa” koncepcja organizacji systemu POP przedstawiona jest na rys. 13.1.

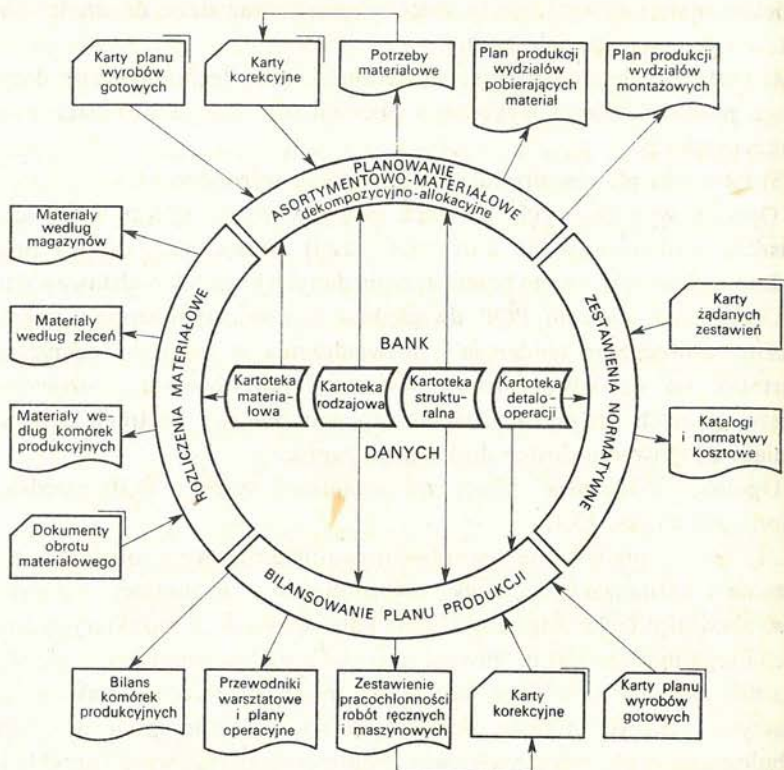
*Moduł 1* — planowanie asortymentowo-materiałowe — obejmuje założenie i aktualizację kartotek: rodzajowej i strukturalnej, algorytm tzw. rozwinięć technologicznych oraz katalogowanie. Charakterystyczną cechą tego modułu jest możliwość uzyskania wielowariantowych planów w czasie jednego przebiegu, bez konieczności zwiększenia czasu pracy maszyny cyfrowej. Celem modułu jest sporządzanie kilku rodzajów tabulogramów planistycznych asortymentowo-materiałowych (przykłady tabulogramów są podane nieco dalej).

*Moduł 2* — bilansowanie planu produkcji — realizowany jest w dwustopniowym cyklu przetwarzania. W pierwszej fazie powstają tabulogramy wielookresowe (obciążenia stanowisk roboczych, pracochłonności produkcji itd.), w drugiej — tabulogramy jednookresowe, karty limitowe itp.

*Moduł 3* — zestawienia normatywne — umożliwia sporządzenie szeregu katalogów produkowanego asortymentu i normatywów kosztowych dla wybranych zespołów i wyrobów.

*Moduł 4* — rozliczenia materiałowe — pozwala na uzyskanie zestawień analitycznych i kosztowych gospodarki materiałowej.

Przedstawione powyżej opisy oraz schemat organizacji i technologii przetwarzania danych produkcyjnych dotyczył, jak to zaznaczono na wstępie, wersji „podstawowej” systemu. Nie wydaje się bowiem ani możliwe, ani nawet celowe charakteryzowanie kolejnych wersji systemu, które ze względu na wymagania poszczególnych przedsiębiorstw oraz



Rys. 13.1. Schemat modułowy systemu POP

możliwości obliczeniowe maszyn: „taśmowej” — ICT 1300 oraz „dyskowej” — IBM 1440, różnią się między sobą, zachowując jednak jednolitą koncepcję systemu — ideowego wzorca POP.

Ogólnie system POP charakteryzuje się następującymi *parametrami eksploatacyjnymi*:

1. Pracochłonność prac o charakterze przygotowawczym i organizacyjnym wyraża się liczbą przeszło 750 tysięcy godzin, a pracochłonność prac projektowo-programowych określamy ilością około 30 osobolat.

2. W projekcie wykorzystano uniwersalne opracowanie dla tego typu przedsięwzięć — standardowe oprogramowanie maszyny IBM 1440, drogą adoptowania istniejących algorytmów przetwarzania, w zależności od specyficznych rozwiązań technicznych i organizacyjnych stosowanych w poszczególnych przedsiębiorstwach.



3. W systemie POP przygotowano łącznie przeszło 230 programów, z czego jedna piąta przypada na programy wspólne dla wszystkich omawianych zakładów, pozostałą część natomiast tworzą tzw. programy specjalne. Z punktu widzenia funkcji, jaką pełnią poszczególne programy, w systemie tym można wyróżnić programy:

- organizacyjne (np. zakładanie i reorganizację kartotek),
- zabezpieczające (np. modyfikacja, zestawienie kontrolne itp.),
- obliczeniowe,
- inne (programy robocze, pomocnicze itp.).

4. System POP umożliwia wydrukowanie ponad 70 różnych tabulogramów. Są to zestawienia:

- asortymentowo-materiałowe (jak np. plan zużycia części do montażu, plan dostaw materiałów dla magazynu itd.),
- bilansowe (np. pracochłonność planu produkcji według wydziałów, pracochłonność planu produkcji według indeksu robót itp.),
- normatywne (np. katalog pracochłonności jednostkowej wyrobu, katalog jednostkowego obciążenia wydziałów itd.).

Przeciętny czas sporządzania jednego tabulogramu waha się w granicach od 0,5 do 1 godziny.

5. System POP charakteryzuje się poza tym określonymi parametrami eksploatacyjnymi w zakresie modyfikacji kartotek (łącznie z wydrukowaniem tabulogramów zmian). Wynoszą one — w zależności od rodzaju kartoteki — od 20 do 45 minut na 1000 danych.

Wydaje się, iż zarówno długość okresu eksploatacji użytkowej systemu, jak i fakt objęcia nim kilku kluczowych przedsiębiorstw przemysłu maszynowego, upoważniają do podjęcia próby przynajmniej orientacyjnego i szacunkowego określenia efektów ekonomicznych systemu. Są to — ogólnie rzecz biorąc — doświadczenia uzyskane w sferze organizacyjnej i finansowej działalności przedsiębiorstw, a daje się je wydzielić według pewnych kryteriów i przy tym niektóre grupy określić wartościowo.

Wymierne korzyści ekonomiczne z wdrożenia i funkcjonowania systemu POP osiągnięto w zakresie:

- wartości dodatkowej produkcji uzyskanej dzięki wzrostowi wydajności pracy,
- oszczędności z tytułu zmniejszenia produkcji w toku, zmniejszenia stanu zapasów materiałowych, poprawy rytmiczności produkcji itp.,
- obniżki kosztów produkcji, dzięki lepszemu wykorzystaniu czasu

pracy pracowników, maszyn i urządzeń oraz lepszemu wykorzystaniu materiałów,

- oszczędności funduszu płac,
- innych wymiernych efektów, np. zmniejszenia liczby braków itd.

Oblicza się szacunkowo, iż korzyści ekonomiczne w skali rocznej uzyskane w wyniku eksploatacji użytkowej systemu POP sięgają kilkadziesiąt milionów złotych (brutto), przy kilku milionach złotych nakładów u pojedynczego użytkownika.

Podkreślić także należy, iż w wyniku realizacji systemu powstał cały szereg korzyści niewymiernych, polegających m.in. na:

- skróceniu czasu opracowywania planów rocznych, kwartalnych, miesięcznych,
- jednoczesnym otrzymywaniu kilku wariantów planu (możliwość wyboru wersji najodpowiedniejszej),
- możliwości szybkiej korekty planu i uzyskania danych odpowiadających nowym założeniom,
- uzyskaniu wiarygodnych informacji niezbędnych do analiz,
- wzroście dokładności uzyskiwanych wyników (otrzymanie ich sposobem czysto rachunkowym, a nie szacunkowo, jak przy tradycyjnych metodach planowania).

Jako ciekawostkę warto nadmienić, iż omawiany Pakiet Obliczeń Produkcyjnych został w 1968 r. wyeksportowany do Bułgarii.

Rekapitulując można stwierdzić, iż system POP spełnia swoje zadanie jako system powtarzalny, wykorzystujący nowoczesne metody planowania i zarządzania naszą gospodarką.

### 13.2.3. System Kontroli i Planowania Produkcji — SYKOPP

System SYKOPP jest systemem automatycznego przetwarzania danych na potrzeby planowania produkcji, technicznego przygotowania produkcji oraz normatywnego rachunku kosztów przedsiębiorstw przemysłu maszynowego.

Z systemu tego mogą korzystać przedsiębiorstwa o produkcji wielkoseryjnej (seryjnej) lub masowej, o krótkim cyklu produkcji i dużym stopniu unifikacji części.

SYKOPP opracowany został w ZETO Wrocław i realizowany jest na maszynie cyfrowej MIŃSK 22, zainstalowanej w tym ośrodku.

System SYKOPP funkcjonuje od 1966 r., przechodząc kolejno fazy



eksploatacji eksperymentalnej i użytkowej w szeregu przedsiębiorstw przemysłowych. Należą do nich:

— Zakłady Wytwórcze Aparatury Precyzyjnej (ZWAP-PAFAŁ) w Świdnicy,

— Zakłady Aparatury Elektrycznej (ZAE-REFA) w Świebodzicach,

— Lubuskie Zakłady Aparatów Elektrycznych (LUMEL) w Zielonej Górze,

— Kujawska Fabryka Manometrów (KUFAMA) we Włocławku,

— Bystrzycka Fabryka Okuć Budowlanych w Bystrzycy Górnej,

— Leszczyńska Fabryka Okuć Budowlanych (YETI) w Lesznie,

— Zakłady Metalowe im. T. Dąbala w Nowej Dębce,

— Bydgoskie Zakłady Elektro-Mechaniczne (BELMA) w Bydgoszczy,

— Zakłady Wytwórcze Sprzętu Teletechnicznego (TELEFA) w Bydgoszczy.

Oprócz wyżej wymienionych systemem SYKOPP zainteresowanych jest szereg dalszych przedsiębiorstw, w których trwają obecnie prace organizacyjno-adaptacyjne bądź też są prowadzone dopiero wstępne rozmowy zmierzające do zawarcia umów.

Podstawowa wersja SYKOPP zawiera cały szereg uproszczeń wprowadzonych do systemu celowo, z myślą o generalnym warunku, jakim jest możliwość stosunkowo łatwego i szybkiego jego wdrażania do tych przedsiębiorstw, które odpowiadają określonym wymaganiom.

Główną przesłanką do opracowania wersji SYKOPP-1 była dążność do ujednoczenia, funkcjonujących już w praktyce niektórych przedsiębiorstw przemysłu maszynowego, systemów planowania i obliczania normatywów produkcji przy zastosowaniu maszyn cyfrowych ELLIOTT 803 i MIŃSK 22. Okazało się jednak, że pełna unifikacja systemów planowana w tych przedsiębiorstwach jest w istniejących warunkach niemożliwa. Celowe natomiast było wykorzystanie posiadanej dokumentacji planistycznej, ewidencyjnej i normatywnej na potrzeby systemu SYKOPP, pod oczywistym warunkiem odpowiednich przeróbek adaptacyjnych.

Bardzo cenną zaletą omawianego systemu jest to, że dopuszcza on zachowanie pewnych rozwiązań stosowanych przez przedsiębiorstwo w tradycyjnych systemach przetwarzania, tj. głównie w zakresie dokumentacji technologicznej oraz symboliki (wydziałów, wyrobów, materiałów itp.), z tym że konieczna jest konwersja danych na wejściu na układ odpowiadający wymogom systemu. Tę swoistą elastyczność za-

pewnia modularna konstrukcja systemu, która pozwala na szereg modyfikacji, podyktowanych indywidualnymi potrzebami odbiorców (przedsiębiorstw).

SYKOPP można podzielić na kilka podstawowych modułów, które mogą być liczone prawie że niezależnie od siebie, o następujących funkcjach:

- 1) zakładanie zbiorów typu kartotek,
- 2) aktualizacja zbiorów,
- 3) obliczanie planu produkcji detali w przekroju poszczególnych okresów z zapisaniem wyników (pośrednich) w pamięci zewnętrznej maszyny (na taśmie magnetycznej),
- 4) obliczanie normatywów jednostkowych w różnych przekrojach, z zapisaniem wyników pośrednich,
- 5) przetwarzanie wyników pośrednich i drukowanie wyników ostatecznych.

Warunkiem zastosowania systemu SYKOPP w przedsiębiorstwie jest ścisłe określenie maksymalnych wielkości następujących parametrów ekonomicznych:

- ilości wyrobów,
- ilości typoodmian,
- ilości części (detali, podzespołów, zespołów),
- ilości stanowisk roboczych,
- ilości kategorii robót,
- ilości grup stanowisk,
- ilości wydziałów itp.,

na które nałożone są pewne ograniczenia, np. liczba wyrobów nie może przekraczać 500.

W skład SYKOPP wchodzi siedem podstawowych rodzajów kartotek, zawierających zapisy o stałej lub zmiennej długości i podlegających okresowej modyfikacji. Są to:

- 1) kartoteka technologiczna,
- 2) kartoteka części wyrobów i typoodmian,
- 3) kartoteka materiałowa (cennik materiałów, słownik nazw grup materiałów),
- 4) kartoteka planu produkcji części,
- 5) kartoteka symboli alfanumerycznych części (słownik),
- 6) kartoteka jednostkowych normatywów (pracochłonności, kosztu — planowanego, normatywnego i skorygowanego — w układzie kalkulacyjnym itp.),



7) kartoteka dysponowanego funduszu czasu pracy stanowisk roboczych (maszyn i urządzeń).

Dane wejściowe do systemu wprowadzane są za pomocą trzech zasadniczych grup dokumentów, służących do:

- założenia kartotek,
- aktualizacji kartotek,
- właściwych obliczeń.

Pod względem ilościowym najliczniejsza jest grupa danych pierwszego rodzaju, lecz występują one jednorazowo. Najmniej liczna natomiast jest grupa danych trzeciego rodzaju, do której należą przykładowo: plan produkcji wyrobów, tabele stawek płac itd.

SYKOPP umożliwia sporządzenie ponad 40 różnych zestawień wynikowych, które można następująco pogrupować:

1) wyliczenia jednostkowych normatywów czasu i kosztów wyrobów — pracochłonność wyrobów w rozbiciu na stanowiska robocze, wydziały, kategorie robót itp., a także koszt robocizny bezpośredniej oraz koszt materiałów produkcyjnych w przekroju wydziałów;

2) wyliczenia planowanego zużycia (ilościowo i wartościowo) materiałów w ramach grup materiałowych oraz według gałęzi (tylko wartościowo);

3) bilansowanie zadań dla komórek produkcyjnych — planowane obciążenie stanowisk roboczych, odchylenia w normogodzinach;

4) plany produkcji detali w przekroju wydziałów i stanowisk;

5) analiza zmian normowanej pracochłonności wyrobów (różnice międzyokresowe w jednostkowej pracochłonności wyrobów).

System SYKOPP składa się z przeszło 60 programów, do których należą programy organizacyjne, zabezpieczające, obliczeniowe i drukowania oraz w pewnym zakresie standardowe oprogramowanie maszyny cyfrowej MIŃSK 22 (np. program sortowania).

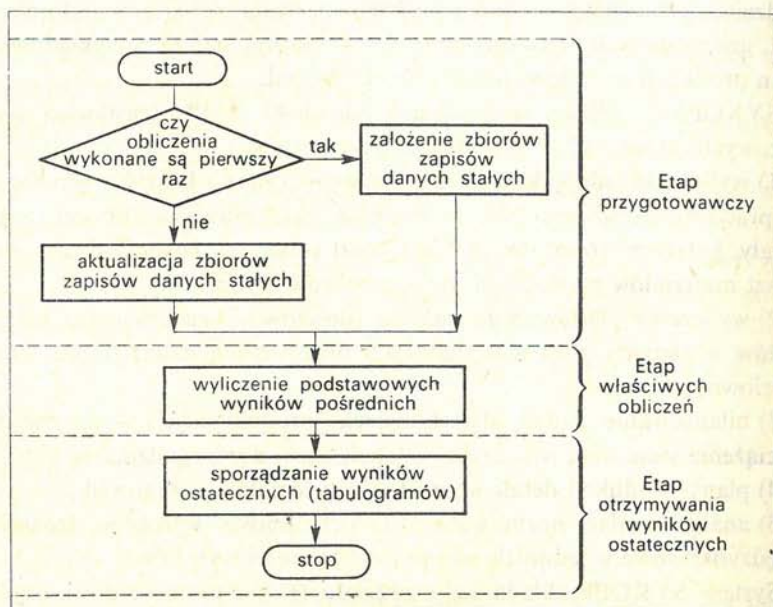
System podzielony jest na przebiegi — ponad 100 — realizujące określone funkcje programów. Przebiegi są na ogół krótkie: np. przebieg obliczeniowy trwa przeciętnie kilkanaście minut. Biorąc pod uwagę tematykę poszczególnych przebiegów oraz sposób korzystania z bazy danych, można cały proces przetwarzania podzielić na 5 podstawowych jednostek przetwarzania, a mianowicie:

- 1) obliczenie planowanej i normatywnej pracochłonności wyrobów,
- 2) planowanie produkcji,
- 3) planowanie zużycia materiałów,
- 4) koszty normatywne,

5) analiza zmian i efektów zmian pracochłonności normowanej wyrobów.

Wymienione jednostki przetwarzania realizowane są na maszynie cyfrowej w trzech zasadniczych etapach (patrz rys. 13.2):

- przygotowawczym,
- właściwych obliczeń,
- otrzymywania wyników ostatecznych.



Rys. 13.2. Schemat blokowy systemu SYKOPP

Pracochłonność przetwarzania na maszynie cyfrowej jest uzależniona od wielu czynników, takich jak: liczebność zbiorów, liczba zestawień itp. Można orientacyjnie przyjąć, iż okresowa (kwartalna) eksploatacja systemu SYKOPP pochłania od 15 do 30 godzin pracy maszyny, przy koszcie od 35 do 65 tysięcy złotych.

Dla orientacji podaje się, iż całkowity koszt wdrożenia systemu (w odniesieniu do przedsiębiorstw wymienionych na wstępie) wynosi od 200 do 400 tysięcy złotych.

Dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne systemu SYKOPP upoważniają do podjęcia próby przynajmniej szacunkowego określenia



uzyskanych efektów. W zakresie korzyści wymiernych będą to: wzrost wydajności pracy prowadzący do zmniejszenia kosztów materiałowych bezpośrednich oraz przyrostu produkcji (rzędu kilku milionów złotych rocznie), poprawa rytmiczności produkcji (zmniejszenie przestojów rzędu kilku tysięcy godzin rocznie), oszczędności funduszu płac (uniknięcie dodatkowego zatrudnienia kilku osób).

Prócz tego SYKOPP jako poważne przedsięwzięcie organizacyjne i planistyczne przysparza przedsiębiorstwu szereg korzyści o charakterze trudno wymiernym lub wręcz niewymiernym. Przykładowo można tu wymienić:

1) możliwość bilansowania zadań planowych ze zdolnością produkcyjną zakładu w układzie wielowariantowym i wybór wariantu najodpowiedniejszego,

2) uzyskanie informacji umożliwiających prowadzenie normatywnego rachunku kosztów,

3) otrzymanie danych niezbędnych do prawidłowego sporządzania planu zaopatrzenia materiałowego oraz kontroli zużycia materiałów bezpośrednio produkcyjnych,

4) umożliwienie właściwego podziału zadań produkcyjnych między komórki funkcjonalne przedsiębiorstwa,

5) dokonywanie bieżącej analizy wpływu zmian w technologii wyrobów na kształtowanie się kosztu normatywnego,

6) uporządkowanie dokumentacji technologicznej i wprowadzenie dyscypliny w zakresie bieżącego dokonywania zmian i uzupełnień.

Charakterystyczną cechą omawianego systemu jest to, że w sposób ciągły i systematyczny prowadzone są prace nad jego udoskonaleniem i rozszerzeniem o dodatkowe elementy, wynikające na ogół z potrzeb zgłaszanych przez potencjalnych lub faktycznych użytkowników. Elementami tymi są:

1) tzw. rozwinięcia i zwinięcia technologiczne („rozwijanie” planu od dowolnego poziomu montażu poprzez wszystkie części niższego rzędu, aż do detali oraz czynność odwrotna, prowadząca do ustalenia cenników wszystkich części na dowolnym stopniu montażu, co umożliwia wycenę produkcji w toku),

2) planowanie zatrudnienia — według zawodów,

3) optymalizacja planu produkcji metodą simpleks — przy wykorzystaniu danych już znajdujących się w systemie,

4) planowanie zużycia narzędzi specjalnych.

### 13.2.4. System Operatywnego Planowania Produkcji Plastycznej z zastosowaniem Elektronicznej Techniki Obliczeniowej — — SOPETO

System SOPETO stanowi próbę zastosowania nowoczesnych metod przetwarzania informacji dla celów planowania i rozliczania produkcji w przetwórstwie metali nieżelaznych. System SOPETO został opracowany i wdrożony w Zakładzie Hutniczym Przetwórstwa Metali Nieżelaznych „Hutmen” we Wrocławiu w latach 1967–1969. Dokumentacja projektowo-programowa systemu została przygotowana na maszynie cyfrową MIŃSK 22 w ZETO Wrocław przy współudziale specjalistów z przedsiębiorstwa.

W takim przedsiębiorstwie, jakim jest „Hutmen”, dziedzina planowania operatywnego produkcji jest szczególnie złożona i specyficzna. Wynika to przede wszystkim z:

- bogatej struktury asortymento-wymiarowej (kilkanaście tysięcy tzw. „asortymentowymiarów”),
- reglamentowanego charakteru zamówień,
- zróżnicowanych wielkości zamawianych partii (od kilku kilogramów do kilkudziesięciu ton),
- różnego stopnia pilności realizacji zamówień (eksport, priorytety, odbiory specjalne),
- samego charakteru procesu technologicznego (konieczność koordynacji pracy czterech wydziałów realizujących podstawowy cykl technologiczny) itd.

Główną przesłanką do zaprojektowania i wdrożenia SOPETO była dążność do wyeliminowania lub zmniejszenia wspomnianych trudności w planowaniu i rozliczaniu produkcji plastycznej.

Z uwagi na fakt, że podstawą produkcji, a zarazem głównym źródłem informacji dla procedury przetwarzania, są zamówienia odbiorców, system został podzielony na dwie części, realizujące dwie odrębne funkcje.

*Część I* dotyczy opracowania planu ilościowego w grupach asortymentowo-wymiarowych drogą konfrontacji wielkości zamówień odbiorców z programem produkcyjnym oraz zdolnością produkcyjną zakładu. Plan ten opracowywany jest w przekroju kwartalnym, a następnie dzielony na miesiące, przy czym zamówienia dobierane są według kryteriów pilności, pracochłonności, łączenia niektórych wyrobów w zależności od cech materiału (gatunku stopów) itp. Aktualizacje zbioru zamówień sporządzane są systemem krocącym, co miesiąc.



Część II systemu zawiera szczegółowe wyliczenia zadań produkcyjnych dla poszczególnych wydziałów, przeprowadzane na podstawie ustalonego ostatecznie zbioru realizacji zamówień w każdym miesiącu. Rozliczanie wykonawstwa zadań następuje za pośrednictwem dokumentów ewidencyjnych przekazanie poszczególnych partii do magazynu wyrobów gotowych.

Jak dotąd, bardziej zaawansowane są prace dotyczące II części SOPETO. Pod pojęciem elektronicznego przetwarzania danych na tym etapie planowania operatywnego produkcji należy rozumieć:

1) założenie w pamięci zewnętrznej maszyny zbioru zapisów danych stałych, tworzących bazę normatywną systemu,

2) bieżące aktualizowanie zbioru zapisów danych stałych (przede wszystkim dotyczących technologii wykonania wyrobów) przez maszynę cyfrową,

3) comiesięczne wprowadzanie do maszyny zbiorów danych zmiennych, tj. zleceń produkcyjnych oraz stanów zapasów wyrobów gotowych i półwyrobów,

4) opracowywanie podstawowej dokumentacji warsztatowej na uprzednio przyjęte do realizacji zamówienie odbiorców,

5) drukowanie różnego rodzaju tabulogramów kontrolnych i planistycznych, określających zadania wydziałów produkcyjnych,

6) przygotowanie materiałów informacyjnych stanowiących podstawę, a zarazem punkt wyjścia drugiego etapu planowania operatywnego produkcji, w którym nastąpi bilansowanie zadań produkcji, podział zadań kwartalnych na miesiące i obciążenie stanowisk pracy.

System SOPETO posiada następującą organizację przetwarzania na maszynie cyfrowej:

1. Na podstawie dokumentów służących do jednorazowego wprowadzania danych do systemu tworzone są zbiory zapisów danych stałych. Wymienić tu można przykładowo: plan produkcji, tabele tolerancji wymiarowych, normatywy zużycia narzędzi.

2. Za pośrednictwem dokumentów źródłowych, służących do comiesięcznego wprowadzania danych do maszyny, tworzone są zbiory zapisów danych zmiennych, jak np. wykazy zapasów (wyrobów, półwyrobów), zlecenia produkcyjne (na półwyroby).

3. Istnieje grupa dokumentów specjalnych, służących do celów aktualizacji zbiorów zapisów danych stałych.

4. Na podstawie dokumentacji źródłowej tworzone są maszynowe

nośniki informacji. Dla pewnych rodzajów dokumentów rolę tę pełni taśma perforowana 5-kanałowa, dla innych karta perforowana 80-kolumnowa.

5. Wprowadzane do maszyny cyfrowej zbiory zapisów danych stałych, zmiennych oraz wyników pośrednich przechowywane są na taśmach magnetycznych.

6. Wyniki ostateczne przyjmują postać przeszło 30 tabulogramów, z tym że dają się wydzielić dwie zasadnicze grupy:

— tabulogramy kontrolne (prawidłowości zapisów danych stałych, ich aktualizacji i zapisów danych zmiennych w pamięci maszyny, np. tabulogram błędnych pozycji, tabulogram zaktualizowanych pozycji itp.),

— tabulogramy planowania operatywnego produkcji, np. zestawienie zamówień, zestawienie zleceń itp.

Sam proces przetwarzania danych planowania operatywnego produkcji plastycznej w wersji SOPETO składa się z blisko 30 przebiegów pracy maszyny MIŃSK 22 i da się ująć w trzy logicznie ze sobą powiązane jednostki przetwarzania. Ogólny schemat blokowy systemu prezentuje rys. 13.3.

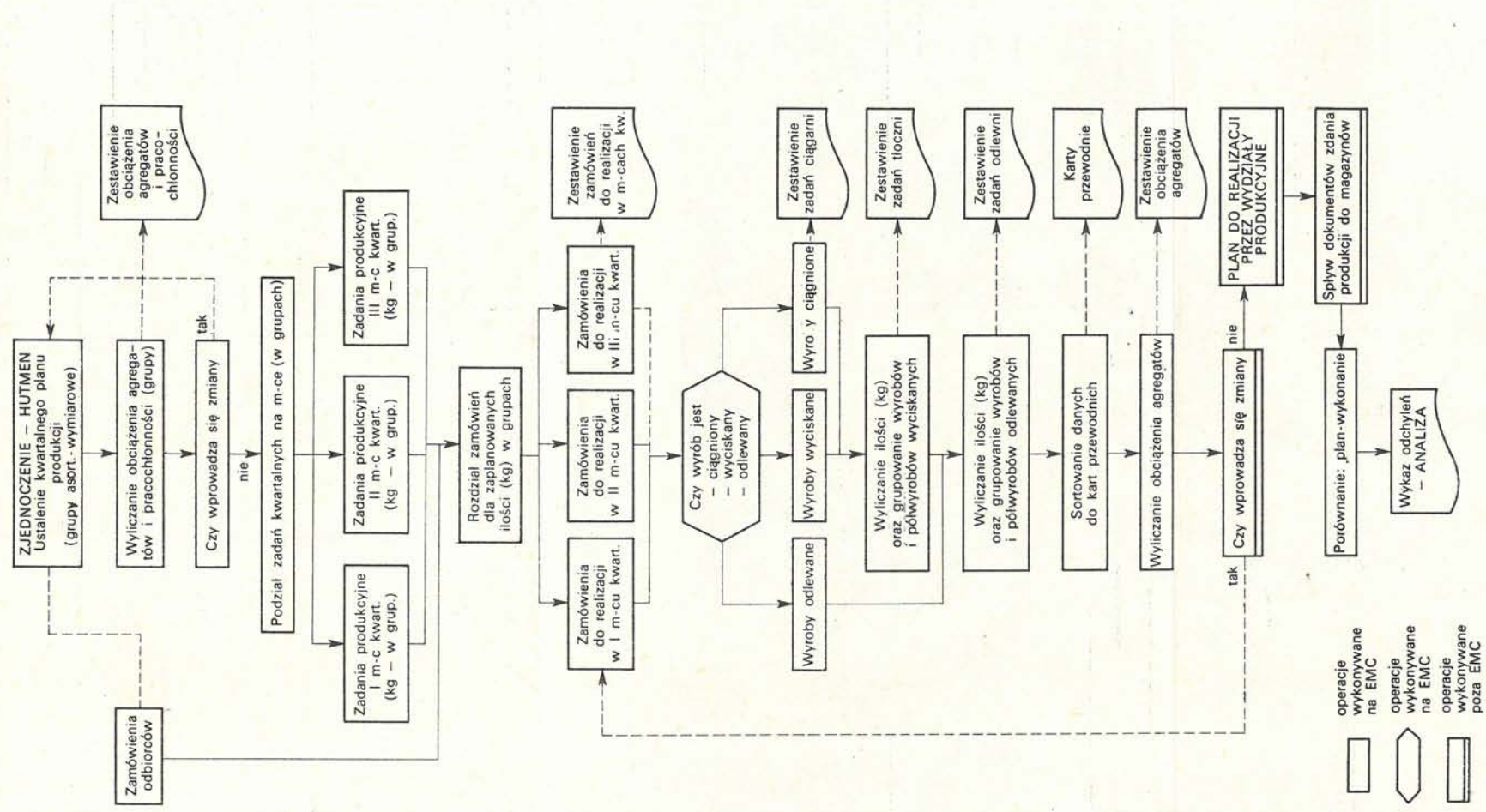
W odniesieniu do SOPETO przedwczesne byłyby chyba próby ustaleń wymiernych, finansowych korzyści „Hutmenu”, płynących z zastosowania systemu. Dotychczasowe doświadczenia wdrożeniowe i eksploatacyjne pozwalają jednak przypuszczać, że SOPETO spełni swoje podstawowe cele, którymi są:

- 1) właściwe wykorzystanie zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa,
- 2) prawidłowa gospodarka zapasami półwyrobów,
- 3) stała aktualizacja bazy normatywnej planowania,
- 4) terminowa realizacja zamówień odbiorców,
- 5) odciążenie personelu komórek planowania od żmudnych i powtarzalnych obliczeń planistycznych,

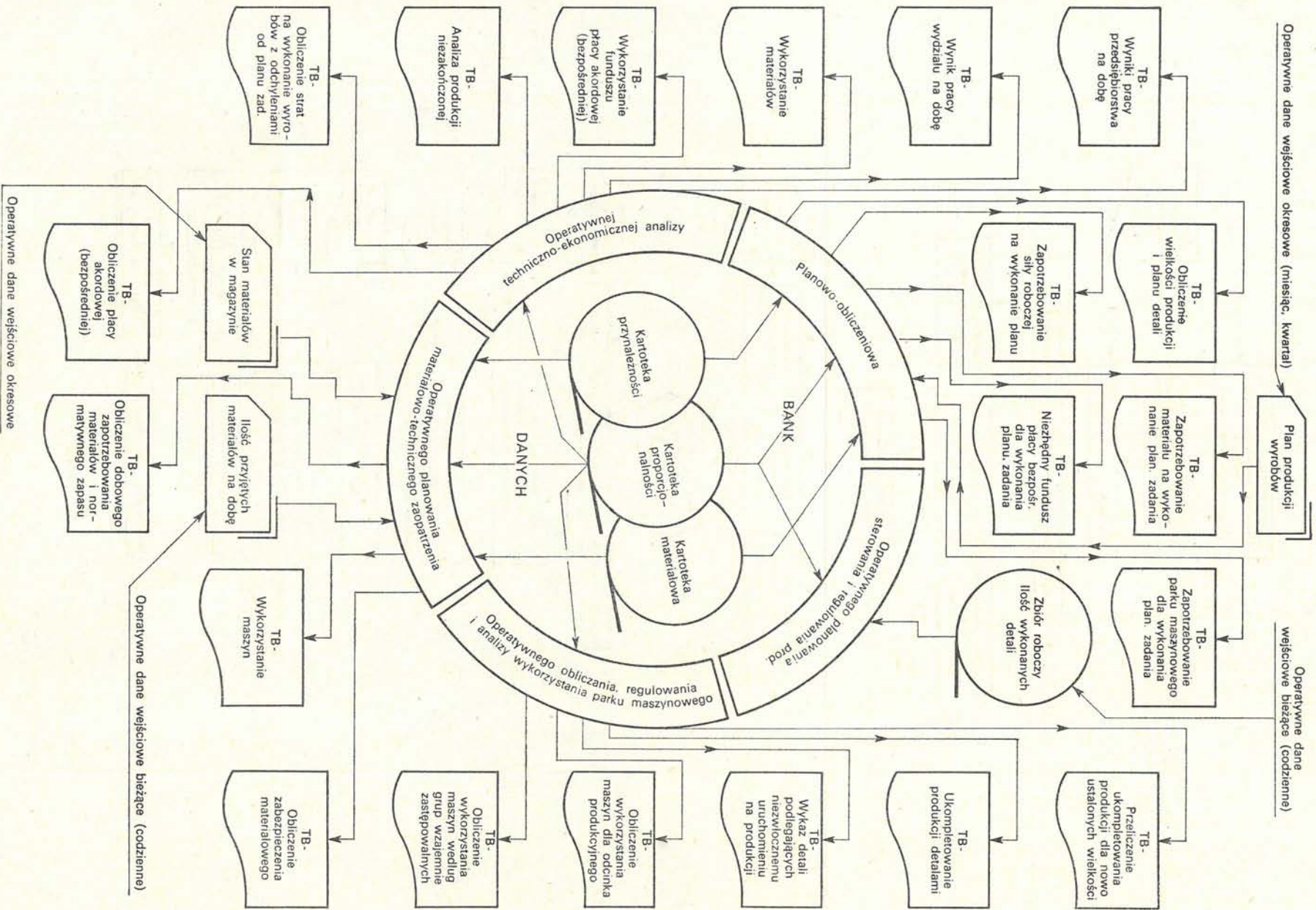
6) pełniejsza, precyzyjniejsza i szybsza informacja personelu komórek produkcyjnych i zarządzania o wszystkim, co dotyczy produkcji wyrobów.

Na zakończenie warto podkreślić, iż opisana wersja SOPETO nie jest ostateczna, gdyż przewiduje się opracowanie następnego etapu planowania operatywnego, polegającego na planowaniu zadań w krótkim cyklu, np. dobowo. Wdrożenie nowej wersji systemu będzie jednak wymagało zainstalowania własnej maszyny cyfrowej w przedsiębiorstwie.





Rys. 13.3. Schemat blokowy systemu SOPETO



Rys. 13.4. Schemat modułowy systemu ASCOPP



### 13.2.5. Automatyczny System Ciągłego Operatywnego Planowania Produkcji — ASCOPP

System ASCOPP jest systemem ciągłego, operatywnego planowania i sterowania produkcją, zaprojektowanym na maszynę cyfrową MINSK 22 w ZETO Poznań. ASCOPP znajduje się obecnie na etapie eksploatacji użytkowej w jednym przedsiębiorstwie przemysłowym — Poznańskiej Fabryce Maszyn Żniwnych. Przewiduje się, iż system ten zostanie z czasem wdrożony do większej liczby przedsiębiorstw.

Istotę ASCOPP stanowi integracja funkcji obliczeń (techniczno-ekonomicznych) planistycznych oraz operatywnego planowania i regulowania produkcji (np. kolejności uruchamiania produkcji partii detali). System obejmuje odpowiednie obszary działania, które zabezpieczają kompleksowe zrealizowanie postawionych wymagań. Obszary te można pogrupować stosownie do pewnych kryteriów, tj. zakresu, przedmiotu oraz horyzontu czasowego.

Zgodnie z pierwszym kryterium wyróżniamy:

- planowanie międzywydziałowe, polegające na ustaleniu zadań (oraz kontroli ich wykonania) dla podstawowych komórek produkcyjnych, tj. wydziałów,

- planowanie wewnątrzwydziałowe, polegające na ustaleniu zadań dla oddziałów, gniazd, linii i poszczególnych stanowisk roboczych.

Kryterium drugie — przedmiot planowania — pozwala mówić o:

- planowaniu produkcji (podstawowych zadań, trybu oraz kontroli ich wykonania),

- planowaniu środków do wykonania planu produkcji (zatrudnienie i płace, środki finansowe itp.) oraz kontroli ich wykorzystania.

Kryterium trzecie — okres planowania — dzieli to planowanie (wraz z kontrolą) na:

- kwartalne,

- miesięczne,

- dzienne.

U podstaw systemu ASCOPP leży założenie o maksymalnej redukcji ilości informacji stałej, jednorazowej i operatywnej, codziennej, przekazywanej do zakładu obliczeniowego przez przedsiębiorstwo (komórkę organizacyjną), przetwarzanej w maszynie cyfrowej oraz przekazywanej z ośrodka obliczeniowego do przedsiębiorstwa (komórki organizacyjnej). Realizacja tego wymogu pozwala na skrócenie zarówno czasu przy-

gotowania danych liczbowych, jak i poważne ograniczenie prac samego systemu.

Projekt ASCOPP zakłada istnienie kilku podstawowych kartotek (tj. przynależności, proporcjonalności i materiałowej), przyporządkowanych hierarchicznie poszczególnym komórkom organizacyjnym przedsiębiorstwa. Kartoteki te tworzą w systemie zbiory zapisów danych stałych przechowywane na taśmie magnetycznej, czyli tzw. bank danych. Pozostałe dane wejściowe do systemu (okresowe — kwartalne i miesięczne, oraz operatywne — codzienne) wprowadzane są za pośrednictwem kart i taśm perforowanych.

ASCOPP, podobnie jak omówione poprzednio systemy, ma budowę modułową, a swoje podstawowe zadania realizuje w pięciu funkcjach:

- 1) planowo-obliczeniowej,
- 2) operatywnego planowania, sterowania i regulowania produkcji,
- 3) operatywnego obliczania, regulowania i analizy wykorzystania maszyn i urządzeń,
- 4) operatywnego planowania zaopatrzenia materiałowo-technicznego,
- 5) operatywnej, techniczno-ekonomicznej analizy wyników pracy oddziału produkcyjnego (komórki organizacyjnej).

Poszczególne funkcje w systemie ASCOPP wiążą w cyklu przetwarzania określone zbiory wejściowe — zapisów danych stałych i zmiennych — ze zbiorami wyjściowymi w postaci zestawień końcowych (20 tabulogramów), w których zawarte są wyniki działań realizowanych w poszczególnych funkcjach.

Modułarna konstrukcja systemu ASCOPP przedstawiona jest na rys. 13.4.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] *Automatyczne przetwarzanie informacji*, praca zbiorowa pod red. E. Niedzielskiej, Wrocław 1969 (skrypt).
- [2] Benc Cz., Oledzka K., Stawski W.: *Automatyczny system ciągłego, operatywnego planowania produkcji ASCOPP*, „Materiały szkoleniowe CODKK”, nr 144, cz. 2, Warszawa 1969.
- [3] Brama J., Koszewski Z.: *System planowania produkcji w Polskich Zakładach Optycznych. Pakiet Obliczeń Produkcyjnych POP-p*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 4.
- [4] Burbidge J.: *Zasady organizacji produkcji*, Warszawa 1966.
- [5] Bursche J.: *Planowanie wewnątrzzakładowe i ewidencja produkcji*, Warszawa 1963.



- [6] Bursche J., Hanusz T., Piekutowski J.: *Planowanie w przedsiębiorstwie*, Materiały Ośrodka Szkoleniowego ZG SIMP, Warszawa 1967.
- [7] Chajtman S.: *Niektóre zagadnienia zastosowania maszyn matematycznych do przetwarzania danych o przebiegu produkcji w przedsiębiorstwie*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 4.
- [8] Farfus H., Kwiatek S., Nagłowski S., Trautman S.: *Zautomatyzowane okresowe planowanie produkcji w Fabryce Samochodów Osobowych Warszawa-Żerań*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 4.
- [9] Gliksman B., Pszczółka E.: *System planowania i rozliczania produkcji budowlanej*, „Materiały szkoleniowe CODKK”, nr 144, cz. 2, Warszawa 1969.
- [10] Grudziecki S., Jordan A., Skalski A.: *POP-n — Pakiet Obliczeń Produkcyjnych w Zakładach Mechanicznych im. M. Nowotki (ZMiN) w Warszawie*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 4.
- [11] Haus B.: *Planowanie produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym*, BSEP, Warszawa 1969.
- [12] *Informacja o systemie operatywnego planowania produkcji plastycznej z zastosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej „SOPETO”*, Wrocław 1969 (maszynopis powielony).
- [13] Niedzielska E.: *Istota i funkcje programowania produkcji*, Wrocław 1969 (maszynopis).
- [14] *Organizacja i planowanie w przedsiębiorstwie przemysłowym*, praca zbiorowa pod red. A. Grossmana, Warszawa 1964.
- [15] Ramułt A.: *System kontroli i planowania produkcji SYKOPP*, „Materiały szkoleniowe CODKK”, nr 144, cz. 2, Warszawa 1969.
- [16] Ramułt A., Wiczorek W., Wolański Z.: *Zastosowanie EMC do operatywnego planowania produkcji i normatywnego rachunku kosztów w Zakładach Wytwórczych Aparatury Precyzyjnej w Świdnicy*, „Maszyny Matematyczne” 1967, nr 2.
- [17] Targowski A.: *Pakiet Obliczeń Produkcyjnych. System automatycznego przetwarzania danych dla potrzeb sterowania produkcją (zastosowanie komputerów)*, „Materiały szkoleniowe CODKK”, nr 143, cz. 1, Warszawa 1969.
- [18] Targowski A.: *System informacyjny kierownictwa*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 4.
- [19] Trautman S.: *System planowania kroczącego i katalogowania w FSC w Starachowicach*, „Maszyny Matematyczne” 1969, nr 5.
- [20] Włoczewski J.: *Projektowanie systemów elektronicznego przetwarzania danych w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego*, „Maszyny Matematyczne” 1968, nr 3.
- [21] *Zasady organizacji przedsiębiorstwa przemysłowego*, praca zbiorowa, Warszawa 1969.

## 14. ZARZĄDZANIE W WARUNKACH AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

### 14.1. ORGANIZACJA ZARZĄDZANIA W WARUNKACH AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Maszyny cyfrowe są obecnie stosowane we wszystkich dziedzinach ludzkiej działalności. Najszybciej znalazły one zastosowanie w astronomii, geodezji, optyce, budownictwie i elektrotechnice. Znacznie wolniej rozwijały się zastosowania w dziedzinach mechaniki, konstrukcji, meteorologii, językoznawstwa itp. Wynika to z faktu, że pierwsze z wymienionych dyscyplin mają długą, niejednokrotnie trwającą ponad setki lat, tradycję „matematyczną”. Problemy występujące w tych dziedzinach wiedzy są od dawna ściśle, matematycznie zdefiniowane i tym samym dojrzałe do stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej.

W drugiej grupie dyscyplin dominowały doświadczenia empiryczne, co w połączeniu z brakiem precyzyjnej aparatury matematycznej powodowało znacznie wolniejszy rozwój zastosowań EMC.

W ślad za rozwojem zastosowań maszyn matematycznych do obliczeń naukowych i technicznych rozpoczyna się ich stosowanie także w dziedzinie obliczeń ekonomicznych. Duża szybkość EMC pozwoliła na rozwiązywanie metodami matematycznymi zadań optymalizacyjnych, w których występuje duża liczba równań z wielkimi ilościami niewiadomych.

Obliczenia matematyczno-ekonomiczne zalicza się niekiedy do kategorii obliczeń naukowych czy naukowo-technicznych, jednak z uwagi na swoją specyfikę powinny być traktowane jako odrębna grupa rodzajowa.

W ślad za pierwszymi dziedzinami zastosowań EMC (obliczenia



naukowo-techniczne, obliczenia matematyczno-ekonomiczne) nastąpił rozwój zastosowań, które definiowaliśmy poprzednio jako „przetwarzanie danych”.

Rozwijały się szybko zastosowania EMC do rozwiązywania takich problemów, w których występowały wielkie zbiory relatywnie jednorodnych danych, jak np. statystyka, fakturowanie sprzedaży, bankowość. W przedsiębiorstwach przemysłowych przetwarzanie danych rozpoczynało się od takich agend, jak ewidencja obrotu materiałowego, obliczanie zarobków i następnie obejmowało problematykę planowania, a ostatnio wkracza coraz szybciej w dziedzinę operatywnego zarządzania.

Najmłodszą dziedziną zastosowania EMC jest sterowanie procesami (produkcyjnymi). Zastosowania tego typu wymagają maszyn pozwalających na rozwiązywanie zadań w czasie realnym, to jest z taką szybkością, aby proces obliczeń i wynikające z nich automatyczne sterowanie były przeprowadzone szybciej, niż mogłyby nastąpić niepożądane zmiany w sterowanym procesie produkcyjnym. Rozwój systemów sterowania procesami najszybszy jest w tych procesach produkcyjnych, w których istnieje możliwość zastosowania EMC do takiego sterowania procesem technologicznym, aby przebiegał blisko reżimu optymalnego. Innymi słowy, ta dziedzina zastosowań EMC rozwija się najszybciej w procesach aparaturowych, następnie w energetyce, a ostatnio także w procesach hutniczych.

Wymienione dotychczas cztery dziedziny zastosowań EMC występują zazwyczaj jako izolowane, a ich wzajemne związki są nieliczne i słabe. Należy jednak bardzo wyraźnie podkreślić, że w miarę rozbudowy maszyn cyfrowych i rozwoju systemów ich zastosowań występuje i będzie się pogłębiać tendencja do integrowania tych zastosowań. W projektowaniu systemów zintegrowanych nie można się ograniczać tylko do przetwarzania danych, a należy uwzględnić związki przetwarzania danych z obliczeniami technicznymi, a niekiedy i z automatycznym sterowaniem procesami.

Ostatecznym celem zastosowania EMC we wszystkich czterech, wyżej wymienionych, dziedzinach i ich wzajemnych związkach jest stworzenie takiego zintegrowanego systemu, w którym wyniki obliczeń optymalizacyjnych, przeprowadzonych metodami matematyczno-ekonomicznymi, będą występowały jako dane wejściowe do sterowania procesem produkcyjnym. Informacje o przebiegu procesu będą stanowiły dane wejściowe dla przetwarzania danych, zaś wyniki przetwarzania

danych posłużą jako dane wejściowe dla obliczeń technicznych i optymalizacyjnych.

Na tle powyższych rozważań należy przypomnieć, że podstawowym problemem przy projektowaniu zastosowań EMC jest zdefiniowanie zadania, które chcemy rozwiązać. Głównym niebezpieczeństwem jest przy tym stawianie wąskich celów wynikających z doświadczeń, które posiadamy z posługiwania się dotychczasowymi, konwencjonalnymi metodami. Inspirację dla rozszerzenia koncepcji należy czerpać z obserwacji i analizy rozwoju postępu technicznego. Należy pamiętać, że EMC są największym osiągnięciem rozwoju wiedzy i techniki w ostatnim dwudziestolecu, gdyż nie tylko przyspieszają dalszy rozwój techniki i wiedzy, ale także dają możliwości wprowadzania jakościowych zmian w metodologii zarządzania na wszystkich poziomach, poczynając od zarządzania pojedynczym przedsiębiorstwem, a kończąc na zarządzaniu całą gospodarką narodową.

Nasze praktyczne, codzienne doświadczenia coraz częściej dotyczą automatyzacji w procesach produkcyjnych, zaś nasza mentalność w zakresie organizacji procesów przetwarzania informacji obciążona jest dotychczasowymi doświadczeniami, wynikającymi z techniki „ręcznej” lub „mechanicznej” prac administracyjnych. Aby wykazać podobieństwo pomiędzy automatyzacją procesów wytwarzania a automatycznym przetwarzaniem danych, posłużono się (tablica 14.1) tabelarycznym zestawieniem dziesięciu zasad automatyzacji według pracy *Anatomia automatyzacji*<sup>1</sup>.

Rozwój zastosowań przetwarzania danych na potrzeby zarządzania przedsiębiorstwem prowadzi w praktyce do tego, że wszystkie trwale lub długoterminowo ważne dane podstawowe gromadzi się w pamięci maszyny jako „dane stałe” lub „dane względnie stałe”, a na potrzeby bieżącego przetwarzania wprowadza się dane dotyczące planu lub ewidencji wykonania zadań — „dane zmienne”. Na przykład w przedsiębiorstwie przemysłowym występuje pięć wielkich zbiorów „danych podstawowych”, zapisanych w pamięci EMC i stosownie do potrzeb modyfikowanych. Omawiane zbiory można podzielić, jak następuje:

- dane o wyrobach — szczegółospisy, normy czasu na operacje, normy zużycia materiału, karty kosztu normatywnego itp.,
- dane o pracownikach — numery ewidencyjne, nazwiska i imiona

---

<sup>1</sup> Patrz [1].



## Dziesięć zasad automatyzacji. Przedmiot (obiekt) automatyzacji

Lp.	Procesy produkcyjne	Automatyczne przetwarzanie danych
1	<p>Sprecyzować koncepcję usprawnienia.</p> <p>Problem, co automatyzować, jest znacznie ważniejszy od problemu, jak automatyzować.</p> <p>Skoncentrować się na uzyskiwaniu wielkich usprawnień i efektów.</p> <p>Skoncentrować się na podstawowych koncepcjach usprawnienia.</p> <p>Rozróżniać problemy pierwotne od wtórnych, decydujące od mniej ważnych.</p>	<p>Sprecyzować koncepcję usprawnienia.</p> <p>Celnie wyznaczyć zakres automatyzacji.</p> <p>Spostrzegać możliwości wielkich efektów w materialnej sferze produkcji i obrotu.</p> <p>Rozwiązywać podstawowe problemy zarządzania.</p>
2	<p>Przeprowadzić rekonstrukcję wyrobu.</p> <p>Wyroby aktualnej konstrukcji nie są przystosowane do automatyzowania procesu. Automatyczny montaż wymaga zmiany konstrukcji. Ograniczać elementy łączone na korzyść elementów sczalonych, przy jednoczesnym zabezpieczeniu możliwości demontażu dla potrzeb koncentracji i remontu wyrobu.</p>	<p>Zmienić metody zarządzania.</p> <p>Dotychczasowe metody są nie przystosowane do automatyzacji.</p> <p>Automatyzacja umożliwia, a jednocześnie wymaga podstawowych zmian w metodach zarządzania, planowania i ewidencji.</p> <p>Zlikwidować dowody wtórne, pośrednie, duplikaty.</p>
3	<p>Stosować przystosowane materiały.</p> <p>Automatyzacja rozpoczyna się u poddostawcy. Stosować materiały w gatunkach i wymiarach przystosowanych do wyrobu. Preferować materiały w wielokrotnych wymiarach: pręty, szpule, taśmy.</p>	<p>Usprawnić formę danych pierwotnych.</p> <p>Rejestrować dane pierwotne w formie umożliwiającej automatyczne lub półautomatyczne wejście (wstępnie perforowane karty, sygnały z procesu, czytniki optyczne pisma, fotokomórki). Unikać ręcznego rejestrowania danych pierwotnych.</p>
4	<p>Automatyzacja wszystkich operacji. Rozpoczynać proces automatyzacji jak najwcześniej (na materiale surowym). Obejmować automatyzacją: cięcie, obróbkę, montaż podzespołów, montaż główny, pomiary, kontrolę.</p>	<p>Automatyzować wszystkie operacje.</p> <p>Automatyzować, zaczynając od rejestrowania danych pierwotnych, aż do wyprowadzenia wszystkich możliwych wyników, bazujących na wczytanym zbiorze danych („kompleksowa automatyzacja”).</p>

Lp.	Procesy produkcyjne	Automatyczne przetwarzanie danych
5	Usytuować wyrób w dogodny sposób. Wyrób przemieszczać i ustawiać w toku procesu w sposób wygodny dla przebiegu zautomatyzowanego procesu. Organizować zautomatyzowany spływ detali i podzespołów do stanowisk montażowych. Unikać składowania międzyoperacyjnego oraz wybierania i identyfikowania detali.	Usytuować informację w dogodny sposób. Organizować takie rozmieszczenie danych w pamięci EMC, aby zapewnić sobie do nich łatwy i szybki dostęp. Pobierać informacje sekwencyjnie, eliminować powtarzanie wybierania informacji według tego samego kryterium.
6	Zabezpieczać płynność przebiegu produkcji. Wyrównywać pracochłonność operacji na poszczególnych stanowiskach. Produkcję detali realizować w powtarzających się partiach.	Przekazywać do przetwarzania informacje na maszynowych nośnikach informacji. Rejestrować informacje pierwotne na maszynowych nośnikach informacji lub rejestrować informacje pierwotne w postaci impulsów bezpośrednio zrozumiałych dla EMC. Stosować teletransmisję danych.
7	Zapewnić rytmiczność produkcji (takt) Długotrwałe operacje podzielić na szereg równoległych stanowisk. Ograniczyć wydajność zbyt szybkich stanowisk. Podzielić operacje na zabiegi.	Stosować podział czasu. Wyrównywać szybkość różnych modułów EMC wykorzystywaniem podziału czasu — wieloprogramowości.
8	Kombinować operacje. Przeprowadzać na jednym stanowisku i w tym samym czasie równolegle jak największą ilość operacji.	Przetwarzać informacje kompleksowo. Każdy zbiór informacji („record”), np. karta pracy, kwit materiałowy, przetwarzać, uwzględniając od razu wszystkie informacje na nim zawarte i wszystkie możliwe do uzyskania wyniki.
9	Stosować automatyczną kontrolę. Automatycznie kontrolować przebieg całego procesu. Automatycznie kontrolować jakość wykonywanych operacji i sygnalizować błędy.	Stosować automatyczną kontrolę. Stosować automatyczną kontrolę danych i prawidłowości procesu przetwarzania. Błędy automatycznie poprawić lub sygnalizować.
10	Krytycznie analizować logikę procesu. Zastępować metody produkcji stosowane w mechanizacji, nowymi metodami, odpowiadającymi warunkom automatyzacji.	Krytycznie analizować logikę systemu. Algorytmy odpowiadające technice ręcznej zastępować algorytmami wykorzystującymi możliwości automatyzacji.



pracowników, dane osobiste, dane rodzinne, kwalifikacje, dane o wydajności uzyskiwanej w poprzednich okresach itp.,

— dane o materiałach — numery indeksowe, nazwy materiałów, jednostki miary, wymiary, ceny jednostkowe, miejsce składowania, dostawcy, minimalna i maksymalna wielkość zapasu, dane statystyczne o zużyciu itp.,

— dane o środkach produkcji — numery maszyn, nazwy i kategorie maszyn, planowana zmianowość, procent czasu użytecznego, godzinowa (miesięczna) amortyzacja, zużycie energii, koszty wydziałowe na 1 godzinę, dane o planowanych i wykonanych czynnościach konserwacyjno-remontowych itp.,

— dane o związkach przedsiębiorstwa ze światem zewnętrznym — zamówienia, plany roczne, wskaźniki dyrektywne, dane o rozliczeniach z dostawcami i odbiorcami, dane o rozliczeniach z bankiem itp.

W oparciu o powyższe dane rozbudowane zostają systemy przetwarzania danych, kolejno:

— w zakresie poszczególnych danych źródłowych dla uzyskania poszczególnych wyników — „systemy cząstkowe”,

— w zakresie wszystkich potrzebnych wyników, w oparciu o wykorzystanie jednego rodzaju danych — „systemy całościowe”,

— w zakresie całego systemu zarządzania przedsiębiorstwem w oparciu o wszystkie wyżej wymienione zbiory danych i ich wzajemne związki — „systemy zintegrowane”.

Zrozumienie powyższych podstawowych tendencji w zastosowaniu EMC na potrzeby zarządzania ma podstawowe znaczenie dla właściwego i perspektywicznego precyzowania zadań z zakresu przetwarzania danych.

Chodzi o to, aby wyznaczać takie zadania i projektować takie metody ich rozwiązywania, aby nie były z miejsca lub w najbliższym czasie zdezaktualizowane lub przestarzałe. Aby tego uniknąć, należy wnikliwie śledzić tendencje rozwoju systemów przetwarzania danych i antycypować ich rozwój na kilka lat naprzód.

Rozwojowe tendencje automatycznego przetwarzania danych można sprowadzić do następujących zasad.

1. *Od automatyzacji cząstkowej do automatyzacji kompleksowej.* Im wyższy stopień zastosowanej techniki, tym większy zakres kompleksowości systemów przetwarzania danych. Trzeba zwrócić uwagę, że na ogół nieekonomiczne jest przetwarzanie na EMC drobnych, izolowanych agend lub ich części. Wejście i wyjście danych są relatywnie wolniejsze

od wykonywania operacji logicznych i arytmetycznych, dlatego też im system bardziej kompleksowy, tym korzystniejszy jest udział czasu wykonywania operacji wejścia/wyjścia do czasu przetwarzania, innymi słowy, tym bardziej opłacalne jest wykorzystanie EMC.

Powyższe stwierdzenie można zilustrować następującym przykładem. Opracowanie dwóch izolowanych agend: obliczenia zarobków i rozliczenia kosztów robocizny, wymaga zużycia łącznie 10 godzin pracy maszyny cyfrowej. Opracowanie obu agend w sposób kompleksowy wymaga już tylko 6,6 godziny pracy EMC. Zatem oszczędność czasu maszynowego wynosi około 30%.

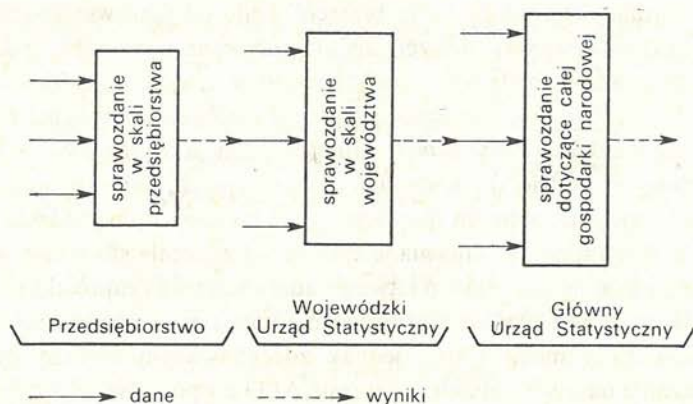
2. *Od przetwarzania danych na potrzeby izolowanego przedsiębiorstwa do przetwarzania na potrzeby większych organizacji gospodarczych.* Powyższa zasada dotyczy rozszerzania systemów na potrzeby całej gospodarki narodowej. Celowość tej zasady staje się bardziej oczywista, jeżeli uświadomimy sobie, że niezmiernie często produkt procesu przetwarzania na szczeblu przedsiębiorstwa stanowi dane wejściowe do przetwarzania na szczeblu wyższym (rys. 14.1).

3. *Od automatyzacji w oparciu o dotychczasowe metody do zmian w metodach zarządzania, planowania i ewidencji.* W początkowym okresie automatycznego przetwarzania danych często posługujemy się EMC opierając się na dotychczasowych metodach uzyskiwania informacji, przy zastosowaniu klasycznych, tradycyjnych środków. Z jednej strony wynika to z nawyków myślowych, z drugiej strony, brak doświadczenia w stosowaniu EMC powoduje, że chcemy uzyskać te wyniki, które i dotychczas były w przedsiębiorstwie otrzymywane i których użyteczność jest dla nas bezsporna.

Oczywiście takie postępowanie ogranicza możliwości uzyskiwania wszystkich możliwych efektów z APD. Możemy posłużyć się przykładem. Przy tradycyjnych systemach księgowości materiałowej prowadzona była ewidencja wszystkich obrotów na kartotekach ilościowo-wartościowych. Przy zastosowaniu EMC możemy wczytywać do maszyny informacje o poszczególnych obrotach, wyceniać obroty, obliczać nowe stany i wyniki drukować w postaci tabulogramu, którego zapisy odpowiadają zapisom dotychczas stosowanym na karcie kontowej. Oczywiście takie rozwiązanie jest możliwe, lecz stanowi typowy przykład zastosowania nowej techniki przy jednoczesnym pozostawieniu starych metod ewidencji.

Metody te należy zmienić. Właściwym, odpowiadającym możliwościom EMC rozwiązaniem będzie wczytywanie wszystkich informacji





Rys. 14.1. Przetwarzanie wieloszczeblowe

o obrotach do maszyny oraz wyprowadzenie z maszyny tylko potrzebnych wyników, takich jak: wartość sald i obrotów na koniec okresu, wysokość obrotu w okresie, rozdzielnik kosztów materiałowych, informacje o przekroczeniu stanów minimum — maksimum.

4. *Od przetwarzania w partiach do przetwarzania w czasie realnym.* Ręczna technika przetwarzania danych pozwalała na natychmiastową ewidencję faktów i czynności. Tak na przykład otrzymanie informacji o przychodzie materiałów (kwitu Pz) umożliwiało kontystce natychmiastowe wyliczenie aktualnego zapasu. Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych spowodowało zmiany w tym kierunku, jako że następowało gromadzenie dowodów, a następnie przetwarzanie ich w partiach. W naszym przypadku kwity dotyczące obrotu były sukcesywnie perforowane, a następnie w partiach, np. raz na 10 dni, sortowane, wyceniane i tabulowane. W ten sposób, w zamian za znaczne zmniejszenie pracochłonności ewidencji, musieliśmy płacić cenę w postaci cyklicznego otrzymywania aktualnych wyników, wpływających z systemu przetwarzania w partiach. Powyższy sposób stosowany jest także przy pierwszych próbach zastosowań EMC. Maszyny cyfrowe z rozbudowaną zewnętrzną pamięcią taśmową pozwalają na sukcesywnie wczytywanie informacji w miarę ich napływania, natomiast proces przetwarzania i emitowania wyników następuje w odstępach czasu.

Wprowadzenie podstawowych zmian do tego systemu umożliwiają maszyny z dużą pamięcią, o krótkim czasie dostępu (np. z pamięcią dyskową). Za pomocą tych maszyn możemy realizować systemy, w któ-

rych informacje wpływające „na bieżąco” będą od razu wszechstronnie przetwarzane, a wyniki obliczeń będą zapisywane w pamięci, z której pobranie wyników może następować natychmiast, stosownie do potrzeb.

5. *Od systemów przetwarzania w zakresie ewidencji do systemów przetwarzania w zakresie zarządzania.* Istnieje tendencja do stosowania EMC w pierwszym rzędzie do systemów ewidencyjnych, jak np. ewidencji materiałowej, oraz obliczeń masowych (np. rachuby wynagrodzeń). Jest to o tyle zrozumiałe, że omawiane systemy są znacznie sformalizowane, w związku z czym stosunkowo łatwe do zdefiniowania i zaprojektowania. Oczywiście nie jest błędem wprowadzenie tego typu systemów do przetwarzania za pomocą EMC, jednak zdecydowanym błędem byłoby ograniczanie naszych potrzeb w zakresie APD do powyższych systemów, bez szybkiego integrowania ich z systemami planowania i zarządzania.

6. *Od efektów w dziedzinie prac administracyjnych do efektów w sferze materialnej produkcji i obrotu.* Główne efekty z zastosowań EMC polegały do niedawna na uzyskiwaniu oszczędności na nakładach administracyjnych. Należy jednak pamiętać, że tego typu źródła efektywności są wyraźnie ograniczone. Efektywność automatycznego przetwarzania danych w zakresie zarządzania i optymalizacji procesów produkcyjnych (efektywniejsze wykorzystanie siły roboczej, środków produkcji i materiałów, skracanie cykli produkcyjnych, eliminowanie strat) jest znacznie wyższa, w związku z czym należy i ten aspekt mieć szczególnie na względzie przy formułowaniu zadania. Chodzi o to, że jeżeli nawet, ze względów organizacyjnych, rozpoczynamy opracowywanie i wdrażanie systemów od zagadnień ewidencyjnych, to ostatecznym celem powinny być systemy w zakresie zarządzania.

Na podstawie powyższych wywodów można stwierdzić, że automatyczne przetwarzanie danych z jednej strony umożliwia zmianę metod zarządzania na nowe, bardziej progresywne, z drugiej strony efektywność zastosowań APD zależna jest od stosowania nowoczesnych metod zarządzania.

Podstawową zmianą w procesach zarządzania, realizowanych przy zastosowaniu EMC, jest możliwość zastosowania „zarządzania metodą wyjątków”. Maszyna cyfrowa może ewidencjonować przebieg realizacji procesów gospodarczych oraz na podstawie zadanej metody analizy logicznej i obliczeń może porównywać realizację z planem, normatywami itp., informując człowieka wyłącznie o tych przypadkach, kiedy realizacja odbiega od założeń. Innymi słowy, odpowiedni system APD może uwolnić człowieka od bieżącego śledzenia przebiegu procesów



gospodarczych, kierując jego uwagę wyłącznie na przypadki odstępstw od planu. W tym systemie z EMC wyprowadzone są tylko te wyniki, które mają stanowić bodziec dla akcji człowieka.

To znaczne odciążenie człowieka od prac bieżących umożliwia także przesunięcie sfery zainteresowań personelu kierowniczego z bieżącego zarządzania do planowania perspektywicznego.

## **14.2. KLASYFIKACJA SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH**

### **14.2.1. Uwagi wstępne**

W dotychczasowych rozważaniach stosowaliśmy pojęcia: cząstkowy, kompleksowy oraz zintegrowany system przetwarzania danych. Zarówno w literaturze, jak i w praktyce istnieje wiele, często rozbieżnych, poglądów dotyczących znaczenia poszczególnych, powyższych określeń. Ta wieloznaczność wydaje się zrozumiała. Wynika zarówno z potocznego znaczenia pojęć „kompleksowy” czy „zintegrowany”, jak i z punktu widzenia samego podmiotu kompleksowości czy integracji.

Możemy potocznie powiedzieć, że system jest kompleksowy z punktu widzenia kompleksowego wykorzystania wszystkich informacji zawartych np. na karcie pracy. W takim przypadku możemy się spotkać z poglądem negującym prawo do używania przymiotnika „kompleksowy” w odniesieniu do tak małego zbioru informacji, jaki stanowi karta pracy, na tle całej masy innych, równie ważnych dokumentów występujących w przedsiębiorstwie. Nie roszcząc sobie prawa do proponowania nomenklatury systemów, pragniemy jedynie zdefiniować pojęcia związane z klasyfikacją systemów, w takim sensie, w jakim stosowane są w niniejszej pracy.

### **14.2.2. Systemy cząstkowe**

Pod tym pojęciem rozumiemy system, który w oparciu o określony zbiór danych na wejściu daje określony zbiór wyników potrzebnych dla jednej agendy przedsiębiorstwa. Na przykład jeżeli opracowaliśmy system, który na podstawie danych zawartych na karcie pracy oraz na karcie ewidencyjnej oblicza zarobek brutto pracowników, zarobek netto, wykaz potrąceń itp., to system ten będziemy nazywali systemem cząstkowym.

### 14.2.3. Systemy całościowe

W odróżnieniu od systemów cząstkowych, systemy całościowe wykorzystują określony zbiór danych dla zaspokojenia wszystkich potrzeb informacyjnych przedsiębiorstwa. Tak więc systemy te są kompleksowe z punktu widzenia kompleksowego wykorzystania informacji pierwotnych. Na przykład jeżeli na podstawie danych zawartych na karcie pracy, poza obliczeniem zarobków (co uprzednio określiliśmy jako system cząstkowy), otrzymamy wszystkie możliwe do uzyskania wyniki, takie jak:

- sprawozdawczość z postępu prac,
  - analizę procentowego wykonania norm w przekroju poszczególnych wykonawców,
  - analizę procentu wykonania norm przez różnych wykonawców realizujących ten sam proces,
  - dane do ustalenia rzeczywistego obciążenia stanowisk roboczych wykonanymi operacjami,
  - rozdzielnik kosztów robocizny itp.,
- to system taki będziemy nazywali całościowym.

### 14.2.4. Systemy zintegrowane

Tego określenia używamy w niniejszej pracy w dwóch znaczeniach. Po pierwsze, pod pojęciem systemu zintegrowanego rozumiemy taki system, który powstał drogą scalenia („integrowania”) kilku systemów kompleksowych i daje wyniki potrzebne dla zarządzania kilkoma funkcjami przedsiębiorstwa. Na przykład poza wymienionym poprzednio systemem kompleksowym, bazującym na informacjach zawartych na kartach pracy, opracowano inny system, który na podstawie odpowiedniego zbioru danych pozwala wyliczyć plan funduszu płac. Następnie połączono (zintegrowano) oba systemy, uzyskując w efekcie ponadto analizę wykonania planu funduszu płac. Tą drogą uzyskaliśmy system zintegrowany. W omawianym przypadku mamy do czynienia z *integracją bazy danych i integracją wyników*.

Po drugie, pojęcie „zintegrowany” możemy także odnosić do integrowania metod zastosowanych w systemie. Na przykład w oparciu o przetwarzanie danych otrzymujemy bazę danych statystycznych dla obliczeń matematyczno-ekonomicznych, np. optymalizacji planu produkcji. Na podstawie wyników obliczeń optymalizacyjnych oraz w opar-



ciu o bazę danych normatywnych przetwarzamy dane w celu uzyskania planu obciążenia maszyn i urządzeń. W przedstawionym przykładzie występuje *integracja metod*.

Wydaje się, że w celu bardziej precyzyjnego określenia konkretnych systemów należałoby stosować zasadę bliższego precyzowania zakresu „kompleksowości” lub „integracji”. W nawiązaniu do powyższej propozycji należałoby określać systemy jako:

- kompleksowy system planowania pracochłonności i funduszu płac,
- kompleksowy system wykorzystania informacji zawartych w dokumentacji technologicznej,
- zintegrowany system planowania, wykorzystania i analizy funduszu płac oraz obliczenia wynagrodzeń,
- zintegrowany system zarządzania przedsiębiorstwem,
- zintegrowany system planowania produkcji przemysłowej na podstawie ewidencji i analizy sprzedaży detalicznej.

#### 14.3. EFEKTYWNOŚĆ SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

##### 14.3.1. Efekty bezpośrednie

Zastosowanie EMC charakteryzuje się efektywnością bezpośrednią, polegającą na obniżeniu kosztów przetwarzania danych, oraz efektami pośrednimi, wynikającymi z przyspieszenia procesu obliczeń, uzyskiwania wyników bezbłędnych, usprawnienia metod planowania i ewidencji oraz usprawnienia zarządzania.

Podstawowym źródłem efektywności automatycznego przetwarzania informacji jest wysoka efektywność (szybkość operacyjna) maszyny cyfrowej. Porównanie kosztów osobowych, które trzeba ponieść dla rozwiązania określonego zadania, z kosztami wykonania tego zadania za pomocą EMC (tj. kosztów osobowych oraz kosztów amortyzacji maszyny), wykazuje znaczną obniżkę kosztów całkowitych.

Podkreślić należy, że efekty bezpośrednie są tym większe, im bardziej kompleksowe jest wykorzystanie informacji wprowadzonych do EMC. Zależność ta wynika z faktu, że stosunkowo pracochłonne, bo wykonywane techniką ręczną, jest perforowanie. Tak więc im większe wykorzystanie wyperforowanych informacji, tym większa efektywność systemu.

Porównanie efektywności zastosowań różnych środków służących do przetwarzania informacji podano poniżej (tablica 14.2). Należy jednak

się zastrzec, że podane wielkości trzeba traktować wyłącznie jako globalną informację, gdyż konkretna efektywność zależy będzie od szeregu warunków, a w szczególności takich jak:

- typ maszyn i urządzeń,
- stopień wykorzystania informacji wejściowych,
- wydajność personelu,
- złożoność algorytmów itp.

Rozpatrując efekty bezpośrednio należy wziąć pod uwagę zagadnienie możliwości zmniejszenia zatrudnienia. W praktyce na skutek obiekty-

Tablica 14.2

*Orientacyjne porównanie efektywności zastosowań różnych środków do przetwarzania danych*

Wyszczególnienie	Maszyna kalkulacyjna	Zestaw maszyn licząco-analitycznych	EMC średnia	EMC duża
Przybliżona cena (w tys. zł)	100,0	500,0	10 000,0	30 000,0
Liczba obsługujących pracowników	1	13	20	100
Roczny odpis amortyzacyjny (w tys. zł)	10,0	50,0	1 000,0	3 000,0
Plące obsługi roczne (w tys. zł)	24,0	312,0	720,0	3 600,0
Pozostałe koszty roczne (w tys. zł)	6,0	200,0	600,0	2 400,0
Całkowite koszty roczne (w tys. zł)	40,0	562,0	2 320,0	9 000,0
Liczba pracowników potrzebnych do wykonania tegoż zakresu prac, bez umaszynowania	2,5	40	200	2 000
Plące wyżej wymienionych pracowników (koszt w tys. zł)	60,0	1 200,0	7 200,0	72 000,0
Oszczędności etatowe netto	1,5	27	180	1 900,0
Obniżka kosztów rocznie w tys. zł	20,0	638,0	4 880,0	63 000,0
Obniżka kosztów w % (koszt wykonania bez umaszynowania = 100)	34	53	68	88



wnie występującego niedoboru zatrudnienia pracowników umysłowych raczej nie zmniejsza się globalna liczba zatrudnionych, natomiast następują zmiany w strukturze. W miejsce rachmistrzów, kontystów, obliczeniowców, których liczba maleje, wzrasta ilość pracowników zajmujących się zbieraniem danych pierwotnych oraz analityków. Inaczej mówiąc, przy dotychczasowej lub nieznacznie malejącej liczbie pracowników umysłowych znacznie wzrasta ich zdolność do pogłębiania i poszerzania prac z zakresu przetwarzania danych.

### 14.3.2. Efektywność pośrednia

Automatyczne przetwarzanie danych pozwala także na uzyskiwanie efektów pośrednich, które aczkolwiek są znacznie trudniejsze do wyliczenia, to jednak mają o wiele większe znaczenie od efektów bezpośrednich. Należy stwierdzić, że efekty pośrednie wynikają ze:

- znacznego skrócenia cyklu prac obliczeniowych,
- bezbłędności wyników,
- pogłębienia przetwarzania danych,
- możliwości zastosowania nowych metod planowania, ewidencji, a w szczególności — zarządzania,
- lepszego wykorzystania czasu roboczego, surowców i narzędzi pracy,
- możliwości powszechnego zastosowania w procesach zarządzania metod matematycznych, których bez EMC praktycznie stosować nie można, a w szczególności obliczeń optymalizacyjnych.

Generalnie rzecz biorąc, tak jak efekty bezpośrednie polegają na zmniejszeniu kosztów administracji (kosztów ogólnozakładowych i wydziałowych), tak efekty pośrednie polegają na zmniejszeniu kosztów bezpośrednich.

Zastosowanie maszyn cyfrowych pozwala, w szerokim zakresie, uwolnić człowieka od prac mniej kwalifikowanych, prostych, powtarzalnych i skierować jego siły do prac bardziej koncepcyjnych, wymagających wyższych wartości intelektualnych. Pozwala ponadto na uzbrojenie pracownika koncepcyjnego w natychmiastową, dokładną i wyczerpującą informację. Efekty, o których mówiliśmy, uzyskujemy w oparciu o zasadnicze zmiany, które mogą i powinny następować w dotychczasowych metodach prac administracyjnych i w zarządzaniu.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Amber G. H., Amber P. S.: *Anatomy of Automation*, Prentice-Hall 1964.

## 15. ORGANIZACJA OŚRODKÓW OBLICZENIOWYCH

### 15.1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE

W pierwszej części niniejszej pracy omówione zostały środki techniczne, służące do przetwarzania danych, a wśród nich szczególną uwagę poświęcono elektronicznym maszynom cyfrowym. Ponadto zajmowaliśmy się metodologią analizy i definiowania problemu, projektowaniem systemów automatycznego przetwarzania danych. W części drugiej zajmujemy się systemami automatycznego przetwarzania informacji i przykładami ich zastosowań.

Efektywna realizacja systemu APD zależna jest od takich czynników, jak:

- właściwy dobór problemu,
- odpowiedni projekt systemu,
- optymalny program przetwarzania,
- właściwa EMC.

W niniejszym rozdziale zajmujemy się ośrodkami obliczeniowymi, to jest jednostkami, w których w oparciu o odpowiednie formy organizacyjne realizowany jest proces elektronicznego przetwarzania informacji. Przebiega on etapami:

- A. Etap przygotowania, który omawialiśmy uprzednio.
- B. Etap realizacji, obejmujący:
  - przygotowanie maszynowych nośników informacji,
  - przetwarzanie w EMC.

Współcześnie w krajach wysoko rozwiniętych trudno byłoby wyszukać przedsiębiorstwo, które nie korzystałoby z EMC w węższym lub szerszym zakresie. Jednak w zależności od takich czynników, jak:

- wielkość przedsiębiorstwa,



- lokalizacja,
- stopień przygotowania organizacyjnego itp.,

różne są formy korzystania z elektronicznych maszyn cyfrowych.

Współczesna EMC (w przeliczeniu na zł obiegowe) kosztuje — w zależności od typu, wielkości, przeznaczenia — od kilkunastu do kilkudziesięciu milionów złotych. Czas amortyzacji tych maszyn w różnych krajach wynosi od 3 do 6 lat (w PRL ustalono czasokres użytkowania na 10 lat). Z powyższych względów mniejsze przedsiębiorstwa korzystają z EMC zainstalowanych w usługowych ośrodkach obliczeniowych, kontraktując odpowiednią ilość godzin do swojej dyspozycji. Podobnie postępują także wielkie przedsiębiorstwa w czasie stopniowego wdrażania elektronicznej techniki obliczeniowej.

Ustaliło się kryterium, że dopiero wykorzystywanie w sposób powtarzalny około 200 godzin miesięcznie EMC zainstalowanej w ośrodku usługowym powinno skłonić przedsiębiorstwo do rozważenia celowości i opłacalności zakupu maszyny własnej.

Wydaje się, że można pominąć tutaj stopień opóźnienia Polski, w porównaniu z zagranicą, w zakresie stosowania przez przedsiębiorstwa elektronicznej techniki obliczeniowej, gdyż istnieje konstruktywny program, umożliwiający realizację znacznego postępu w tej dziedzinie:

- wzrost ilości maszyn cyfrowych z 134 w 1968 r. do około 500 w 1975 r., przy jednoczesnym jeszcze szybszym wzroście mocy obliczeniowej (obecnie przyrosty dotyczą maszyn średnich i dużych, w odróżnieniu od lat poprzednich, kiedy dominowały maszyny małe);

- rozwój krajowego przemysłu budowy EMC, pozwalający na znaczne przyspieszenie tempa przyrostu maszyn w następnej 5-letce;

- rozwój sieci usługowych ośrodków obliczeniowych — **ZAKŁADÓW ELEKTRONICZNEJ TECHNIKI OBLICZENIOWEJ — ZETO**, z ośrodkiem obliczeniowym, wyposażonym w EMC, w każdym mieście wojewódzkim;

- rozwój kształcenia oraz doskonalenia kadr niezbędnych dla rozwoju zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej.

## 15.2. OŚRODKI USŁUGOWE

Szybko rozwijająca się sieć „Zakładów Obliczeniowych — ZETO”, umożliwiająca dostęp do elektronicznej techniki obliczeniowej wszystkim zainteresowanym jednostkom gospodarczym, uzasadnia celowość bliższego zapoznania się z ich zadaniami i organizacją.

Zadaniami „Zakładów Obliczeniowych — ZETO” są:

1. Obsługa w zakresie API tych jednostek gospodarki uspołecznionej, które nie posiadają i nie zamierzają instalować własnych EMC.

2. Udzielenie pomocy dużym przedsiębiorstwom we wdrażaniu elektronicznej techniki obliczeniowej poprzez wykonywanie obliczeń do czasu, aż ilość powtarzalnych obliczeń nie uzasadni celowości instalowania własnej EMC.

W obecnej fazie rozwoju, z uwagi na występujący niedobór EMC oraz hierarchię priorytetów gospodarczych, głównym przedmiotem działalności ZETO jest realizacja zadania drugiego, ze stopniowym wzrostem realizacji zadania pierwszego.

Formy, w jakich ZETO realizuje swoje usługi na zlecenie jednostek gospodarki uspołecznionej, są następujące:

1) projektowanie systemów automatycznego przetwarzania danych (APD),

2) konsultowanie i koordynowanie prac projektowych realizowanych siłami własnymi przedsiębiorstw,

3) programowanie pracy EMC,

4) konsultowanie własnych prac z zakresu oprogramowania, realizowanych przez przedsiębiorstwa,

5) przygotowywanie maszynowych nośników informacji na urządzeniach własnych dla przedsiębiorstw małych, a także dla przedsiębiorstw dużych, do czasu zorganizowania w tych przedsiębiorstwach własnych Stacji Przygotowania Danych,

6) wykonywanie obliczeń na EMC,

7) organizowanie szkolenia pracowników współpracujących przedsiębiorstw w zakresie projektowania systemów APD i programowania,

8) obsługa współpracujących przedsiębiorstw w zakresie informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej, dotyczącej zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej,

9) projektowanie dla przedsiębiorstw własnych Stacji Przygotowania Danych oraz ośrodków obliczeniowych.

Perspektywy rozwoju bazy technicznej EMC oraz działalność „Zakładów Obliczeniowych — ZETO” stwarzają sytuację, w której właściwie każde przedsiębiorstwo może korzystać z elektronicznej techniki obliczeniowej, jeżeli zabezpieczy współudział własnych pracowników w procesach projektowania systemów EPD oraz zrealizuje niezbędne, a wynikające z projektów, prace przygotowawczo-organizacyjne.



W celu stworzenia szerszej perspektywy warto przypomnieć, że cykl wymienionych powyżej prac trwa od 3 do 5 lat.

Z zagranicznych, a także krajowych doświadczeń wynika, że w przypadku korzystania z usług ośrodków obliczeniowych, wprowadzenie systemu automatycznego przetwarzania informacji jest dziełem zespołu pracowników, zorganizowanego spośród personelu przedsiębiorstwa i personelu ośrodka obliczeniowego. Sprawne i efektywne wdrożenie systemu wymaga zharmonizowanego współdziałania tych dwóch grup specjalistów, przy czym dla zrealizowania zamierzonego systemu w procesie muszą uczestniczyć pracownicy o kwalifikacjach określonych według poniższych specjalności.

1. *Analitik systemu* — jako specjalista w zakresie problematyki, która ma być rozwiązywana za pomocą systemu automatycznego przetwarzania informacji. Powinien on posiadać gruntowną znajomość rozwiązywanej problematyki w warunkach konkretnego przedsiębiorstwa. Poza przygotowaniem branżowym analytik powinien posiadać specjalistyczne przygotowanie z zakresu systemów automatycznego przetwarzania informacji, poparte doświadczeniem praktycznym nabytym w toku definiowania problemów dla potrzeb projektowania systemów API.

W zakresie systemów automatycznego przetwarzania danych analytik jest zazwyczaj ekonomistą, wyspecjalizowanym w zakresie problematyki organizacji przedsiębiorstw, planowania itp., lub powinien posiadać kwalifikacje z zakresu organizacji rachunkowości.

Funkcje analytika może także spełniać inny specjalista branżowy, np. w przypadku projektowania systemu technicznego przygotowania produkcji powinien to być inżynier-technolog.

Wiedzę specjalistyczną z zakresu metodologii projektowania analytik może uzyskać bądź w toku studiów akademickich, bądź w drodze odpowiedniego szkolenia kursowego. Wiedzę tę pogłębia, podejmując praktyczne próby analizowania i definiowania problemów. Ponieważ teoretyczna i praktyczna znajomość analizowanego problemu powinna być podstawową cechą analytika, najczęściej analytik jest pracownikiem przedsiębiorstwa, a nie usługowego ośrodka obliczeniowego.

2. *Projektant systemu APD* jest specjalistą, którego zadaniem jest opracowanie projektu technologii automatycznego przetwarzania danych.

W związku z powyższym kwalifikacje projektanta powinny dotyczyć:

— dokładnej znajomości zasad działania i funkcji EMC oraz urządzeń zewnętrznych i peryferyjnych,

- umiejętności programowania i języków programowych,
- znajomości agendy, dla której opracowuje projekt SAPD, a w szczególności nowych, progresywnych metod organizacyjnych, skutecznych w rozwiązywaniu problemów danej agendy.

Kwalifikacje, o których mowa, projektant może uzyskać drogą studiów akademickich o takim kierunku, w jakim będzie opracowywał projekty SAPD oraz drogą specjalistycznego kształcenia z zakresu metodologii projektowania systemów (kursy, studia podyplomowe itp.). Ponadto projektant musi drogą samokształcenia, korzystając z literatury, śledzić zarówno nowe rozwiązania w zakresie interesujących go agend, jak i w zakresie metodologii projektowania. Podobnie jak w pracy konstruktora czy technologa, podstawowe znaczenie dla pracy projektanta ma doświadczenie, uzyskiwane w toku praktycznego działania.

3. *Programista* jest specjalistą, którego zadaniem jest przetłumaczenie zasad i toku postępowania, określonych projektem, na język czytelny i zrozumiały dla maszyny. Kwalifikacje programisty polegają na:

- znajomości matematyki, a w szczególności metod numerycznych,
- znajomości języków programowych i umiejętności programowania,
- doświadczeniu i wprawie w zakresie programowania.

Dla zawodu programisty można wyodrębnić trzy szczeble hierarchiczne:

- analityk-programista,
- programista,
- kodysta.

Pierwszy spośród wyżej wymienionych rozwiązuje samodzielnie (bez uprzedniego udziału projektanta) problemy obliczeniowe dotyczące zagadnień: naukowych, inżyniersko-technicznych, matematycznych, matematyczno-ekonomicznych, na podstawie uprzednio przeprowadzonej definicji problemu. Zadaniem jego jest dobór lub opracowanie metody rozwiązania, dobór lub opracowanie algorytmów oraz ewentualnie opracowanie programu. Kwalifikacje potrzebuje uzyskuje w toku studiów wyższych: matematycznych, inżynierskich, ekonomicznych, połączonych ze szkoleniem w zakresie programowania.

Programista opracowuje, na podstawie projektu, schemat blokowy programu oraz ewentualnie program. Potrzebne kwalifikacje uzyskuje w toku studiów specjalistycznych średnich. Dla efektywnej pracy programisty niezmiernie istotne jest doświadczenie nabyte w toku praktyki.

Kodysta pisze program w wyznaczonym języku na podstawie schematu blokowego, opracowanego przez programistę, który nadzoruje



jego pracę. Potrzebne wykształcenie uzyskuje w toku nauki w specjalistycznych szkołach średnich lub na kursach.

4. *Operator urządzeń peryferyjnych* jest to pracownik umiejący obsługiwać urządzenia do przygotowania maszynowych nośników informacji i znający zasady sporządzania dokumentów wejścia do EMC. Kwalifikacje uzyskuje w ciągu 6-miesięcznego szkolenia specjalistycznego (szkolenie teoretyczne oraz ćwiczenia praktyczne).

5. *Operator EMC* jest to pracownik o kwalifikacjach odpowiadających w zasadzie kwalifikacjom łącznym: programisty-kodysty oraz operatora urządzeń peryferyjnych, przeszkolony dodatkowo w zakresie obsługi EMC.

Przygotowanie problemu do obliczeń na EMC wymaga współdziałania wyżej wymienionych specjalistów, z których pierwszy (analityk) powinien być pracownikiem przedsiębiorstwa współpracującego z ośrodkiem usługowym, natomiast pozostali mogą być pracownikami bądź przedsiębiorstwa, bądź ośrodka.

System przygotowany do obliczeń może być eksploatowany na maszynie stanowiącej własność usługowego ośrodka obliczeniowego. Ta forma korzystania z EMC posiada cały szereg zalet.

Parametry EMC, zwłaszcza takie jak szybkość operacyjna i pojemność pamięci, wzrastają znacznie szybciej niż koszt maszyny. Z tego tytułu koszty obliczeń, w przeliczeniu na jednostkę przetwarzania, kształtują się znacznie niżej przy korzystaniu z maszyn dużych niż przy korzystaniu z maszyn małych. Na samodzielną eksploatację dużych i w związku z tym drogich maszyn mogą sobie pozwolić tylko duże jednostki gospodarcze. Małe jednostki gospodarcze nie będą w stanie zapewnić wykorzystania dużych EMC do przetwarzania danych. Są one praktycznie pozbawione możliwości korzystania z ETO, poza formą usługowych ośrodków obliczeniowych.

Koncentracja EMC do przetwarzania danych w ośrodkach usługowych zwiększa niezawodność systemu. Stwarza warunki do lepszego wykorzystania zdolności obliczeniowej, a także daje znaczne oszczędności na inwestycjach towarzyszących EMC (klimatyzacja, zaplecze techniczne itp.).

Na podstawie dotychczasowych rozważań można przedstawić określone formy współpracy przedsiębiorstwa z usługowym ośrodkiem obliczeniowym (ZETO). Ilustrujący to schemat na rys. 15.1 nie wyczerpuje oczywiście wszystkich możliwych wariantów.

Z dotychczasowych doświadczeń Zakładów Elektronicznej Techniki

Obliczeniowej wynika, że w zakresie świadczenia usług dotyczących obliczeń numerycznych, a w szczególności obliczeń dla potrzeb inżynierskich, najczęściej współpraca układa się według wariantu 3, a czasem także według wariantu 4.

Fazy EPI Rodzaje współpracy	Analiza problemu	Projektowanie systemu EPI	Programowanie	Sporządzenie maszynowych nośników informacji	Przetwarzanie w EMC
Wariant 1	Przedsiębiorstwo	ZETO			
Wariant 2	Przedsiębiorstwo		ZETO		
Wariant 3	Przedsiębiorstwo	ZETO		Przedsiębiorstwo	ZETO
Wariant 4	Przedsiębiorstwo			ZETO	
Wariant 5	Przedsiębiorstwo				ZETO

Rys. 15.1. Formy współpracy przedsiębiorstwa z usługowym ośrodkiem obliczeniowym ZETO

Na podstawie doświadczeń zagranicznych usługowych ośrodków obliczeniowych wiadomo, że podobnie kształtuje się podział zadań w ośrodkach posiadających duże tradycje i doświadczenia.



W odniesieniu do doświadczeń z zakresu systemów przetwarzania danych sytuacja przedstawia się zupełnie inaczej. Najczęściej występującym dotychczas jest wariant 1, a także wariant 3.

Oczywiście wśród różnych możliwych wariantów nie występują i nie mogą występować:

— wariant, w którym fazę „analizy i definicji problemu” przyjmie na siebie całkowicie ZETO, gdyż nie sposób zrealizować tej fazy bez gruntownej znajomości problemu i to występującego na tle specyfiki danego przedsiębiorstwa (inaczej mówiąc, nie można uruchomić systemu EPD bez współpracy pracowników przedsiębiorstwa);

— wariant, w którym fazę „przetwarzania w EMC” realizować będzie przedsiębiorstwo za pomocą własnej maszyny, gdyż w takim przypadku nie występuje zagadnienie świadczenia usług obliczeniowych.

Warto jednak wspomnieć, że w krajach, które posiadają duże doświadczenie w zakresie zastosowania EMC, występować zaczyna forma „samoobsługowych” usługowych ośrodków obliczeniowych. Forma ta polega na udostępnieniu przedsiębiorstwom-klientom czasu pracy EMC, którą eksploatują przy pomocy własnego personelu.

Poza tym szczególnym i dopiero ostatnio pojawiającym się rodzajem usług, w przeciwieństwie do naszych „tradycji”, najpowszechniejszymi formami korzystania z usługowych ośrodków obliczeniowych, w krajach posiadających większe doświadczenia, są formy podane na rys. 15.2.

Fazy EPI Rodzaje współpracy	Analiza	Projektowanie systemu EPI	Programowanie	Sporządzenie maszynowych nośników informacji	Przetwarzanie w EMC
Wariant A	Przedsiębiorstwo				Ośrodek
Wariant B	Przedsiębiorstwo	Ośrodek	Przedsiębiorstwo	Ośrodek	

Rys. 15.2. Typowe formy korzystania z usługowych ośrodków obliczeniowych za granicą.

Podstawowe różnice pomiędzy naszymi doświadczeniami a doświadczeniami krajów o większych tradycjach w stosowaniu EMC polegają na tym, że w krajach tych:

— przedsiębiorstwa zawsze posiadają kadre zdolną do samodzielnego przeprowadzenia analizy i definicji problemu, a często także zdolną do opracowania projektu EPD i programów,

— przedsiębiorstwa korzystające w sposób stały z elektronicznej techniki obliczeniowej przeważnie same przygotowują maszynowe nośniki informacji dla ośrodka obliczeniowego (oczywiście najefektywniejsza jest technika „teletransmisji danych”, ale z powodzeniem może być stosowane także przewożenie informacji do ośrodków obliczeniowych).

Podstawową przyczyną różnicy pomiędzy naszymi a zagranicznymi ośrodkami usługowymi wydaje się być występujący u nas brak lub niedostatek w przedsiębiorstwach kadr własnych, zdolnych do przeprowadzenia analizy problemu oraz do kierowania w przedsiębiorstwie pracami organizacyjnymi, mającymi na celu przygotowanie przedsiębiorstwa do stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej. Oczywiście brak tego typu kadr wynika z faktu, że znajdujemy się dopiero na samym początku drogi wdrażania elektronicznego przetwarzania danych. Jednym ze stosowanych, a szczególnie efektywnych rozwiązań tych trudności jest postulowanie, aby korzystając z usług ośrodka, przedsiębiorstwa wyznaczały spośród swych pracowników stałe grupy robocze, współpracujące z ZETO, celem stworzenia warunków, w których poznaje się wzajemnie problematykę i metody pracy.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że obok omawianych zagadnień podstawowy dla przedsiębiorstw korzystających z usług ZETO jest również problem gwarancji, iż ośrodek usługowy będzie stale realizował opracowany system EPD i że zabezpieczy w przyszłości moc obliczeniową na rozszerzenie zakresu usług.

Wydaje się, że w powyższym zakresie interesy przedsiębiorstwa i ośrodka usługowego są zbieżne. Ośrodek ze swej strony chce mieć gwarancje, że przedsiębiorstwo nie zaprzestanie eksploatować uruchomionego systemu, a także powinien mieć dane dla planowania rozwoju własnej mocy obliczeniowej.

Omawiany problem jest skutecznie rozwiązywany za pomocą umów wieloletnich, w których ośrodek obliczeniowy zobowiązuje się do zabezpieczenia dla potrzeb przedsiębiorstwa określonej, progresywnie wzrastającej ilości godzin pracy EMC, przedsiębiorstwo zaś zobowiązuje się



realizować zaplanowane prace przygotowawcze i opłacać zakontraktowane godziny pracy EMC.

Po omówieniu koncepcji działania usługowych ośrodków obliczeniowych należy przejść do ich organizacji wewnętrznej. Oczywiście podstawowym czynnikiem wyznaczającym tę organizację jest przebieg procesu świadczonych usług obliczeniowych. Schematyczny przebieg procesu technologicznego przetwarzania danych przedstawiono na rys. 15.3.

Z wymogów procesu technologicznego wynika organizacja techniczno-funkcjonalna usługowego ośrodka obliczeniowego (rys. 15.4). Dla zabezpieczenia realizacji zadań określonych schematem przedstawionym na rys. 15.3 zaprojektowana być powinna odpowiednia struktura organizacyjna ośrodka obliczeniowego (patrz rys. 15.5).

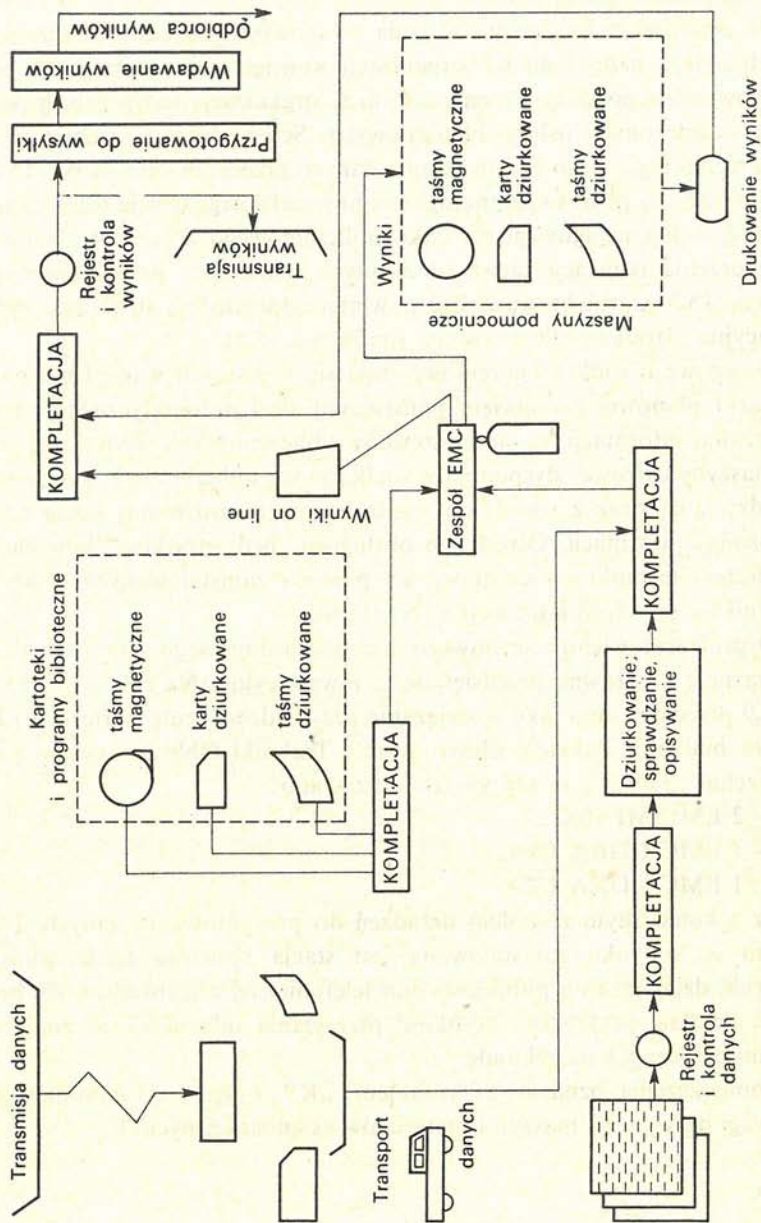
Usługowe ośrodki obliczeniowe stają się w naszych warunkach gospodarki planowej zaczątkiem państwowej sieci automatycznego przetwarzania informacji, tj. sieci ośrodków obliczeniowych, wyposażonych w maszyny cyfrowe dysponujące wielką mocą obliczeniową, połączone między sobą oraz z ośrodkami centralnymi (resortowymi) siecią teletransmisji informacji. Ośrodki te obsługiwać będą użytkowników elektronicznej techniki obliczeniowej za pomocą zainstalowanych u użytkowników urządzeń końcowych (rys. 15.6).

Organizacja wielomaszynowego ośrodka usługowego stanowi także poważne i kosztowne przedsięwzięcie inwestycyjne. Na rys. 15.7, 15.8 i 15.9 przedstawiono jako rozwiązanie przykładowe rzuty parteru, I i II piętra budynku Zakładu Elektronicznej Techniki Obliczeniowej o powierzchni 3300 m<sup>2</sup>, w którym zlokalizowano:

- 2 EMC MIŃSK 22,
- 1 EMC ODRA 1204,
- 1 EMC ODRA 1304

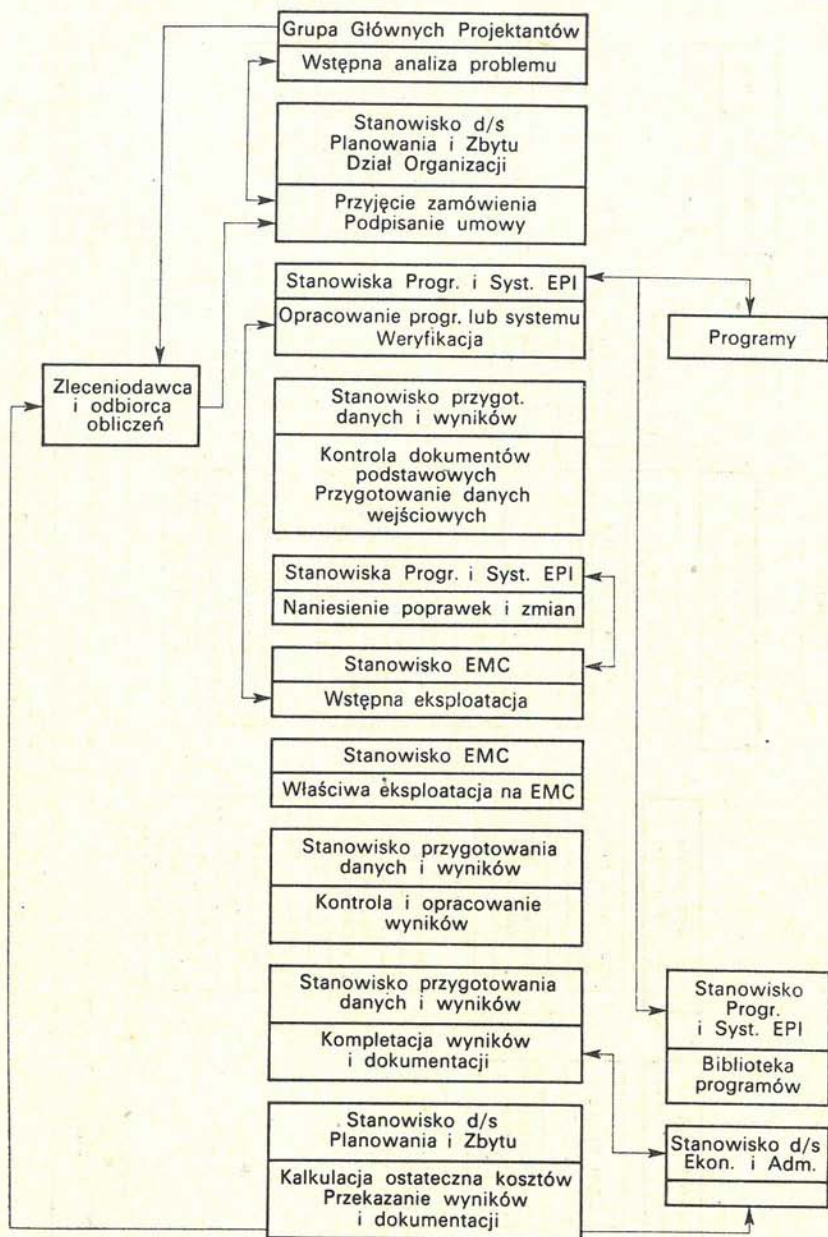
wraz z koniecznym zespołem urządzeń do przygotowania danych. Ponadto w budynku zainstalowana jest stacja końcowa teletransmisji danych, działająca na publicznej linii telefonicznej z szybkością 600 bodów, co daje praktyczną szybkość przesyłania informacji 50 znaków alfanumerycznych na sekundę.

Pomieszczenia oznaczone symbolem „K” objęte są klimatyzacją z uwagi na wymogi maszyn i materiałów eksploatacyjnych.

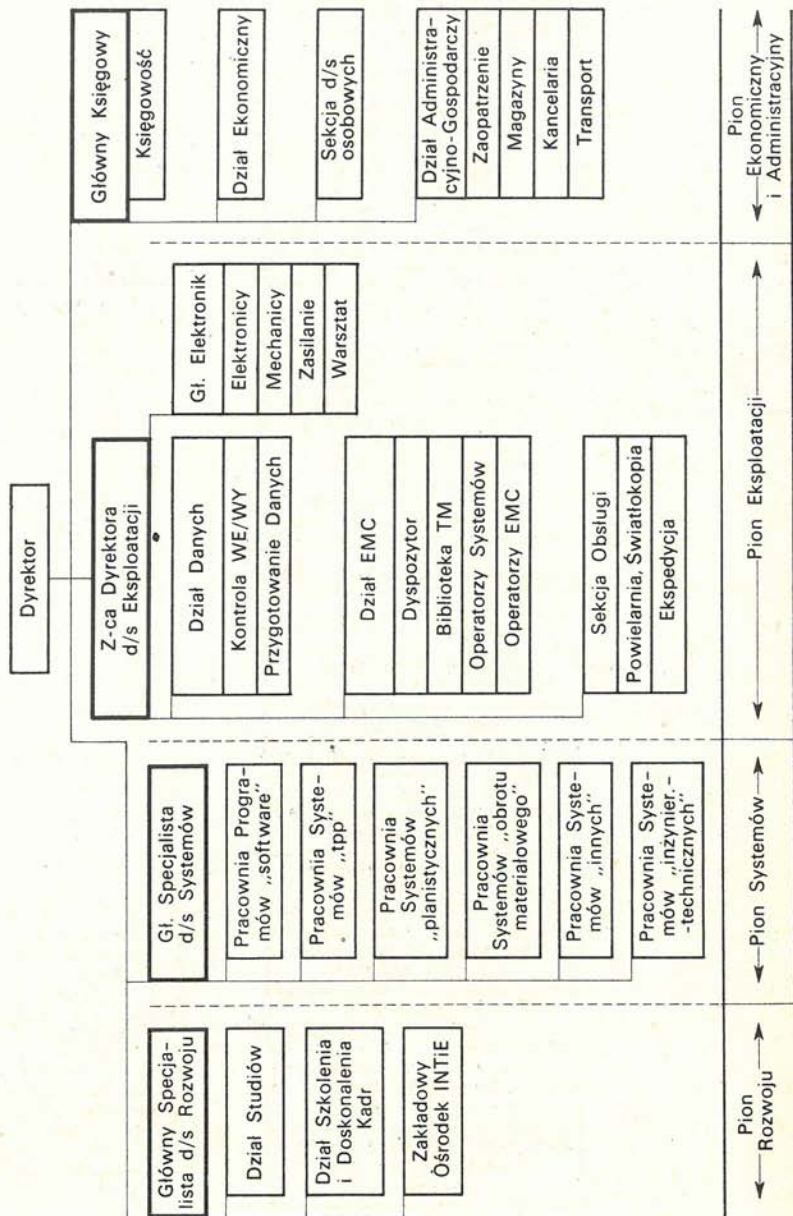


Rys. 15.3. Schemat procesu technologicznego EPI



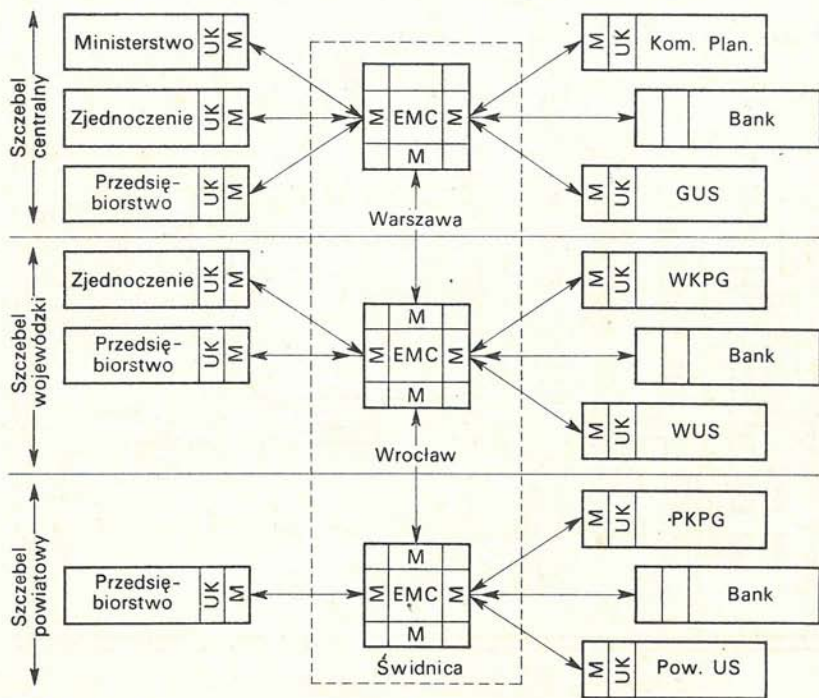


Rys. 15.4. Schemat przebiegu technologiczno-funkcjonalnego Zakładu



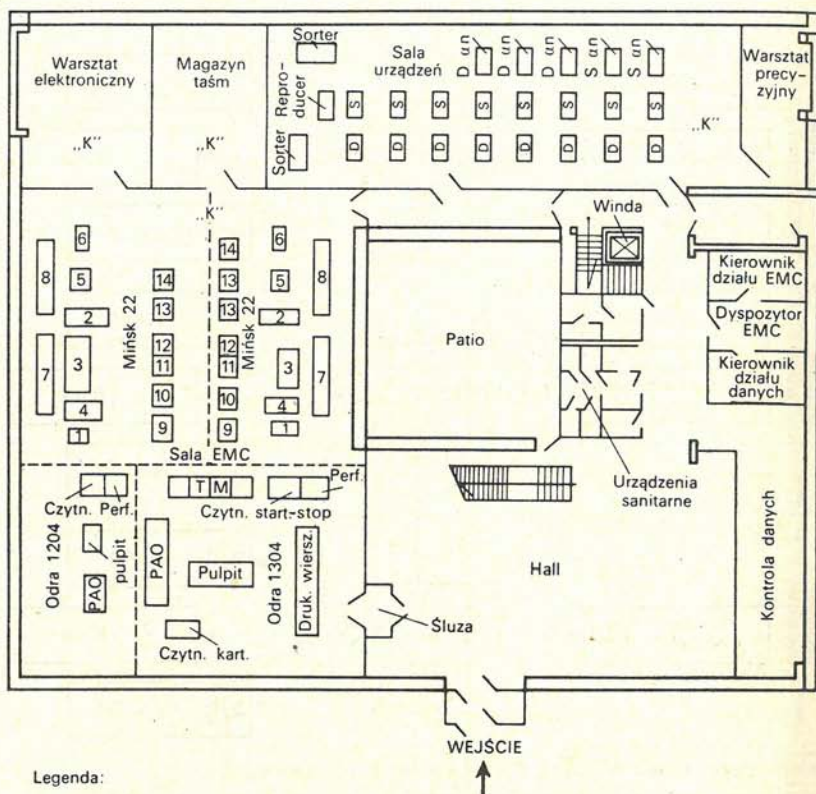
Rys. 15.5. Struktura organizacyjna usługowego ośrodka obliczeniowego





- EMC** – Elektroniczna Maszyna Cyfrowa w sieci państwowej  
**M** – modem urządzenie dopasowujące informacje do przesyłania drogą teletransmisji  
**UK** – urządzenie końcowe – satelitarna EMC, czytnik, drukarka, display  
 → łącze teletransmisji  
 - - - - - państwowa sieć automatycznego przetwarzania informacji

Rys. 15.6. Ideowy, przykładowy schemat fragmentu sieci przetwarzania informacji

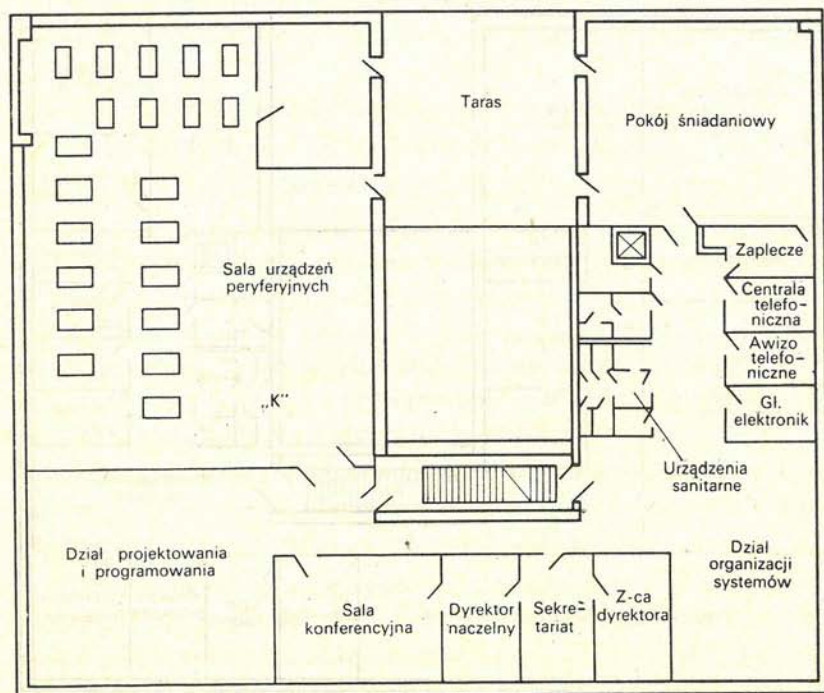


Legenda:

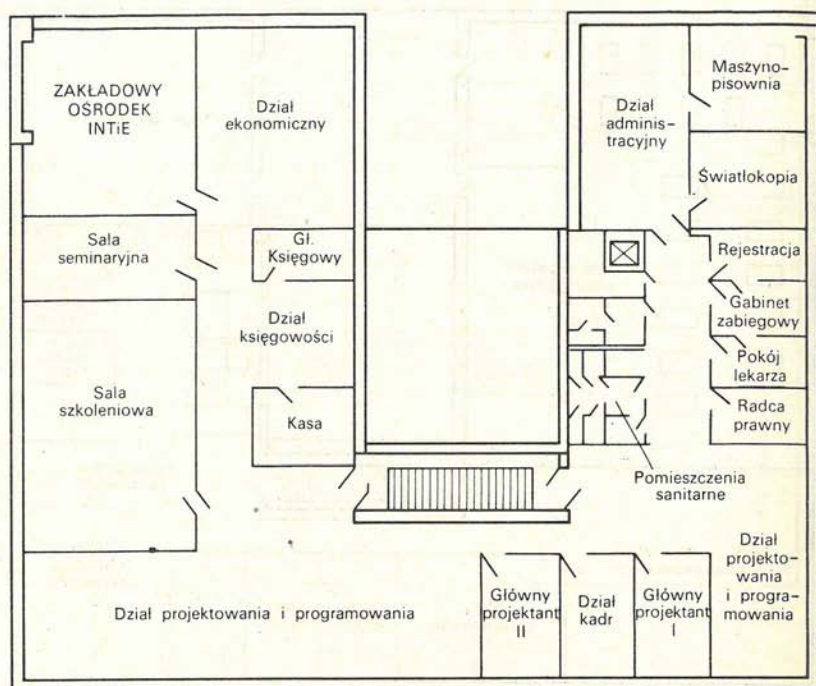
- |  |   |
|--|---|
| 1. Drukarka wierszowa                            | 5. Czytnik kart                         |
| 2. Stół dalekopisu czytników taśm                | 6. Perforator kart                      |
| 3. Pulpit sterowania                             | 7. Przewijacze taśm magnetycznych: 0-7  |
| 4. Stół drukarki numerycznej i perforatorów taśm | 8. Przewijacze taśm magnetycznych: 8-15 |
| 5. Czytnik kart                                  | 9-14. Szyfy jednostki centralnej        |
|  | „K”-pomieszczenia klimatyzowane         |

Rys. 15.7. Rzut parteru budynku Zakładu Elektronicznej Techniki Obliczeniowej





Rys. 15.8. Rzut I piętra budynku Zakładu Elektronicznej Techniki Obliczeniowej



Rys. 15.9. Rzut II piętra budynku Zakładu Elektronicznej Techniki Obliczeniowej



### 15.3. OŚRODKI OBLICZENIOWE WEWNĄTRZZAKŁADOWE I BRANŻOWE

Niezależnie od istnienia usługowych ośrodków obliczeniowych (typu ZETO) tworzone są w poszczególnych przedsiębiorstwach ośrodki zakładowe, branżowe lub resortowe, obsługujące przedsiębiorstwa danej branży.

Typowym przykładem ośrodka zakładowego jest Centrum Obliczeniowe Stoczni Gdańskiej. Typowym przykładem ośrodków resortowych są:

- Centrum Obliczeniowe Narodowego Banku Polskiego,
- Centrum Obliczeniowe Ministerstwa Komunikacji,
- Centrum Obliczeniowe Głównego Urzędu Statystycznego.

Zakładowe i resortowe ośrodki obliczeniowe posiadają tego typu preferencje, że obsługują logicznie jednorodne i powtarzalne systemy. W związku z powyższym personel projektujący oraz personel programujący tych ośrodków nastawiony jest na rozwiązywanie relatywnie wąskiego zakresu zadań, w odróżnieniu od ośrodków usługowych, które powinny być nastawione na rozwiązywanie wszelkich problemów, z którymi mogą zwrócić się przedsiębiorstwa-zlecający.

Inną istotną zaletą zakładowych i resortowych ośrodków obliczeniowych jest możliwość dostosowania sprzętu (hardware) do potrzeb określonej, relatywnie wąskiej problematyki obliczeniowej.

Wydaje się, że na podstawie powyżej zarysowanych zalet zakładowych i resortowych ośrodków obliczeniowych można zarejestrować następujące podstawowe różnice w stosunku do ośrodków usługowych:

- większe przystosowanie sprzętu i personelu do wąkospecjalistycznych zadań,
- łatwość zarządzania, w związku z hierarchiczno-administracyjnym podporządkowaniem.

W wyniku obszernego przedstawienia form organizacyjnych usługowych ośrodków obliczeniowych, omówienie organizacji ośrodków zakładowych i resortowych można ograniczyć do następujących stwierdzeń:

- lepsze przystosowanie sprzętu,
- głębsza specjalizacja kadr,
- dostosowanie form organizacyjnych do szczegółowo określonych zadań.

#### 15.4. SYSTEMY INFORMACJI NAUKOWO-TECHNICZNEJ I EKONOMICZNEJ

Rozwój zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej przebiega znacznie wolniej niż obiektywny wzrost zapotrzebowania na systemy API. Szybka wymiana informacji może, przynajmniej w pewnym stopniu, zaspokoić występujące potrzeby w tym zakresie. Wymiana informacji powinna dotyczyć systemów API oraz programów.

Wymiana informacji o systemach pozwala na zorientowanie się w postępie prac nad objęciem systemami APD poszczególnych agend przedsiębiorstw. Aczkolwiek systemy organizacyjne przedsiębiorstw są różne, to logika rozwiązywania problemów w zakresie tych samych agend może być taka sama lub bardzo podobna. W tym stanie rzeczy szybka wymiana informacji o systemach APD może być pomocą do znalezienia właściwych rozwiązań, pozwalających na zastosowanie systemów automatycznego przetwarzania danych. Gromadzeniem informacji, o których mowa, zajmuje się aktualnie Biuro Studiów i Projektów Automatyicznego Przetwarzania Danych w Warszawie.

Wymianę informacji o programach organizuje Centrum Obliczeniowe Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. W oparciu o ustalone zasady wszystkie ośrodki obliczeniowe powinny nadsyłać do Centrum Obliczeniowego PAN (COPAN) w Warszawie informacje o programach, zawierające:

- nazwę i siedzibę jednostki, w której opracowany został program,
- nazwę programu,
- funkcję programu,
- język programowy, typ EMC,
- ograniczenia i warunki,
- czas eksploatacji programu.

Na podstawie powyższych informacji COPAN wydaje informator o programach, co umożliwi zainteresowanym jednostkom nawiązywanie dwustronnych kontaktów w sprawie wymiany programów.



## 16. JĘZYKI PROGRAMOWANIA ZAGADNIĘ EKONOMICZNYCH

### 16.1. WPROWADZENIE

Jednym z ważniejszych, a jednocześnie najbardziej pracochłonnym etapem przy stosowaniu EMC w systemach EPD jest algorytmiczny opis danych oraz procedur ich przetwarzania. Opisy te nazywamy algorytmizacją. Jeżeli również na podstawie takiego opisu maszyna potrafi ułożyć program, opis ten nazywamy programowaniem. Język, za pomocą którego dokonano opisu, nazywamy językiem algorytmicznym lub językiem programowania. Jeżeli jest on przystosowany do formalnego opisu zagadnień ekonomicznych, to nazywamy go językiem programowania zagadnień ekonomicznych lub językiem ekonomicznym.

Zastanówmy się, co to są dane ekonomiczne oraz jaka jest specyfika ich przetwarzania, a na podstawie tego postaramy się sformułować podstawowe wymagania, które powinien spełniać język ekonomiczny. Założmy, że dany jest pewien skończony zbiór dowolnych symboli zwany alfabetem. W zbiorze tym wyróżnimy dwa podzbiory: jeden nazwiemy cyframi, a drugi literami. Skończony ciąg symboli danego alfabetu nazywać będziemy elementarną jednostką danych. Jeżeli składa się ona tylko z cyfr, to nazwiemy ją numeryczną, jeśli tylko z liter, to alfabetyczną, a w pozostałych przypadkach alfanumeryczną. Oprócz wymienionych właściwości elementarne jednostki mogą posiadać szereg innych, np. jednostki numeryczne, zwane też liczbami, mogą być dziesiętne, binarne, oktalne itp., niezależnie od tego mogą to być liczby stało- lub zmiennoprzecinkowe itd. Jednostki alfanumeryczne, zwane łańcuchami, można charakteryzować długością, tzn. ilością symboli itp. Aby można było poszczególne jednostki danych odróżniać między sobą, wprowadza

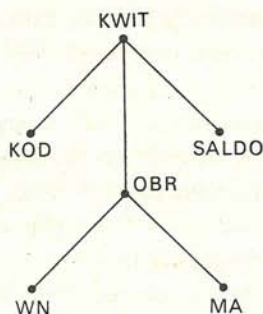
się nazwy tych jednostek. Na przykład nazwą może być wyraz CENA, a konkretna liczba, będąca tą ceną, stanowi jednostkę danych. Elementarne jednostki danych mogą być łączone w pewne zespoły. Te zaś z kolei mogą być łączone w nowe zespoły itd. Każdy zespół, podobnie jak elementarna jednostka danych, posiada swoją nazwę, poprzez którą można powoływać się na niego. Elementarną jednostkę danych lub dowolny zespół jednostek nazywać będziemy jednostką danych.

Wśród zespołów wyróżnia się tablice i dokumenty. Tablicą  $n$ -wymiarową nazywamy zespół składający się z jednostek o jednakowych właściwościach, które są ustawione w ten sposób, że miejsce każdego elementu w zespole jest określone jednoznacznie uporządkowaną  $n$ -ką liczb całkowitych. Na przykład w tablicy dwuwymiarowej (macierzy) miejsce każdego elementu określone jest parą liczb (numerem wiersza i numerem kolumny).

Dokumentem nazywamy zespół jednostek danych o różnych właściwościach, a porządek ich określony jest za pomocą grafu-drzewa. Każdy wiszący węzeł drzewa symbolizuje elementarną jednostkę danych, a wszystkie pozostałe symbolizują zespoły jednostek. Korzeń drzewa symbolizuje cały dokument. Weźmy dla przykładu następujący dokument:

KWIT			
KOD	OBR		SALDO
	WN	MA	

odpowiadające mu drzewo ma postać:





Aby powołać się na elementarną jednostkę danych z dokumentu, należy podać ciąg nazw tych jednostek, które leżą na drodze łączącej korzeń drzewa z wiszącym węzłem symbolizującym daną jednostkę. Jeżeli nie prowadzi to do wieloznaczności, to niektóre nazwy w ciągu można opuszczać. W szczególnym przypadku można podać tylko nazwę tej jednostki, na którą się powołujemy.

Dowolny zbiór jednostek danych nazywać będziemy danymi. Podzbiór danych dotyczący pewnego zagadnienia przyjęto nazywać plikiem. Jednostki w pliku są zazwyczaj w pewien sposób uporządkowane. Plik kart magazynowych może być uporządkowany, np. według kodów materiałowych, a plik kart personalnych — leksykograficznie według nazwisk itp. Pliki danych przechowywane są zazwyczaj na zewnętrznych nośnikach informacji (taśmy magnetyczne, karty perforowane lub magnetyczne, dyski itp.). Dane w plikach mogą być tak zorganizowane, że poszczególne jednostki można wybierać tylko po kolei, jedna za drugą, albo też można wybierać dowolną jednostkę. W dużej mierze uzależnione to jest od tego, gdzie są pliki przechowywane. Na przykład taśma magnetyczna narzuca sekwencyjne wybieranie, a dyski magnetyczne pozwalają na dowolny wybór.

Zobaczymy teraz, na czym polega przetwarzanie wyżej opisanych danych. Wśród wszystkich zadań z dziedziny przetwarzania danych ekonomicznych wyodrębniamy obszerną klasę takich zadań, które charakteryzują się tym, że nie można ich opisać w postaci formuł matematycznych, albo też nie ma sensu ich tak opisywać. Dla zadań tego typu podaje się zazwyczaj od razu sposób ich rozwiązania, który jest jednocześnie opisem zadania. Sposób ten podaje się zwykle w postaci ciągu słownych poleceń. Zadania takie nazwiemy bieżącymi. Choćby stanowiły one obszerną klasę, to jednak nie wyczerpują wszystkich zagadnień o charakterze ekonomicznym. Wiadomo bowiem, że do rozwiązywania zagadnień ekonomicznych coraz szerzej stosuje się metody matematyczne. W takich przypadkach zagadnienie ekonomiczne formuluje się w postaci modelu matematycznego, który następnie należy rozwiązać.

Z rozważań powyższych wynikają podstawowe warunki, jakie musi spełniać każdy język programowania zagadnień ekonomicznych. Język taki powinien umożliwiać dokładny opis danych:

- opis elementarnych jednostek (opis ich właściwości),
- opis tablic (z ilu i jakich jednostek się składają, jak są indeksowane),

- opis dokumentów (opis struktury dokumentu i jego składowych),
- opis plików (jak są zorganizowane, gdzie są przechowywane, jak z nich korzystać).

Poza tym aparat proceduralny języka powinien pozwalać:

- w prosty sposób zapisywać algorytmy zadań bieżących,
- zapisywać skomplikowane algorytmy zagadnień opartych na modelach matematycznych.

Wymieniliśmy tu tylko kilka warunków, wynikających ze specyfiki przetwarzania danych ekonomicznych. Wiadomo bowiem, że każdy dobry język powinien spełniać szereg innych warunków, np. powinien umożliwiać maksymalne wykorzystanie możliwości maszyny cyfrowej, być wygodny w eksploatacji itp.

Pierwsze próby opracowania języka specjalnie przeznaczonego do programowania zagadnień ekonomicznych były podjęte w USA. Na pierwszym miejscu należy tu wymienić język FLOW-MATIC, który można uważać jako prekursora języków do zagadnień ekonomicznych. Język FLOW-MATIC opracowano w firmie Remington-Rand w latach 1956–1957 i orientowano go głównie na maszynę UNIVAC. Język FLOW-MATIC w formie swej bardzo przypomina naturalny język angielski, z następującymi ograniczeniami: można używać tylko zdań rozkazujących, rzeczowniki nie mogą zawierać więcej niż 12 liter, można używać tylko tych czasowników, które są zawarte w specjalnym wykazie.

Mniej więcej w tym samym czasie firma IBM opracowała dla maszyn IBM 650 inny system automatycznego programowania zagadnień ekonomicznych (język i translator), znany jako Commercial Translator. Trzecim językiem tego typu jest język FACT, opracowany dla maszyn typu HONEYWELL 800 przez firmę Minneapolis-Honeywell.

Oprócz wymienionych wyżej języków, posiadających znaczenie bardziej historyczne niż praktyczne, w chwili obecnej wykorzystuje się cały szereg mniej lub bardziej różniących się między sobą języków ekonomicznych. Część tych języków orientowano na określone typy maszyn, a część starano się opracować niezależnie od żadnej konkretnej maszyny.

Do pierwszej kategorii można zaliczyć takie języki, jak MAT dla eksploatowanych w Polsce maszyn MIŃSK 22 i PLAN dla maszyn serii ICT 1900 oraz ODRA 1304. Wśród języków drugiej kategorii największą popularność zdobył język COBOL. W translator dla tego języka wyposażone są polskie maszyny ODRA 1304 i ZAM 41, a także znajdujące się w Polsce maszyny zachodnie ICT 1900 oraz NCR 315.



## 16.2. PLAN

Język PLAN (Programming Language Nineteen Hundred — Język programowania tysiąc dziewięćset) jest podstawowym językiem programowania produkowanych w Polsce maszyn ODRA 1304. Jest to język symboliczny (assembly language)<sup>1</sup>. Program zapisany w tym języku jest tłumaczony na język wewnętrzny maszyny za pomocą programu tłumaczącego (programującego) zwanego assemblerem.

Język PLAN jako język symboliczny jest silnie związany z daną maszyną i jej kodem wewnętrznym. Pamięć operacyjna maszyny ODRA 1304 składa się z 16 384 komórek 24-bitowych. Ośiem pierwszych komórek nazwano akumulatorami i oznaczono je symbolami: X0, X1, ..., X7. W większości rozkazów jeden z akumulatorów jest adresem jednego z argumentów i ewentualnie adresem wyniku<sup>2</sup>.

Normalny rozkaz kodu wewnętrznego maszyny ODRA 1304 ma następującą postać:

X	F	M	N
3	7	2	12

Liczby u dołu określają ilość bitów przeznaczonych dla poszczególnych części rozkazu, które oznaczono symbolami:

X — numer akumulatora (adres jednego z argumentów i ewentualnie adres wyniku),

F — kod operacji,

N — adres argumentu (i ewentualnie adres wyniku),

M — numer akumulatora (0, 1 lub 2), będącego modyfikatorem adresu umieszczonego w części oznaczonej literą N.

Adresem wyniku operacji w zależności od kodu F jest akumulator wskazany w części X lub komórka określona w polu oznaczonym literą N. Przykładowo rozkaz w kodzie wewnętrznym maszyny ODRA 1304 może być taki:

101	0000001	00	1101111111101
-----	---------	----	---------------

gdzie F = 001 — kod operacji: „zawartość komórki dodaj do akumulatora”, X = 5 — adres akumulatora, N = 3581 — adres komórki pa-

<sup>1</sup> Por. rozdz. 8.

<sup>2</sup> Por. rozdz. 8.

mięci operacyjnej. Ogólnie rozkaz ten oznacza, że zawartość komórki o adresie 3581 należy dodać do zawartości akumulatora X5 (tzn. komórki o adresie 5) i wynik pozostawić w tym akumulatorze. Dla większej przejrzystości rozkaz ten zapiszemy (dziesiętnie) w postaci:

F X M N  
001 5 0 3581

Na adres komórki przeznaczonych jest 12 bitów, a więc maksymalny adres, jaki można wypisać w rozkazie, równy jest liczbie 4095. Chcąc jednak używać adresów większych, należy skorzystać z rejestrów indeksowych. Funkcje tych rejestrów pełnią akumulatory X1, X2, X3.

Przed wykonaniem rozkazu zawartość wskazanego rejestru indeksowego dodawana jest do numeru komórki i w ten sposób otrzymuje faktyczny adres komórki. Załóżmy, że w rejestrze X3 znajduje się liczba 1119. Wówczas rozkaz

001 5 3 3581

oznacza, że do akumulatora X5 dodaje się nie zawartość komórki 3581, lecz komórki o adresie  $3581 + 1119 = 4700$ . Wynik dodawania, jak poprzednio, zostaje w akumulatorze X5.

Konieczność znajomości liczbowych kodów operacji, jak też absolutnych adresów komórek, w poważnym stopniu utrudnia układanie programów. Dlatego też w celu ułatwienia programowania opracowano język PLAN. Istota tego języka polega na tym, że pisanie programów ułatwia on przez:

— zastąpienie trudnych do zapamiętania cyfrowych kodów operacji odpowiednimi nazwami mnemonicznymi,

— zastąpienie absolutnych adresów komórek nazwami, przy czym nazwa nie może mieć więcej niż 5 znaków i musi zaczynać się od litery.

Podany wyżej rozkaz, zapisany w języku PLAN, może mieć taką postać:

ADX 5 SUMA

gdzie ADX to skrót od:

add into X

co oznacza: dodaj do akumulatora; drugi z podanych rozkazów w języku PLAN wygląda tak:

ADX 5 SUMA (3)

w którym przy nazwie SUMA w nawiasach podano numer rejestru indeksowego.



Jeśli w obliczeniach uczestniczą duże liczby (takie, które nie mogą pomieścić się w jednej komórce 24-bitowej), to dla ich przechowywania można przeznaczyć dwie kolejne komórki. Dodawanie do siebie dwóch liczb o podwójnej długości wykonywane jest w dwóch etapach, tzn. za pomocą dwóch rozkazów dodawania. Chcąc zapewnić odpowiednie powiązanie między obydwoma dodawaniami (problem ewentualnego przeniesienia ze słowa mniej znaczącego do słowa bardziej znaczącego), stosuje się dwa różne rozkazy dodawania: jeden dla dodawania podwójnej długości, a drugi normalny. Wszystkie rozkazy podwójnej arytmetyki posiadają takie same nazwy mnemoniczne, jak rozkazy normalne z dodaniem litery C.

A więc rozkaz ADXC jest rozkazem dodawania podwójnej długości. Jeżeli między dwoma dodawaniami (słowo mniej znaczące i słowo bardziej znaczące) zachodzi potrzeba przeniesienia, wówczas rozkaz ten umieszcza to przeniesienie w specjalnym rejestrze C, a drugi rozkaz (normalny) automatycznie dodaje zawartość tego rejestru do bardziej znaczącej sumy.

Załóżmy, że dane są dwie liczby o podwójnej długości, tzn. liczby 48-bitowe. Jedna z nich znajduje się w kolejnych komórkach o nazwie LICZ i LICZ+1, a druga w akumulatorach X5 i X6. Chcemy te liczby dodać do siebie i wynik pozostawić w wymienionych akumulatorach.

Dla wykonania zadania napiszemy następujące dwa rozkazy:

ADXC 6 LICZ+1  
ADX 5 LICZ

Pierwszy rozkaz powoduje dodanie mniej znaczących części liczby. Przy tym jeśli zachodzi potrzeba przeniesienia jedynek do bardziej znaczącej części liczby, rozkaz ten ustawia rejestr C (w rejestrze tym pojawia się 1). Drugi rozkaz powoduje dodanie bardziej znaczących części liczby, a przy tym automatycznie dodaje zawartość rejestru C.

Program w języku PLAN składa się z ciągu podobnych rozkazów, przy czym zapisywane są one na specjalnym formularzu. W pewnym uproszczeniu posiada on następującą postać:

Etykieta	Operacja	Akumulator	Argument	
1            6	7            12	13           15	16           72	73           80
6 kolumn	6 kolumn	3 kolumny	57 kolumn	8 kolumn

Wszystkie rozkazy PLAN dzielą się na dwie zasadnicze grupy. Do pierwszej należą właściwe rozkazy programu, tzn. takie, które określają operacje, jakie powinny być wykonane na danych. Do drugiej grupy należą rozkazy dla assemblera zwane dyrektywami i dotyczą one bardziej organizacji niż samych operacji procesu przetwarzania.

Pełna lista rozkazów PLAN zawiera ponad 100 rozkazów, przy czym w liście tej podano nazwę mnemoniczną rozkazu i jego funkcję. Na przykład pozycja listy rozkazów, odpowiadająca operacji ADX, wygląda następująco:

$$001 \text{ ADX } x' = x + n + c$$

gdzie:

$x'$  — zawartość akumulatora po wykonaniu rozkazu,

$x$  — zawartość akumulatora przed wykonaniem rozkazu,

$n$  — zawartość komórki N przed wykonaniem rozkazu,

$c$  — zawartość rejestru C.

Weźmy dla przykładu kilka innych rozkazów:

$$1. 003 \text{ SBX } x' = x - n - c$$

Od zawartości akumulatora X odejmij zawartość komórki N (uwzględniając zawartość rejestru C) i wynik pozostaw w akumulatorze.

$$2. 010 \text{ STO } n' = x + c$$

Zawartość akumulatora (z uwzględnieniem zawartości rejestru C) zapamiętaj w komórce N.

$$3. 000 \text{ LDX } x' = n + c$$

Zawartość komórki N przenieś do akumulatora X.

$$4. 020 \text{ ANDX } x' = x \text{ n}$$

Iloczyn logiczny zawartości akumulatora i zawartości komórki n umieść w akumulatorze.

$$5. 050 \text{ BZE } \text{skocz do N, jeśli } x = 0$$

Jeżeli zawartość akumulatora jest równa zero, to skocz do rozkazu umieszczonego w komórce N, w przeciwnym razie przechodź do wykonania kolejnego rozkazu.

Przejdźmy teraz do drugiej grupy rozkazów, a mianowicie dyrektyw. Wśród nich wyróżnia się dyrektywy główne i dyrektywy przerywania. Dyrektywa główna ustala sposób pracy assemblera. Na przykład dyrektywa PROGRAM powoduje, że każdy następny wiersz programu źródłowego będzie tłumaczony jako pojedynczy rozkaz kodu wewnętrznego.



Znak # sygnalizuje, że słowo PROGRAM jest dyrektywą. Inna dyrektywa główna # LOWER powoduje zarezerwowanie miejsca w pamięci maszyny dla poszczególnych zmiennych. Załóżmy, że chcemy zadeklarować w programie zmienne proste o nazwach: CENA, WAGA, KOD i wektor o 50 składowych o nazwie WEK, wówczas w programie napiszemy tak:

# LOWER				
			CENA, WAGA, KOD, WEK(50)	

Dyrektywa przerwania powoduje tylko chwilową przerwę w trybie pracy assemblera. Jedną z takich dyrektyw jest dyrektywa ENTRY. Normalnym punktem startu napisanego i przetestowanego programu jest punkt wejścia 0 (ogólnie program można wprowadzić w jednym z 10 punktów), dyrektywa ENTRY służy do wskazania miejsca, gdzie ten punkt znajduje się w programie.



Rys. 16.1. Schemat blokowy

Rozpatrzmy na zakończenie poniższy przykład<sup>3</sup>. Dany jest plik kart dziurkowanych, chcemy wczytywać do maszyny 100 kart i po kolei dziurkować je na taśmie perforowanej, blokami po 80 znaków. Schemat blokowy tego zadania przedstawiony jest na rys. 16.1.

Program rozwiązania postawionego zadania jest następujący:

#	PROGRAM			POKAZ
#	PERIPHERAL			CRO, TPO
#	LOWER			
				POLE 20
#	LOWER			
	CZYTN			3/0, +0, +80,0/POLE.0
	DZIUR			1/0, +80,0/POLE.0
#				
#	PROGRAM			0
#	ENTRY			
POCZ		LDCT	1	100
		PERI	0	CZYTN
		SUSBY		CRO
		PERI	0	DZIUR
		SUSBY		TPO
		BUX	1	-4
		DEL		2HOK
#	COMPLETE			
#	END			
#	FINISH			

Wyjaśnienia dotyczące podanego programu:

Obok pierwszej dyrektywy PROGRAM podano nazwę programu. Dyrektywa PERIPHERAL dokonuje przydziału odpowiednich jednostek peryferyjnych znakowych. W naszym przykładzie programowi przydzielono jeden czytnik kart perforowanych o numerze 0 (kod czytnika jest CR) i dziurkarkę taśmy (TP) też o numerze 0. Dyrektywę LOWER już wyjaśniliśmy. Instrukcja wejścia-wyjścia PERI potrzebuje tzw. informacji sterujących, które zapisuje się w tzw. obszarze sterowania.

W naszym przykładzie są dwa obszary sterowania: jeden nazwany CZYTN, a drugi DZIUR. Każdy taki obszar składa się z 4 komórek. W pierwszej podaje się rodzaj jednostki peryferyjnej i reżim, w jakim ona będzie pracowała. W obszarze CZYTN komórka ta zawiera 3/0, co oznacza, że mamy do czynienia z czytnikiem kart (jego kod 3), który pracować będzie w reżimie normalnym (sygnalizuje to zero obok kreski). W drugiej komórce umieszcza się początkowo zero; jest ona wy-

<sup>3</sup> Patrz [4].



korzystywana w trakcie realizacji programu. W trzeciej komórce podaje się ilość znaków do przeniesienia (wprowadzenia lub wyprowadzenia), w naszym przykładzie 80. W czwartej komórce obszaru sterowania podaje się początkowy adres w pamięci operacyjnej, począwszy od którego dane będą wyprowadzane lub dokąd będą wprowadzane. W naszym przypadku jest to adres symboliczny — komórka o nazwie POLE.

Instrukcja LDCT wprowadza liczbę 100 do rejestru indeksowego 1, jest to ilość kart, które chcemy wczytać. Pierwsza użyta w programie instrukcja powoduje wczytanie 80 znaków z karty perforowanej do obszaru oznaczonego nazwą POLE (o tym, że jest to czytanie 80 znaków z karty perforowanej do obszaru POLE, decydują informacje zawarte w obszarze CZYTN, a o tym, że czytanie odbywa się z czytnika o numerze zero, decyduje zero, zapisane w kolumnie przeznaczony dla akumulatora).

Instrukcja SUSBY (skrót od słów SUSpend me if my peripheral is BusY) powoduje wstrzymanie realizacji programu aż do momentu, gdy nie zostanie wczytana cała karta. Gdyby tego rozkazu nie było, to mogłoby się zdarzyć, że maszyna przechodzi do wykonania następnego rozkazu, zanim wczyta całą kartę.

Kolejne rozkazy PERI i SUSBY są analogiczne do poprzednich dwóch, z tym że dotyczą dziurkowania taśmy.

Rozkaz BUX bada, czy wczytano już 100 kart. Jeśli nie, to powoduje skok o 4 instrukcje do góry, a jeśli tak, to wykonywana jest kolejna instrukcja, w danym przypadku jest to instrukcja stopu o kodzie DEL.

## 16.3. COBOL

### 16.3.1. Ogólna struktura programu

Program napisany w języku COBOL składa się z czterech oddzielnych części, każda z nich posiada zastrzeżoną nazwę:

IDENTIFICATION DIVISION  
ENVIRONMENT DIVISION  
DATA DIVISION  
PROCEDURE DIVISION

W programie części te muszą występować w takiej kolejności, w jakiej je wymieniono. W części pierwszej podaje się informację potrzebną do identyfikacji programu, a więc: nazwę programu, kiedy i przez kogo napisany, czego dotyczy, uwagi itp. Część druga przeznaczona jest dla

scharakteryzowania maszyny, na której będzie program wykonywany, poza tym w części tej wszystkim plikom biorącym udział w przetwarzaniu przyporządkowuje się odpowiednie urządzenia wejścia-wyjścia. Trzecia z kolei część programu COBOL służy do opisu danych, które będą brały udział w przetwarzaniu. Ostatnia część, jak sama nazwa wskazuje, służy do opisu procedur przetwarzania.

Poszczególne części programu omówimy w oparciu o prosty przykład. Załóżmy, że dany jest plik kart magazynowych, który nazywamy KARTOTEKĄ. Każda karta z tego pliku ma postać:

KARTA		
KOD	ILOŚĆ	
	DOBRE	BRAKI

Poza tym dany jest inny plik o nazwie ZAKUPY. Każdy dokument z tego pliku ma postać:

KWIT		
KOD	WSK	SZTUK

przy czym jeśli zakupiono dobry towar, to w kolumnie WSK umieszcza się literę D, a jeśli zakupiono brak, to literę B.

Zakładamy, że oba pliki są uporządkowane nie malejąco według kodów materiałowych oraz że ostatnie dokumenty w tych plikach posiadają jednakowe kody. Na podstawie posiadanych dokumentów KWIT chcemy uaktualnić plik kart magazynowych oraz policzyć ilość zakupionych braków i ilość dobrych materiałów.

### 16.3.2. Identyfikacja programu

W pierwszej części o nazwie IDENTIFICATION DIVISION, jak już wspominaliśmy, podaje się informację, która służy do identyfikacji programu. Przykładowo część ta może mieć następującą postać:

IDENTIFICATION DIVISION.

PROGRAMM-ID. AKTUALIZACJA.

AUTHOR. WALENTY OSTASIEWICZ.

INSTALATION. LABORATORIUM OBLICZENIOWE SWE.

DATA WRITTEN. STYCZEŃ 1970.



### 16.3.3. Opis maszyny oraz urządzeń

Część programu o nazwie ENVIRONMENT DIVISION składa się z dwóch oddzielnych podczęści zwanych sekcjami. Sekcje te posiadają zastrzeżone nazwy:

CONFIGURATION SECTION

INPUT-OUTPUT SECTION

W pierwszej podaje się charakterystykę maszyny, a w drugiej wszystkim plikom wejściowym i wyjściowym przyporządkowuje się odpowiednie urządzenia wejścia-wyjścia. Dla naszego przykładu ta część programu wygląda następująco:

ENVIRONMENT DIVISION.

CONFIGURATION SECTION.

SOURCE COMPUTER ODRA 1304.

OBJEKT COMPUTER ODRA 1304, MEMORY SIZE 15

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE CONTROL.

SELECT KARTOTEKA; ASSIGN TO TAPE.

SELECT ZAKUPY; ASSIGN TO CARD-READER.

SELECT NOWA-KARTOTEKA; ASSIGN TO TAPE.

Wyjaśnienia:

SOURCE COMPUTER oznacza maszynę, na której będzie dokonane tłumaczenie programu, a OBJECT COMPUTER maszynę, na której przetłumaczony program będzie wykonany. Wejściowy plik KARTOTEKA będzie wczytywany z taśmy magnetycznej, plik ZAKUPY z kart perforowanych, a zaktualizowany plik kart magazynowych wyprowadzony będzie na taśmę magnetyczną.

### 16.3.4. Opis danych

Trzecia z kolei część programu zatytułowana DATA DIVISION składa się z 3 sekcji o nazwach:

FILE SECTION

WORKING-STORAGE SECTION

CONSTANT SECTION

W pierwszej z nich opisuje się wszystkie pliki biorące udział w przetwarzaniu oraz dokumenty stanowiące dane plików. W drugiej sekcji opisuje się miejsca robocze w pamięci maszyny, wykorzystywane do przechowywania wyników pośrednich. W ostatniej sekcji opisuje się

wielkości, które w czasie realizacji programu nie zmieniają się, przy czym jeżeli wielkości takie nie są w programie wykorzystywane, sekcję tę można opuścić.

Najbardziej istotnym elementem tej części programu jest opis dokumentów. Możliwość takiego opisu jest cechą charakterystyczną każdego języka ekonomicznego. Na opis dokumentu składa się opis jego struktury, a także opis poszczególnych elementów.

Hierarchiczny porządek jednostek stanowiących dokument opisuje się poprzez przyporządkowanie im odpowiednich numerów poziomu. Cały dokument otrzymuje zawsze numer 1 (można pisać 01). Wszystkie jednostki, na które bezpośrednio dzieli się dokument otrzymują jednokowy numer większy od 01, np. 02. Jeżeli jednostka, która otrzymała numer 02, dalej się dzieli, to wszystkie jej podjednostki otrzymują numer 03 itd. Największym numerem, jaki w ten sposób można przyporządkować jest numer 49.

Tak więc strukturę dokumentu KARTA opiszemy następująco:

01 KARTA

02 KOD

02 ILOŚĆ

03 DOBRE

03 BRAKI

Aby podać pełny opis dokumentu, należy jeszcze dokładnie opisać elementarne jednostki, tzn. trzeba określić, co można wpisywać w poszczególnych rubrykach.

Założmy, że kod materiałowy składa się z 6 symboli: pierwsze trzy są literami, a pozostałe cyframi; symbol (obraz, wzór) tej jednostki zaznaczymy: AAA999. Przyjmijmy, że ilość dobrego materiału wyraża się liczbą co najwyżej 4-cyfrową (symbolicznie 9999), a ilość braku — trzycyfrową (symbolicznie 999). Przyjmując to założenie, podajemy pełny opis dokumentu KARTA:

01 KARTA

02 KOD; PICTURE IS AAA999.

02 ILOŚĆ.

03 DOBRE; PICTURE IS 9999.

03 BRAKI; PICTURE IS 999.

Plik wszystkich KART przechowywany jest na taśmie magnetycznej po 20 dokumentów w jednym bloku. Na początku i końcu pliku umieszczone są standardowe etykiety odpowiednio początku i końca pliku. W takim przypadku w programie wystarczy jedynie zaznaczyć, że są to



standardowe etykiety, w przeciwnym razie należy je dokładnie opisać, podobnie jak opisuje się dokument, gdyż etykiety te są to swego rodzaju dokumenty. Jeden z nich rozpoczyna plik, a drugi kończy.

Podamy teraz całą część programu dotyczącą opisu danych dla naszego przykładu:

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD KARTOTEKA; BLOCK CONTAINS 20 RECORDS;

LABEL RECORDS ARE STANDARD;

DATA RECORD IS KARTA.

01 KARTA.

02 KOD; PICTURE IS AAA999.

02 ILOŚĆ.

03 DOBRE; PICTURE IS 9999.

03 BRAKI; PICTURE IS 999.

FD NOWA-KARTOTEKA; BLOCK CONTAINS 20 RECORDS;

LABEL RECORDS ARE STANDARD;

DATA RECORD IS UAKT-KARTA.

01 UAKT-KARTA COPY KARTA.

FD ZAKUPY.

LABEL RECORD IS OMITTED;

DATA RECORD IS KWIT.

01 KWIT.

02 KOD; PICTURE IS AAA999.

02 WSK; PICTURE IS A.

02 SZTUK; PICTURE IS 9999.

WORKING — STORAGE SECTION.

77 ILOŚĆ-DOBRYCH; PICTURE IS 999; VALUE IS ZERO.

77 ILOŚĆ-BRAKÓW; PICTURE IS 999; VALUE IS ZERO.

Wyjaśnienie:

Opis pliku rozpoczyna się symbolem FD (file description), w zwrocie DATA RECORD IS... przy opisie pliku podaje się nazwy dokumentów stanowiących dany plik (plik bowiem może się składać z kilku różnych dokumentów).

Opis zaktualizowanej karty jest taki sam jak opis karty; zamiast powtarzania go język COBOL pozwala użyć zwrotu COPY.

Dla wielkości opisywanych w sekcji pamięci roboczej zarezerwowany jest numer poziomu 77. W przykładzie naszym opisaliśmy dwie takie

wielkości, którym za pomocą zwrotu VALUE IS ZERO przyporządkowano początkową wartość równą zeru.

Sposób opisu tablic zademonstrujemy na dwóch prostych przykładach. Założmy, że dana jest macierz o 10 wierszach i 20 kolumnach, składająca się z liczb nie większych niż trzycyfrowe. Opiszemy je następująco:

01 MACIERZ.

02 KOLUMNA; OCCURS 20 TIMES.

03 WIERSZ; PICTURE IS 999; OCCURS 10 TIMES.

Chcąc powołać się np. na element macierzy z I-go wiersza i J-tej kolumny należy napisać:

WIERSZ (I,J).

Opiszemy teraz wektor X o 50 składowych:

01 WEKTOR.

02 X; PICTURE IS 999; OCCURS 50 TIMES.

Zapis np. X(8) oznacza ósmą składową tego wektora.

### 16.3.5. Opis procedur

W czwartej z kolei części programu zawarte są opisy procedur przetwarzania danych. Głównymi elementami tej części są tzw. instrukcje, które określają czynności, jakie powinna wykonać maszyna. Każda instrukcja rozpoczyna się czasownikiem, za którym występują pewne jego parametry. Jedna lub kilka instrukcji tworzą zdanie języka COBOL. Zdanie zawsze kończy się kropką, za którą występuje spacja. Jeżeli zdanie składa się z kilku instrukcji, to każdą z nich można oddzielić od innej za pomocą średnika, przecinka, słowa AND lub słowa THAN.

Jedno lub kilka zdań poprzedzonych pewną nazwą stanowi tzw. paragraf. Paragrafy z kolei mogą być łączone w sekcje. Nazwą paragrafu może być dowolny ciąg znaków z alfabetu COBOL-u zakończony kropką, a przy nazwie sekcji należy podać jeszcze słowo SECTION.

Przykłady nazw paragrafu (odpowiednik etykiety w ALGOL-u):

LICZENIE.

250.

nazw sekcji:

GROMADZENIE SECTION.

RACHUNKI SECTION.



*Instrukcje arytmetyczne.* Najbardziej ogólna instrukcja arytmetyczna ma postać:

COMPUTE formuła

np.

COMPUTE  $Z = X + Y$

COMPUTE  $Y = (Z - K) / 25$

Oprócz tej instrukcji do wykonania każdego z podstawowych działań arytmetycznych w języku COBOL istnieje odrębna instrukcja. Bez szczegółowego omawiania ich podamy kilka przykładów:

ADD A AND B.

$B = B + A$

ADD A TO B GIVING C.

$C = A + B$

ADD X, Y TO Z.

$Z = X + Y$

SUBTRACT A FROM B.

$B = B - A$

MULTIPLY ILOŚĆ BY CENA

GIVING WAR.

$WAR = ILOŚĆ \times CENA$

DIVIDE X INTO Y GIVING Z.

$Z = Y / X$

*Instrukcje warunkowe.* W języku COBOL istnieje kilka wariantów takich instrukcji. Jako instrukcję weźmiemy jedną z nich, która ma postać

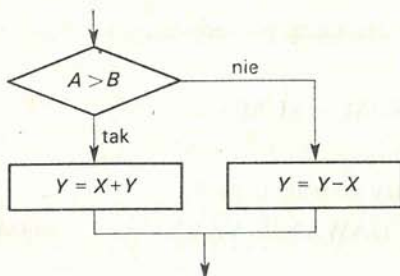
IF wyrażenie warunkowe  $\left\{ \begin{array}{l} \text{instrukcja 1} \\ \text{NEXT SENTENCE} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{OTHERWISE} \\ \text{ELSE} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{instrukcja 2} \\ \text{NEXT SENTENCE} \end{array} \right\}$

Nawiasy klamrowe oznaczają, że należy wybrać jedną z możliwości.

*Przykłady.*

IF  $A > B$ , ADD X TO Y ELSE SUBTRACT X FROM Y.

Instrukcji tej odpowiada schemat:

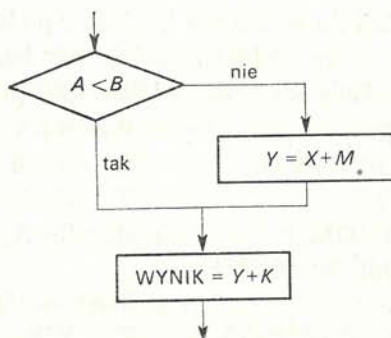


Weźmy dwa zdania:

IF A < B THEN NEXT SENTENCE OTHERWISE ADD X TO M GIVING Y.

COMPUTE WYNIK = Y+K.

Odpowiada im następujący schemat:



*Instrukcje pętli.* W celu wielokrotnego wykonania pewnych instrukcji programu, język COBOL przewiduje kilka wariantów instrukcji z czasownikiem PERFORM. Omówimy jedną z nich, której postać jest następująca:

PERFORM nazwa procedury VARYING zmienna kontrolowana

FROM wartość początkowa BY krok UNTIL warunek określający koniec pętli.

Działanie tej instrukcji wyjaśnimy na przykładzie. Załóżmy, że chcemy dodać wszystkie składowe wektora X opisanego na s. 430, tzn. chcemy obliczyć

$$\text{SUM} = \sum_{i=1}^{50} X_i$$

W tym celu następującą procedurę:

DODAWANIE.

COMPUTE SUM = SUM+X(I).

należy wykonać 50 razy, dla I = 1, 2, ..., 50.

Do tego celu służy instrukcja pętli:

PERFORM DODAWANIE VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 50.



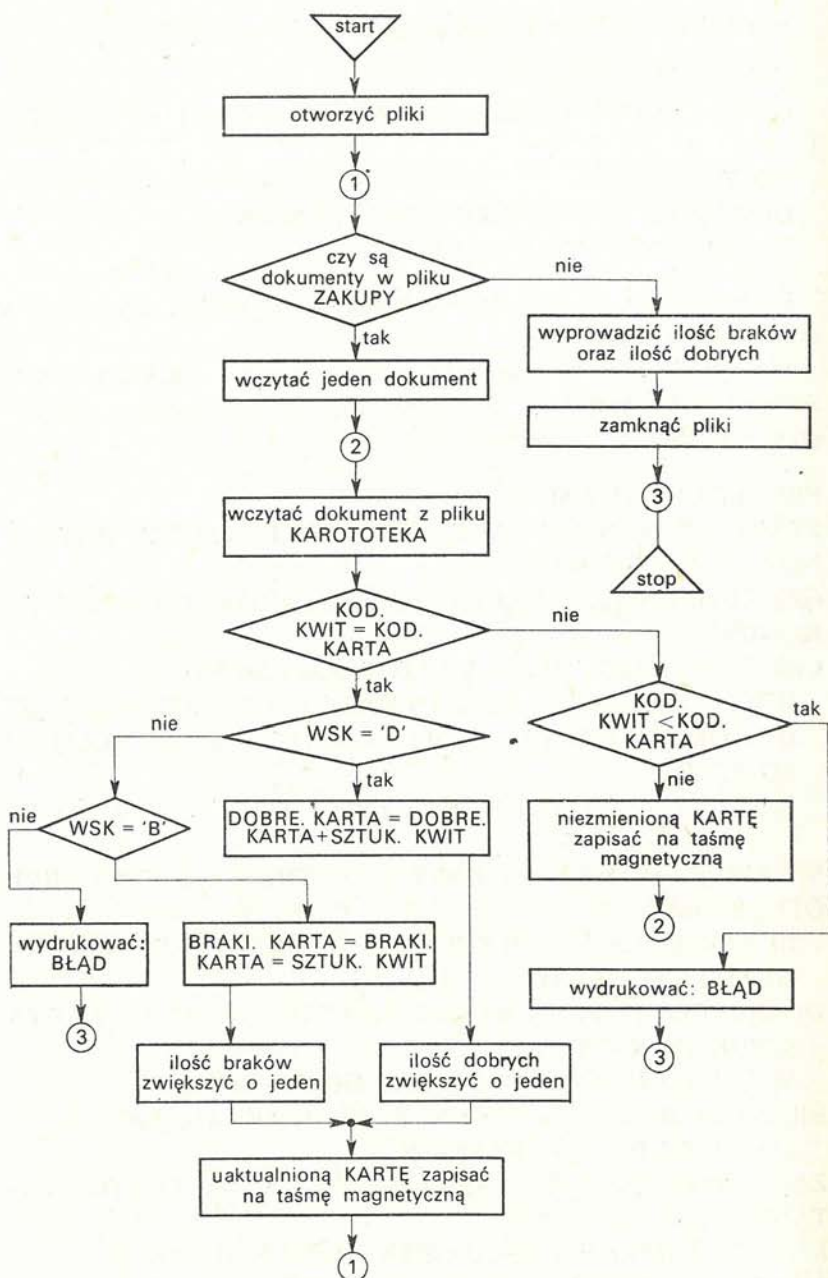
Prześledźmy wykonanie następującego fragmentu programu:

```
COMPUTE SUM = 0.  
PERFORM DODAWANIE VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL  
I > 50.  
GO TO DALEJ.  
DODAWANIE. COMPUTE SUM = SUM+X(I).  
DALEJ. COMPUTE S = SUM/50.
```

Po wykonaniu go wartością zmiennej S jest średnia arytmetyczna składowych wektora X.

Wróćmy do naszego przykładu uaktualnienia pliku KARTOTEKA. Schemat blokowy podany jest na rys. 16.2, a odpowiadający mu program w COBOL-u jest następujący:

```
PROCEDURE DIVISION.  
START. OPEN INPUT KARTOTEKA, ZAKUPY; OPEN OUTPUT  
NOWA-KARTOTEKA.  
CZYTANIE-KWIT. READ ZAKUPY RECORD; ET END GO TO  
KONIEC.  
CZYTANIE-KART. READ KARTOTEKA RECORD;  
IF KOD IN KARTA = KOD IN KWIT, GO TO SPRAWDŹ ELSE  
IF KOD IN KARTA > KOD IN KWIT DISPLAY'BLAD'GO  
TO STOP.  
ELSE WRITTE UAKT-KARTA FROM KARTA AND GO TO  
CZYTANIE-KART.  
SPRAWDŹ. IF WSK IN KWIT = 'D' THEN GO TO DOBRE  
OTHERWISE  
IF WSK IN KWIT = 'B' THEN GO TO BRAKI ELSE DISPLAY  
'BLAD'; GO TO STOP.  
DOBRE. COMPUTE DOBRE IN KARTA = DOBRE IN KARTA  
+SZTUK IN KWIT.  
ADD 1 TO ILOŚĆ — DOBRYCH. GO TO ZAPIS.  
BRAKI. ADD SZTUK IN KWIT TO BRAKI IN KARTA.  
ADD 1 TO ILOŚĆ — BRAKÓW.  
ZAPIS. WRITTE UAKT-KARTA FROM KARTA. GO TO CZY-  
TANIE-KWIT.  
KONIEC. DISPLAY ILOŚĆ-DOBRYCH, ILOŚĆ-BRAKÓW.  
CLOSE KARTOTEKA, ZAKUPY, NOWA-KARTOTEKA.  
STOP. STOP RUN.
```



Rys. 16.2. Schemat blokowy uaktualnienia pliku

U w a g a : Zapis KOD. KWIT należy czytać: jednostka o nazwie KOD z dokumentu KWIT.



Wyjaśnienie:

Instrukcja READ ZAKUPY RECORD znaczy tyle co wczytaj dokument z pliku ZAKUPY; po wczytaniu wszystkich dokumentów z tego pliku sterowanie przekazywane jest do procedury o nazwie KONIEC. Instrukcja DISPLAY służy do wydrukowania na maszynie piszącej małych ilości danych. Przy czym w wyniku wykonania instrukcji DISPLAY 'X' będzie wydrukowana litera X, a w wyniku wykonania instrukcji DISPLAY X będzie wydrukowana wartość zmiennej X.

Do wyprowadzenia dużych ilości danych służy instrukcja WRITTE, przy czym

WRITTE X FROM Y

oznacza, że dane znajdujące się w polu pamięci oznaczonej przez Y są przesuwane na miejsce oznaczenia X i stąd są wyprowadzane na zewnątrz maszyny.

Zapoczątkowanie przetwarzania dokonuje się instrukcją OPEN; zadaniem jej jest sprawdzenie, czy podłączone są właściwe pliki do właściwych urządzeń itp. Podobnie zakończenie przetwarzania plików dokonuje się za pomocą instrukcji CLOSE. Zadaniem tej instrukcji jest między innymi uniemożliwienie dalszego korzystania z zamkniętych plików, ewentualne przewinięcie taśmy magnetycznej, zabezpieczenie etykiet plików itp.

## 16.4. INNE JĘZYKI PROGRAMOWANIA

### 16.4.1. Wstęp

Język COBOL opracowano głównie do programowania zagadnień bieżących. W związku jednak z szerokim zastosowaniem metod matematycznych do rozwiązywania zagadnień ekonomicznych powstała konieczność opracowania takiego języka, który by oprócz zadań bieżących pozwalał zapisywać algorytmy zagadnień opartych na modelach matematycznych. Prace nad takim językiem podjęto niemal równocześnie w ZSRR, USA i przez Międzynarodową Federację Przetwarzania Informacji (IFIP). W wyniku tych prac powstały trzy nowe języki: ALGOL, PL/I oraz ALGOL-68.

## 16.4.2. ALGEEK

W listopadzie 1963 r. w Związku Radzieckim powołana została grupa specjalistów pod kierownictwem W. M. Głuszkowa w celu opracowania języka algorytmicznego przeznaczonego dla zagadnień ekonomicznych. Jako podstawę do opracowania takiego języka postanowiono przyjąć znany język ALGOL-60, wzbogacając go o elementy niezbędne do przetwarzania informacji ekonomicznej.

W wyniku takiego rozszerzenia opracowano nowy język, który nazwano ALGEEK (Algorytmiczny język programowania zagadnień ekonomicznych, lub też ALGOL Ekonomiczny). Przy opracowywaniu tego języka korzystano z idei zawartych w języku COBOL, wszystkie jednak nowo definiowane elementy podporządkowano ogólnej strukturze algolowskiej.

Język ALGEEK posiada więc strukturę blokową i program w tym języku jest, podobnie jak w ALGOL-u, albo blokiem, albo instrukcją złożoną. Język ALGEEK w odróżnieniu od COBOL-u posiada ścisłą składnię, która opisana jest za pomocą metajęzyka zaproponowanego przez Backusa.

Cechy najbardziej charakterystyczne języka ALGEEK:

— możliwość opisu dokumentów oraz tablic złożonych z dokumentów,

— możliwość operowania informacją o charakterze tekstowym,

— możliwość dostępu do poszczególnych symboli tekstu.

Zamiast trzech rodzajów wyrażeń algolowskich (arytmetyczne, logiczne i mianujące) w języku ALGEEK jest ich pięć; dodatkowo wprowadzono wyrażenia tekstowe oraz wyrażenia wielokomponentowe.

Wartością wyrażenia tekstowego (łańcuchowego) jest łańcuch. Wyrażenia takie budowane są za pomocą operacji tekstowych: TEXT, SENCE, QUOTATION i ← (operacja konkatenacji). Wartością wyrażenia wielokomponentowego jest tablica lub dokument.

Język ALGEEK nie posiada jednak opracowanych procedur wejścia-wyjścia.

## 16.4.3. PL/1

Dla opracowania nowego języka specjaliści w Stanach Zjednoczonych przyjęli zupełnie inną drogę aniżeli specjaliści ze Związku Radzieckiego. Fachowcy z firmy IBM i ze stowarzyszenia użytkowników maszyn IBM, znanego pod nazwą SHARE, postanowili stworzyć nowy język, nie będący rozszerzeniem żadnego z istniejących języków. Postawiono przy



tym wymaganie, aby nowy język był jednakowo przydatny dla programowania zagadnień ekonomicznych, numerycznych, sterowania procesami technologicznymi oraz programowania zagadnień tzw. nienumerycznego przetwarzania. Przy opracowywaniu takiego języka korzystano z doświadczeń zdobytych przy eksploatacji już istniejących języków: COBOL-u, FORTRAN-u i ALGOL-u, z których zaczerpnięto najbardziej istotne cechy. Pierwsza wersja nowego języka była opracowana w marcu 1964 r. i nazwana NPL (New Programming Language). Później język ten był kilkakrotnie korygowany i ulepszany. Ostateczna jego wersja była opublikowana w 1966 r. i nazwana PL/1 (Programming Language One).

Należy się chyba zgodzić z tym, że język PL/1 ze względu na swoje zalety „przez kilka najbliższych lat stanowić będzie układ odniesienia, względem którego oceniać się będzie inne języki programowania”<sup>4</sup>. Posiada on tyle nowych rozwiązań, że nawet pobieżne omówienie ich zajęłoby zbyt wiele miejsca, dlatego też ograniczamy się przynajmniej do wymienienia cech najbardziej charakterystycznych:

1. Język PL/1 pozwala efektywnie zapisywać programy zagadnień numerycznych, ekonomicznych, sterowania procesami technologicznymi, zagadnień nienumerycznego przetwarzania informacji itp.

2. Bez znajomości całego języka programista może posługiwać się dowolnymi jego podzbiórami, które w miarę potrzeby może rozszerzać.

3. W zależności od konkretnego zadania miejsce dla danych w pamięci może być rezerwowane statycznie (podobnie jak w COBOL-u, jeden raz na przeciąg całego programu), dynamicznie (podobnie jak w ALGOL-u, przy wejściu do bloku) oraz w sposób kontrolowany (w dowolnym miejscu programu miejsce można rezerwować lub zwalniać za pomocą specjalnych instrukcji).

4. W programie napisanym w języku PL/1 mogą wystąpić dane problemowe (te, które przetwarzamy) i dane sterujące programem. Wśród danych problemowych wyróżnia się dane arytmetyczne (liczby rzeczywiste, zespolone; dziesiętne, binarne; całkowite, ułamkowe) oraz dane łańcuchowe (łańcuchy znaków, łańcuchy bitów).

Do danych sterujących zalicza się dane typu etykieta, zadanie (task), komórka (cell), zdarzenie (event), wskaźnik (pointer). Oprócz tego wszystkie dane ze względu na swą organizację mogą występować w po-

---

<sup>4</sup> Patrz [7].

staci elementarnych jednostek (scalar), tablic (array) lub dokumentów (structure). Każda taka jednostka danych może występować jako argument w pewnym wyrażeniu, stąd też w języku PL/1 rozróżnia się wyrażanie skalarne, tablicowe i strukturalne, których wartościami są odpowiednio: elementarna jednostka danych (liczba, łańcuch itp.), tablica lub dokument.

5. Bez zastosowania wstawek w kodzie wewnętrznym, język PL/1 pozwala wykorzystać takie właściwości współczesnych maszyn, jak: podział czasu, wieloprogramowość, praca w czasie rzeczywistym itp. Język PL/1 umożliwia kontrolowanie procesu równoległego wykonywania kilku zadań; jedno zadanie może np. być uzależnione od wykonania innego. Ważną cechą charakterystyczną języka PL/1 jest możliwość przerywania programu. Przerwanie takie może nastąpić automatycznie w wyniku zaistnienia pewnej sytuacji, np. w przypadku próby dzielenia przez zero, a może być świadomie spowodowane przez programistę. W wyniku przerywania realizacji podstawowego programu wykonywane są albo czynności standardowe przewidziane przez system, albo też czynności określone w programie. Po ich wykonaniu program może być realizowany dalej od tego miejsca, gdzie był przerywany.

6. W języku PL/1 rozróżnia się dwa rodzaje transmisji danych: transmisja dokumentów i transmisja strumieni znaków. Pierwszy rodzaj stosuje się do transmisji dokumentów bez jakichkolwiek przekształceń, a więc np. dokument z pamięci operacyjnej przesyła się na taśmę magnetyczną w takiej postaci, w jakiej występował w pamięci operacyjnej, i odwrotnie.

Drugi rodzaj transmisji dokonywany jest wraz z odpowiednim przekształceniem, np. ciąg (strumień) znaków zapisanych na taśmie perforowanej w postaci liczb dziesiętnych przy wczytywaniu do pamięci operacyjnej przekształcony jest w postać binarną, a przy wyprowadzaniu dokonywane jest przekształcenie odwrotne.

7. Program napisany w języku PL/1 posiada strukturę blokową. W języku PL/1 rozróżnia się dwa rodzaje bloków: blok BEGIN i blok proceduralny. Pierwszy z nich jest taki sam, jak blok w ALGOL-u, a drugi jest opisem procedury. Przy czym procedura w języku PL/1 posiadać może kilka punktów wejścia, a nie tylko jeden, poprzez jej początek, jak to było w języku ALGOL. W zależności od miejsca (punktu) wejścia do procedury, ilość przekazywanych argumentów może być różna. Jeżeli nie zaznacza się wyraźnie, że jest to procedura rekursywna,



to system traktuje procedurę jako nierekursywną. Wśród procedur, podobnie jak w ALGOL-u, wyróżnia się procedury-podprogramy i procedury-funkcje.

Cechą charakterystyczną języka PL/1, na którą warto zwrócić uwagę, jest to, że posiada on tzw. funkcje uogólniane (generic function). Jest to cały zbiór funkcji ze wspólną nazwą. Ze zbioru tego wybiera się funkcję w zależności od właściwości argumentów. Na przykład dla instrukcji  $Y = ABS(X)$  translator ułoży różne kawałki programu w zależności od tego, jak jest opisane  $X$  (zmienna rzeczywista lub zespolona). Część takich funkcji jest wbudowana w translator (funkcje standardowe), a inne może dowolnie definiować programista, używając zwrotu GENERIC.

#### 16.4.4. ALGOL-68

ALGOL-68 powstał w wyniku prac prowadzonych przez Grupę Roboczą WG 2.1 Międzynarodowej Federacji Przetwarzania Informacji. Język ten przeznaczony jest do programowania zagadnień zarówno z dziedziny ekonomicznej, obliczeń numerycznych, jak też z zakresu nienumerycznego przetwarzania informacji (manipulacja na symbolach).

Jako najbardziej charakterystyczne cechy języka ALGOL-68 można wymienić następujące:

1. Język ALGOL-68, podobnie jak ALGOL-60, posiada ścisły opis formalny. Składnia języka nie jest opisana za pomocą formuł Backusa, lecz użyto do tego celu metajęzyka bardziej rozwiniętego, zaproponowanego przez A. van Wijngaardena. Semantyka opisana jest w sposób werbalny.

2. Język ALGOL-68 posiada opracowane procedury wejścia-wyjścia.

3. Zawiera w sobie aparat opisu plików, tablic, dokumentów i struktur listowych.

4. Obok typów zmiennych występujących w języku ALGOL-60, do języka ALGOL-68 wprowadzono dodatkowe zmienne typy *compl* (liczby zespolone), *bits* (cyfra dwójkowa), *char* (pojedynczy znak), *string* (łańcuchy zmiennej długości) i *bytes* (łańcuchy stałej długości).

5. W ramach języka ALGOL-68 można definiować dowolne operacje i nadawać im pewne nazwy lub symbole.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Koroliow M. i inni: *Soobszczenije ob algoritmiczeskom jazykie dla ekonomiczeskich zadacz ALGEC*, Moskwa 1965.
- [2] Karoliow M.: *Obrabotka ekonomiczeskoj informacyi na elektronnych maszynach*, Moskwa 1964.
- [3] Mc Cracken D.: *A Guide to COBOL Programming*, John Wiley 1963.
- [4] *PLAN, kurs programowania*, Materiały szkoleniowe CODKK, Warszawa 1969.
- [5] *Podręcznik programowania COBOL NCR-315*, wyd. NBP 1965.
- [6] *Sowriemiennoje programmirowanije*, Moskwa 1967.
- [7] Turski W.: *Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych*, Warszawa 1968.
- [8] *Uniwersalnyj jazyk programmirowanija PL/1*, Moskwa 1968.




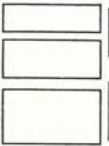


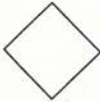

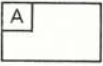









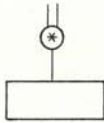
# ANEKS

## SYMBOLE RYSUNKOWE

### Projektowanie

	Zbiór kart perforowanych		Wydruk błędów
	Zbiór dokumentów źródłowych		Wydruk znakowy
	Pojedyncza karta perforowana		Manipulacje ręczne
	Pojedynczy dokument źródłowy		Wejście – wyjście
	Zbiór kart sumarycznych		Dziurkowanie kart
	Pojedyncza karta sumaryczna		Sprawdzanie kart
	Taśma perforowana		Dziurkowanie taśm
	Pamięć taśmowa		Sprawdzanie taśm
	Pamięć bębnowa		Obudowa stanowiska maszynowo-ręcznego Czynność maszynowo-ręczna
	Pamięć operacyjna		Sortowanie
	Pamięć dyskowa		Kolator, łączenie, dobieranie
	Pamięć na kartach magnetycznych		Reproducer rozdzielanie
	Archiwum dokumentów źródłowych		Opisywacz
	Archiwum kart perforowanych		Dane z klawiatury
	Archiwum taśm perforowanych		Kompletacja kart
	Tabulogram		Łącznik-odnośnik
			Elektroniczna Maszyna Cyfrowa

Definiowanie problemu

	Wejście informacyjne (nie podlegające przetwarzaniu)		Klatki obliczeniowe
	Wejście energetyczne (dane podlegają przetwarzaniu)		
	Rodzaj liczb i ilość miejsc zarezerwowanych w maszynie		Klatka logiczna
	Kontrola poprawności obliczeń		Symbol określający treść
	Dodawanie		Numer kolejny dowodu lub zestawienia
	Odejmowanie		Klatka etykiety z określeniem literowym
	Mnożenie	$10 \xrightarrow{Pe}$	Przesłać do wzoru nr 10 dane $Pe$
	Dzielenie	$\sum_{n=1}^{10} PD$	Matematyczne wyrażenie zagadnienia
	Potęgowanie	$aN$	Znaki alfanumeryczne
	Pierwiastkowanie	$2:3z$	Liczby zmiennoprzecinkowe
		$2:3$	Liczby stałoprzecinkowe
			Pobranie danych z tego samego miejsca.
			Wynik mnożenia wprowadzić do...



## INDEKS

- Adres 268  
Agenda przetwarzania 176  
Aiken H. 25  
Aktualizacja zbioru 242  
Algebra logiki 24  
Algorytm 77—78, 137, 254  
Algorytmizacja 415  
Analitik problemu 399  
Arytmometr 81—82, 84, 105  
Autokod 275  
Automatyczne przetwarzanie danych 136  
Automatyzacja 18, 24, 36, 138
- Babbage Ch. 22  
Baldwin F. S. 21  
Bank danych 366  
Bezpośrednie przetwarzanie danych 227  
Bit 82—84, 131  
— na sekundę 96  
Blok 81, 94  
— arytmetru 81  
— informacji 228  
— pamięci operacyjnej 81  
— sterowania 81  
Blokowanie 94  
Bod 96—97  
Boole G. 24  
Bull 23  
Byte 133
- Cybernetyka 24
- Cykl 85  
— pracy maszyny 81  
Czas cyklu 85  
Czebyszew P. L. 22  
Czujnik położenia 102  
Czytnik dokumentów 100  
— kart 100, 112  
— pisma magnetycznego 101  
— — maszynowego 101  
— taśmy magnetycznej 100  
— — papierowej 100, 112
- Dalekopis 90—91, 101  
— sprzężony z perforatorem taśmy 89  
Dane 134, 165, 269  
— początkowe 78, 85, 88  
Dantzig G. B. 306  
Deskryptor 330  
Display 102  
Dokument ewidencyjny źródłowy 185  
— opracowany w sprzężeniu zwrotnym 209  
— pierwotny 329  
— pośredni 165  
— źródłowy 165  
Dokumenty wynikowe 165, 173  
Drukarka wierszowa 101, 105  
Dziedzina tematyczna 176  
Dziurkarka kart oznaczonych znakami grafitowymi 69  
— — papierowych 53, 102  
— — sumaryczna 62  
— — taśmy papierowej 102

- Eckert J. P. 25  
 Efekty bezpośrednie 395  
 — pośrednie 393  
 Efektywność systemów APD 393  
 Elektroniczne przetwarzanie danych —  
 EPD 136  
 Elektryczna maszyna do pisania sprzę-  
 żona z perforatorem taśmy 89  
 Elementy liczące 76  
 EMC do obliczeń naukowych i tech-  
 nicznych (numerycznych) 105  
 — do przetwarzania danych 78, 81,  
 105  
 — do sterowania procesami technolo-  
 gicznymi 106  
 Euklides 225, 258  
 Ewidencja operatywna 340  
 — statystyczna 340
- Flexowriter 89—90, 101  
 Folt D. E. 22  
 Ford I. R. 322  
 Fulkerson D. R. 322  
 Full-duplex 98  
 Funkcja celu 293, 296, 298—9  
 — kryterium 293—4
- Gantt 310  
 Generacja 108  
 Goldstein H. H. 255  
 Graficzne urządzenie wyjścia maszyny  
 102
- Half-duplex 98  
 Hardware 142  
 Harmonogram splywu dokumentów  
 170  
 Hollerith H. 22
- Identyfikatory 178, 223  
 Informacja 131, 328  
 Informacje nie podlegające przetwa-  
 rzaniu 186  
 — podlegające przetwarzaniu 186  
 — stałe 186  
 — zmienne 186
- In-line 98—99  
 Instrukcje 274  
 Interpretator 279
- Jacquard J. M. 22  
 Jednostka centralna 78—79, 81, 88, 95,  
 99—100  
 — przetwarzania 177  
 Język algorytmiczny 275  
 — symboliczny 274  
 — wewnętrzny 256, 269  
 — zewnętrzny 256, 273
- Kalkulator 63  
 Karta dualna 50, 206  
 — perforowana 49, 88, 91, 105  
 — specjalna (opisana) 50  
 — sumaryczna 62  
 — uniwersalna 50  
 Karto-dokument 50, 206  
 Karto-przepust 52  
 Kartoteka odwracalna 332  
 — prosta 331  
 Kartoteki 165  
 Kelly J.E. 322  
 Klasyfikacja informacji 134  
 — systemów przetwarzania informacji  
 391  
 Klucz 229  
 — sortowania 236  
 Kod operacji 268  
 — wewnętrzny 269  
 — wielobitowy 82  
 Kolator 67  
 Komórka 82—84  
 Kompilator 279  
 Koniec szpuli 94—95  
 Kryterium optymalności 253  
 Kumulacja (kompresja) zbiorów 244  
 Kwantyfikator 229
- Lapunow A. A. 276, 279  
 Leibnitz G. W. 21  
 Linia wzroku operatorki 199  
 Listowanie 217



- Łącze telekomunikacyjne 95—96
  - transmisji danych 95
- Łączenie zbiorów 244
- Łukasiewicz J. 280
  
- Markow 275
- Maszynowe nośniki informacji 49
- Maszyny analityczne 22
  - analogowe 30
  - cyfrowe 29, 74—75, 77—79, 81—86, 88, 99—100, 104—5
  - — specjalistyczne 30
  - — uniwersalne 30
  - do fakturowania 46
    - — — sprzężone z perforatorem taśmy 89
    - do księgowania 43
      - — — sprzężone z perforatorem taśmy 89
      - — pisanie 90
    - hybrydowe 30
    - liczące 21
    - perforujące 51
    - podstawowe 51
    - pomocnicze 51
    - rejestrujące 44
    - uzupełniające 51
  - Mauchley J. W. 25
  - Mechanizacja 18, 138
    - mała 33
    - średnia 34
    - wielka 35
  - Metoda blokowa 195
    - dwóch dróg 237—8
    - dziesiętna 194
    - listowania 60
    - łączona (kombinowana) 196
    - mieszana 195
    - Monte Carlo 317—9
    - najmniejszych różnic 303
    - porządkowa 193
    - powtarzająca (szach-matna) 195
    - programowania sieciowego 310
    - przedziałowa 195
    - seryjna 195
    - tabulacji 60
  - Międzynarodowy Alfabet (Kod) Telegraficzny Nr 2 90
  - Model 311—4
  - Moduł 78—79, 85, 367
  - Modyfikacja zbioru 242
  
  - Nadajnik 95
  - Najpóźniejszy termin osiągnięcia zdarzenia 316
    - — — rozpoczęcia czynności 316
    - — — zakończenia czynności 316
  - Najwcześniejszy termin osiągnięcia zdarzenia 316
    - — — rozpoczęcia czynności 315
    - — — zakończenia czynności 315
  - Neumann J. von 25, 241, 255
  - Nośnik informacji 88, 100
  - Numer identyfikacyjny 83
    - generacji zbioru 243
  
  - Odbiornik 95
  - Odhner W. T. 21
  - Odstęp między blokami 228
  - Off-line 98—99
  - On-line 98—99
  - Operator 257, 276
    - EMC 401
    - urządzeń peryferyjnych 401
  - Opis i analiza istniejącego systemu przetwarzania danych 158
  - Opisywacz 69
  - Oprogramowanie 283
  - Ośrodki branżowe 413
    - usługowe 397
    - wewnątrzzakładowe 413
  - Oznaczenia cyfrowe 190
    - literowe 191
  
  - Pakowanie 233
  - Pamięć bębnowa 85—86, 111
    - dyskowa 85—86, 111
    - ferrytowa 82, 86
    - na kartach magnetycznych 85, 87
    - na taśmach magnetycznych 85, 87, 106

- o dowolnym albo przypadkowym dostępie do informacji 85
- operacyjna (wewnętrzna) 82, 84—86, 105—6
- systemu informacyjnego 331
- zewnętrzna 79, 84—85, 99, 105—6
- Parametryczne zagadnienia programowania sieciowego 321
- Pascal F. B. 21, 75
- Pióro świetlne 102—3
- Podprogram 282
- Podział czasu 106
- Pojemność informacyjna 169
  - karty 49
  - pamięci 84, 86
- Pole 229
  - karty 50
  - taśmy 93
- Postać dynamiczna informacji 95—96
  - statyczna informacji 95—96
- Powers 23
- Praca w rzeczywistej skali czasu 106
- Predykat 257—8
- Proces konwersji 102
- Program 74, 78, 81, 85, 88, 105—6, 255, 269
  - programujący 273
  - sterujący tzw. dyrygent 106
  - wynikowy 279
  - źródłowy 279
- Programista 400
- Programowa wymiennność 111
- Programowanie 255, 415
  - automatyczne 273
  - bezpośrednie 255
- Programy parametryzowane 245
- Projekt ogólny 153
  - szczegółowy 154
  - wstępny 153
- Projektant systemu 399
- Projektowanie SAPD 143
  - systemu maszynowego przetwarzania danych 158
- Przebiegi dobierania 245
  - wydawnicze 245
- Przepustowość 52
- Przerwa międzyrekordowa 93—94
- Przetwarzanie danych 136
  - informacji 134—5
- Pulpit sterowania 81
- Punkt załadowczy 94
- Rachunkowość 340
- Rdzenie ferrytowe 82—84
- Rejestry akumulatora 82
  - mnożnika 92
- Rekord 93—94
- Reproducer 66
- Rezerwy czasu 316, 320
- Ręczna dziurkarka klawiaturowa 88—89
  - sprawdzarka klawiaturowa 88—89
- Rozkaz 77—78, 81, 84, 94, 105—6, 268
- Rozwiązanie dopuszczalne 294
  - optymalne 294, 296
- Ruthishauser H. 276, 279
- Scalanie 237—8, 240—1
- Schemat blokowy 255
  - obiegu dokumentów 168
- Sekwencyjne przetwarzanie danych 226
- Sekwencyjny sposób zapisu i odczytu 85
- Sieć powiązań 312
  - stochastyczna 319
- Simplex 98, 306
- Słowo 84—86
  - informacyjne 133
  - maszynowe 133
- Software 142
- Sorter 57
- Sortowanie wewnętrzne 236
  - zewnętrzne 236
  - zewnętrzne jedno- i wielotaśmowe 237
- Sprawdzarka kart papierowych 55
- Stacja lub jednostka pamięci taśmowej 87
  - maszyn analitycznych 52
  - przygotowania danych 52
- Staszic S. 21
- Stern A. 21



- Sterowanie logiczne 78  
 Stopnie techniki 137  
 Sumator Pascala 75—76  
 System automatycznego przetwarzania danych SAPD 142  
 — — — informacji SAPI 142  
 — akumulacyjny 98  
 — całościowy 145, 387, 392  
 — cząstkowy 145, 387, 391  
 — informacyjny 329  
 — INTiE 414  
 — mieszany 98  
 — nadążny 98  
 — podziału czasu 245  
 — rozsiewczy 98  
 — satelitarny 127  
 — strefowy perforowania 62  
 — transmisji danych 97—98  
 — zbiorczo-rozsiewczy 98  
 — zbiorczy 98  
 Systemy zintegrowane 387, 392  
  
 Ścieżka 86, 90, 100  
 — krytyczna 317—9  
 — prowadząca 90  
 Środki orgatechniczne 18  
 Świetlna klawiatura 103  
  
 Tabulator 59, 90, 105  
 Tabulogram 60  
 Taśma dziurkowana (perforowana) 88, 90—91, 105  
 — magnetyczna 87—88, 93—94, 99—100, 102  
 Technika ręczna 138  
 Teletransmisja danych 95—97, 99  
 Teoria programowania liniowego 293  
 Tezaurus 330  
 Translator 273  
 Transmisja danych 95—97, 99  
 Turing A. W. 24, 275  
  
 Układ binarny 82  
 — dwustanowy 82—84  
 — modemowy 95—96  
 — protekcji 95—96  
 — stykowy 95—96  
 Urządzenia detekcyjne 96  
 — korekcyjne 96  
 — peryferyjne wejścia 79, 88—89  
 — — — z kart 88  
 — — — z taśmy 88—89  
 — — wyjścia 79, 81, 88—89  
 — zewnętrzne wejścia 79, 100, 102, 105—6, 125  
 — — wyjścia 79, 81, 100—2, 105—6, 125  
 Urządzenie podstawowe 51  
 — pomocnicze 51  
 — uzupełniające 51  
  
 Warunki brzegowe 293—4, 302  
 — ograniczające 293—4, 296—8, 302  
 Wielodostępność 127  
 Wieloprogramowość 106, 114  
 Wiener N. 24  
 Wilkes M. W. 26  
 Współczynnik blokowania 94  
 — priorytetu 106  
 Wyniki 134  
 Wypełniacz 231  
  
 Zakłady Elektronicznej Techniki Obliczeniowej — ZETO 151, 397  
 Zapis transakcyjny 170  
 Zapisy, czyli rekordy 229  
 Zbiór główny 242  
 — informacji 229  
 Zestaw maszyn analitycznych 52  
 Zestawienie końcowe (tabulogram) 165  
 Znacznik rekordu 94  
 — taśmowy 93  
 Znaczniki odbłaskowe 94—95  
 Znak 84—86, 88, 90—91, 93, 133  
 — alfabetyczny 84  
 — alfanumeryczny 84, 87, 170  
 — numeryczny 84, 170  
 — sterujący 93

*Redaktor techn. Saturnin Czarzasty  
Korektor Mieczysław Szostakowski*

*Printed in Poland*

*Panstwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1971  
Zlec. 8/70. Wydanie I. Nakład 5 000+250 egz. Format 69×90/16  
Ark. wyd. 27,9. Ark. druk. 28+6 wklejek  
Papier druk. sat. kl. IV, 70 g z fabryki papieru w Kluczach  
Oddano do składu w grudniu 1970 r. Podpisano do druku i druk  
ukończono w lipcu 1971 r.*

*Cena zł 60,—*

*Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa, ul. Mińska 65*

*Zam. 2070/70. U-94*









KT  
102

Cena zł 60,—

