

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA WE WROCŁAWIU

AUTOMATYCZNE PRZETWARZANIE INFORMACJI

TOM II

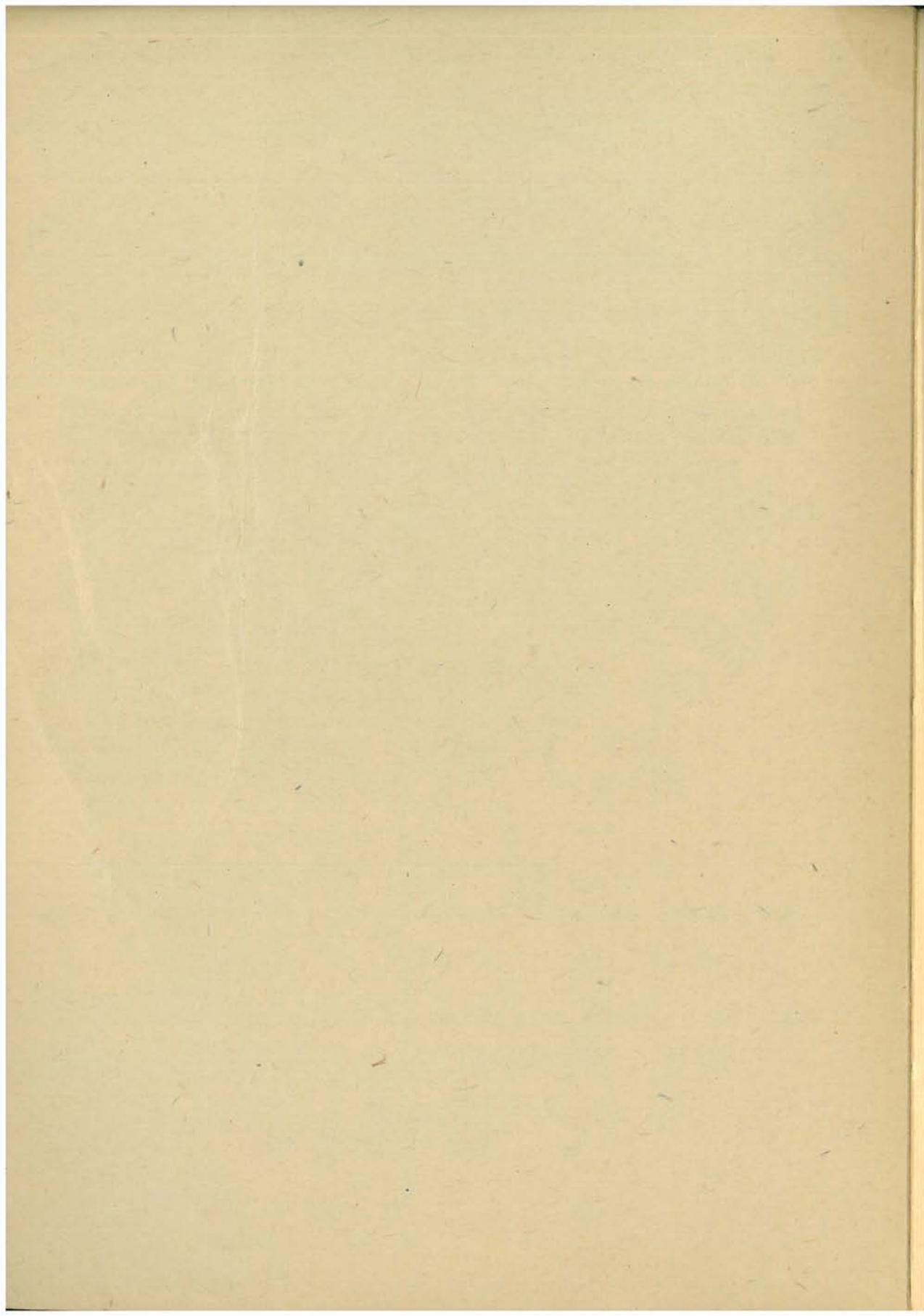
ZASTOSOWANIA

Praca zbiorowa

pod redakcją naukową

ELŻBIETY NIEDZIELSKIEJ

WROCŁAW 1969



WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA WE WROCŁAWIU

AUTOMATYCZNE PRZETWARZANIE INFORMACJI

TOM II

ZASTOSOWANIA

Praca zbiorowa

pod redakcją naukową

ELŻBIETY NIEDZIELSKIEJ

WROCŁAW 1969

Autorzy poszczególnych rozdziałów tomu 2:

MARIAN CHLEBICA, STANISŁAW KRAWCZYK, STANISŁAWA NITEK,
WALENTY OSTASIEWICZ, JAN SZTAJER, JERZY TRYBULSKI

Wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Warszawskiej
Nakład 500-25. Arkuszy druku 10,75. Papier offset kl. V 70 g.
Oddano do druku 14. XI. 1968 r. Zamówienie nr 631. N-18

SPIS TREŚCI

Część pierwsza

ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA INFORMACJI

1. Programowanie liniowe (St.Nitek)	7
1.1. Sformułowanie zagadnienia	7
1.2. Matematyczny model programowania liniowego	8
1.3. Zastosowania programowania liniowego	9
1.3.1. Metody rozwiązywania	9
1.3.2. Model mieszanki	10
1.3.3. Model transportowy	10
1.4. Maszynowe rozwiązywanie zagadnień programowania liniowego	23
2. Programowanie sieciowe (W.Ostasiewicz)	26
2.1. Uwagi wstępne	26
2.2. Budowa modelu sieciowego	28
2.3. Parametry modelu sieciowego	32
2.4. Analiza sieci zależności	34
2.5. Optymalizacja kosztów realizacji przedsię- wzięcia	38
2.6. Optymalizacja rozdziału zasobów	41
2.7. Uwagi końcowe	44
3. Systemy informacyjne (St.Krawczyk)	45
3.1. Uwagi wstępne	45
3.2. Analiza systemu informacyjnego	46
3.3. Wybrane projekty automatycznych systemów infor- macyjnych	53
4. Systemy ewidencyjne (J.Sztajer)	59
4.1. Charakterystyka agendy	60

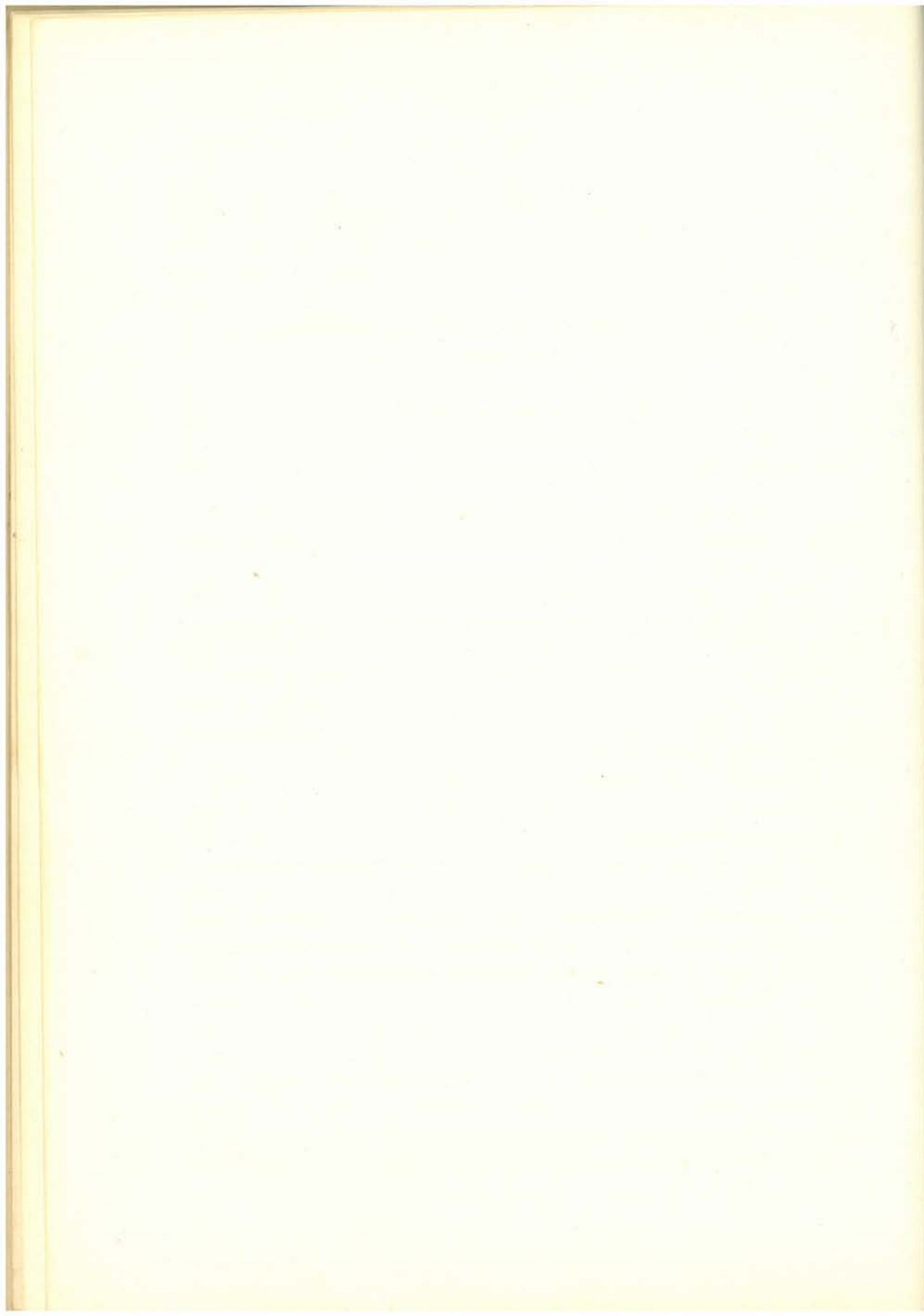
4.2. Opisowa definicja problemu	63
4.3. Nośniki informacji	67
4.4. Zakres i wielkość informacji na dokumentach źródłowych	71
4.5. Budowa kodów cyfrowych	71
4.6. Wzory dokumentów źródłowych i maszynowych nośników informacji	75
4.7. Wzory zestawień końcowych	77
4.8. Rozplanowanie zapisów w pamięci maszyny oraz schemat blokowy systemu	78
4.9. Budowa kompleksowego systemu gospodarki materiałowej	78
5. Systemy planowania (M.Chlebica)	80
5.1. Zadania planowania produkcji	80
5.2. Zastosowanie maszyny cyfrowej w planowaniu operatywnym	82
5.3. Planowanie kroczące i jego zastosowanie w warunkach APD	90
6. Zarządzanie w warunkach automatycznego przetwarzania danych (J.Trybulski)	96
6.1. Organizacja zarządzania w warunkach APD	96
6.2. Klasyfikacja systemów automatycznego przetwarzania danych	106
6.3. Efektywność systemów automatycznego przetwarzania danych	108
7. Organizacja ośrodków obliczeniowych (J.Trybulski) ..	112
7.1. Wiadomości wstępne	112
7.2. Ośrodki usługowe	114
7.3. Ośrodki obliczeniowe wewnątrzzakładowe i branżowe	126
7.4. System informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej	127

Część druga

JĘZYKI PROGRAMOWANIA ZAGADNIEN EKONOMICZNYCH
(W.Ostasiewicz)

1. Wprowadzenie	129
2. COBOL	134

2.1. Ogólna struktura języka	134
2.2. Alfabet i słowa	135
2.3. Identyfikacja programu	137
2.4. Opis systemu przetwarzania danych	137
2.5. Opis danych	138
2.6. Procedury	143
2.7. Przykład programu w języku COBOL	144
2.8. Uwagi końcowe	148
3. ALGEX-U	150
3.1. Uwagi wstępne	150
3.2. Łącuchy i zmienne łańcuchowe	150
3.3. Formaty	151
3.4. Opis danych	153
3.5. Zmienne	157
3.6. Wyrażenia	159
3.7. Instrukcje	160
3.8. Procedury standardowe	161
3.9. Przykład programu w języku ALGEX-U	162
Bibliografia	165



Część pierwsza.

ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA INFORMACJI

1. Programowanie liniowe

1.1. 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 najlepszymi rozwiązaniami zadania są te, dla których funkcja kryterium osiąga wartość największą, a czasem te rozwiązania, dla których 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 rozwiązań 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 liniowego polega na tym, że ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych wybieramy rozwiązanie optymalne.

1.2. Matematyczny model programowania liniowego

Modelem programowania liniowego (w postaci standardowej) nazywamy zadanie:

Znaleźć

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0 \quad \dots \quad x_n \geq 0 \quad (1.1)$$

i $\max z$ (albo $\min z$), gdzie

$$z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n, \quad (1.2)$$

przy założeniu, że:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Układ warunków (1.1) nazywamy warunkami brzegowymi, funkcję z opisaną wzorem (1.2) funkcją kryterium, natomiast układ warunków (1.3) warunkami ograniczającymi.

Często model programowania liniowego przedstawiony jest w innej postaci, niż podana wyżej. Różnica polega na tym, że wa-

runki 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.

1.3. Zastosowania programowania liniowego

1.3.1. Metody rozwiązania

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.

Rozwiązywanie zagadnień programowania liniowego bez użycia maszyn cyfrowych jest prawie niemożliwe, gdyż model matematyczny konkretnego zagadnienia przeważnie zawiera około kilkuset zmiennych i kilkudziesięciu warunków ograniczających. Najbardziej znaną metodą rozwiązywania zagadnień programowania jest metoda simplex opracowana przez G.B.Dantziga. 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 tematu¹.

¹Patrz [7], [25] i [75].

Ograniczymy się jedynie do przedstawienia podstawowych modeli programowania liniowego i na kilku przykładach omówimy sposób ich formułowania.

1.3.2. 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. Założmy, że dwa surowce stanowią istotne ograniczenie, tzn., że zakład otrzymuje je w ściśle ustalonej ilości. Surowce te nazwijmy 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 i 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 z określona w następujący sposób: $z = X_1 + 1,5 X_2$ 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 środka P_1 nie przekroczyły jego zasobu, tj.

$$0,01X_1 + 0,02X_2 \leq 10.$$

Analogiczne ograniczenie dotyczy ilości zużycia środka 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:

$$X_1 \geq 0 \text{ i } X_2 \geq 0,$$

gdyż produkcja nie może być wyrażona liczbą ujemną.

W rezultacie zadanie to sprowadza się do rozwiązania następującego modelu programowania liniowego:

Znaleźć takie

$$X_1 \geq 0 \text{ i } X_2 \geq 0, \quad (1.4)$$

które maksymizują funkcję z

$$z = X_1 + 1,5X_2, \quad (1.5)$$

przy następujących warunkach ograniczających

$$0,01X_1 + 0,02X_2 \leq 10 \quad (1.6)$$

$$0,02X_1 + 0,015X_2 \leq 15.$$

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 środków.

Wprowadzimy pewne oznaczenia, które będą stosowane przy formułowaniu naszego modelu:

n - ilość wyrobów,

m - ilość surowców,

a_{ij} - ilość jednostek i -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:

$$X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0, \quad \dots, \quad X_n \geq 0 \quad (1.7)$$

dla których funkcja celu z określona następująco:

$$z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1.8)$$

osiąga wartość największą

i które spełniają następujące ograniczenia:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m. \end{aligned} \tag{1.9}$$

Zmienne x_1, \dots, x_n nazywamy zmiennymi decyzyjnymi. Jeżeli x_1, \dots, x_n spełniają warunki (1.7), (1.8) i (1.9), wówczas nazywamy je rozwiązaniem optymalnym zagadnienia.

Porównując sformułowany przez nas model mieszanki z ogólnym modelem programowania liniowego przedstawionym w paragrafie 3.2, widzimy istotną różnicę w sformułowaniu warunków ograniczających.

W tymże paragrafie 3.2 wspominaliśmy, że najbardziej znaną i najszerzej stosowaną metodą rozwiązywania modeli programowania liniowego, jest metoda simplex. Jednakże aby było można stosować tę metodę, model musi być przedstawiony w postaci standardowej. Czyli, chcąc rozwiązać model mieszanki przy pomocy metody simplex, musimy układ nierówności ograniczających sprowadzić do równości. Zastanówmy się, czy jest to możliwe.

Przy formułowaniu zadania zakładaliśmy, że rozporządząmy ściśle określoną ilością środków i tak musimy dobrać rozmiary produkcji, aby ta ściśle ustalona ilość środków 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 (1.9) można zapisać następująco:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

Podobne rozumowanie możemy przeprowadzić dla pozostałych surowców; otrzymamy w ten sposób następujący układ warunków ograniczających:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + \quad + x_{n+2} &= b_2 \\ \vdots & \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + \quad + x_{n+m} &= b_m. \end{aligned} \quad (1.10)$$

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 (1.10), to tak otrzymany model jest modelem standardowym i możemy go bez kłopotu rozwiązać przy pomocy metody simplex.

Podamy dwa proste przykłady zastosowania modelu mieszanki.
Przykład 1.1.²

Pewien zakład produkuje trzy produkty A, B, C. Plan produkcji podaje minimalne rozmiary produkcji każdego z tych trzech 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 surowców 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.

²Patrz [25].

Model zadania ma następującą postać:
Znaleźć:

$$X_A \geq 0, X_B \geq 0 \quad \text{i} \quad X_C \geq 0$$

spełniające następujące warunki ograniczające:

$$\frac{1}{2} X_A + X_B + X_C \leq 500$$

$$2X_A + \frac{1}{2} X_B + \frac{1}{5} X_C \leq 400;$$

$$X_A \geq 100$$

$$X_B \geq 200$$

$$X_C \geq 150$$

i minimizując następującą funkcję celu:

$$z = 2X_A + 5X_B + 4X_C.$$

Przykład 1.2³

Przy ustalaniu diety spotykamy się z zagadnieniem zawartości czynników odżywczych w różnych środkach spożywczych. Na przykład możemy wiedzieć ile miligramów fosforu lub żelaza zawiera każde 100 gramów każdego rozpatrywanego środka spożywczego. Znane jest również minimalne dzienne zapotrzebowanie poszczególnych czynników odżywczych. 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 g) j -tego środka spożywczego, którą należy zakupić.

³Patrz [7].

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

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n &\geq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n &\geq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n &\geq b_m. \end{aligned} \quad (1.11)$$

Ze względu na interpretację, zmienne X_j ($j=1, \dots, n$) powinny ponadto spełniać dodatkowe ograniczenia:

$$X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0, \quad \dots, \quad X_n \geq 0. \quad (1.12)$$

Zadanie polega na znalezieniu takich X_j ($j=1, \dots, n$), które spełniają wyżej wymienione ograniczenia i ponadto minimizują następującą funkcję celu:

$$z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n. \quad (1.13)$$

Dla rozwiązania tego zagadnienia nie możemy stosować metody simplex, gdyż tak jak i poprzednio warunkami ograniczającymi jest układ nierówności.

Aby w tym przypadku sprowadzić model do postaci standardowej wprowadzamy nieujemne zmienne $X_{n+1}, X_{n+2}, \dots, X_{n+m}$ i odejmujemy je kolejno od kolejnych nierówności, stanowiących układ warunków ograniczających. Po takim przekształceniu układ warunków (1.11) możemy zastąpić następującym:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + X_{n+1} &= b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + X_{n+2} &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + &+ X_{n+m} = b_m. \end{aligned} \quad (1.14)$$

Łącząc (1.12), (1.13) oraz (1.14) otrzymujemy standardowy model zagadnienia programowania liniowego.

1.3.3. Model transportowy

Rozpatrzmy najpierw model transportowy składający się z czterech zakładów wytwórczych A_1, A_2, A_3, A_4 , produkujących określony towar 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:

$$i = 1, 2, 3, 4 \quad \text{i} \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

Wartości X_{ij} mają być tak dobrane, aby całkowity koszt transportu towaru z zakładów wytwórczych do punktów odbioru był jak najmniejszy. Jeżeli przez C_{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:

$$\begin{aligned} z = & C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{14}X_{14} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + \\ & + C_{23}X_{23} + C_{24}X_{24} + C_{31}X_{31} + C_{32}X_{32} + C_{33}X_{33} + C_{34}X_{34} + (1.15) \\ & + C_{41}X_{41} + C_{42}X_{42} + C_{43}X_{43} + C_{44}X_{44}. \end{aligned}$$

Szukamy takich X_{ij} ($i, j=1, \dots, 4$), dla których z osiąga wartość najmniejszą. Jednakże nie każde X_{ij} minimizujące funkcję celu z 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:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} &= a_1 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} &= a_2 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} &= a_3 \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} &= a_4. \end{aligned} \quad (1.16)$$

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:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} &= b_1 \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} &= b_2 \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} &= b_3 \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} &= b_4. \end{aligned} \quad (1.17)$$

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, że 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.

Rozwiązywane zagadnienie transportowe można matematycznie sformułować w następujący sposób. Wyznaczyć wartość szesnastu nieujemnych zmiennych X_{ij} ($i, j=1, \dots, 4$), które spełniają warunki ograniczające (1.16) i (1.17) i minimizują funkcję celu (1.15).

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:

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & C_{mn} \end{bmatrix}.$$

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 i 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:

$$X_{ij} \geq 0 \quad (\text{dla } i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n). \quad (1.18)$$

Funkcja kryterium z zdefiniowana jest następująco:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} \quad (1.19)$$

i wreszcie warunki ograniczające wyrażone są następującymi układami równań:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n X_{ij} &= a_i \quad (i=1, \dots, m) \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} &= b_j \quad (j=1, \dots, n) \end{aligned} \quad (1.20)$$

Zależności: (1.18), (1.19) i (1.20) 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 przy pomocy metody simplex, 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 rozwiązywania zagadnień transportowych, a najbardziej popularną z nich jest metoda najmniejszych różnic.

Przy pomocy 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 1.3⁴

Założmy, 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 1.4

Chcemy opracować problem optymalnego przydziału m różnego rodzaju działek gruntów pod n różnego rodzaju upraw. Niewiadomymi są X_{ij} oznaczające obszar gruntu i -tej działki pod j -tą rośliną. 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 1.5

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 j -tym stanowisku pracy.

Mamy tak rozmieścić pracowników na stanowiskach aby ich łączna wydajność była jak największa.

Przykład 1.6

Przedsiębiorstwo dziewiarskie produkujące dzianinę, a z niej określone artykuły konfekcyjne, ma do dyspozycji n 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 pro-

⁴Patrz [75], z którego zaczerpnięto także przykłady 1.4 oraz 1.5.

dukcyjna 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 wg ustalonej tradycyjnie tzw. rozkładki, która podczas realizacji planu produkcyjnego nie ulega zmianie.

Zadanie polega na znalezieniu

$$X_{ij} \quad (i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n)$$

takiej ilości i -tej dzianiny przeznaczonej do wyrobu j -tego artykułu, aby łączny odpad powstający przy wykroju był jak najmniejszy.

Przykład 1.7

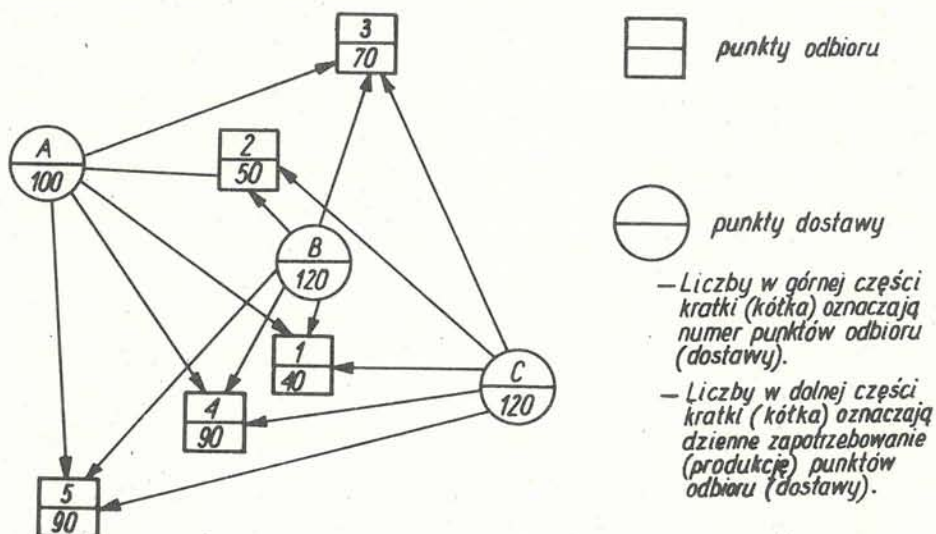
Trzy zakłady produkcyjne o różnej (diennej) zdolności produkcyjnej zaopatrują w ten sam wyrób (np. cement), pięć punktów odbioru (składow), z których każdy posiada określone zapotrzebowanie dzienne, przy czym łączne zapotrzebowanie pokrywane jest przez łączną produkcję. Z uwagi na różną odległość punktów 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.

Rozwiązanie polega na tym, aby ustalić, jakie ilości powinny być przewiezione od poszczególnych dostawców do poszczególnych odbiorców tak, aby całkowite koszty transportu były najmniejsze; przy czym spełniony musi być warunek zaspokojenia całego popytu równego rozdysponowaniu całej podaży.

Omówiony przykład przedstawimy obecnie w postaci graficznej (rys.1.1), a rozwiązanie wraz z interpretacją zostanie podane w paragrafie 1.4.

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 pokry-

wa całkowicie zapotrzebowania punktów odbioru, albo odwrotnie, punkty odbioru nie są w stanie wchłonąć całej produkcji zakła-



Rys.1.1. Sieć połączeń między punktami dostawy i odbioru

dów wytwórczych. Oba wymienione przypadki można krótko zapisać za pomocą następujących nierówności:

$$\sum_j b_j > \sum_i a_i \quad (1.21)$$

oraz

$$\sum_i a_i > \sum_j b_j. \quad (1.22)$$

Nierówność (1.21) odpowiada pierwszemu przypadkowi, a nierówność (1.22) 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. przy pomocy metody najmniejszych różnic.

1.4. Maszynowe rozwiązywanie zagadnień programowania liniowego

Wszystkie modele programowania liniowego w istocie swej są bardzo proste i oparte są na postępowaniu iteracyjnym. W każdym kroku iteracji należy wykonać mnóstwo, bardzo prostych obliczeń rachunkowych, sprowadzających się do dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia i porównywania. Ilość takich operacji nawet przy małych zagadnieniach jest ogromna, a jeżeli ilość tę pomnożymy jeszcze przez liczbę iteracji, to okaże się, że należy wykonać ogromne ilości działań arytmetycznych. Jeżeli ponadto uwzględnimy, że operacje te wykonywane są zupełnie mechanicznie, wg żelaznych reguł, to ręczne rozwiązywanie modeli okaże się nie tylko strasznie żmudne i czasochłonne, ale także otrzymane wyniki mogą stracić aktualność ze względu na duże opóźnienie w ich dostarczeniu. Przez użycie EMC trudności te można całkowicie usunąć.

Ze względu na szerokie zastosowanie modeli programowania liniowego, każda maszyna cyfrowa wyposażona jest przez producenta w pewne typowe programy służące do rozwiązywania tych zagadnień. Rola człowieka w tym przypadku sprowadza się do prawidłowego sformułowania modelu matematycznego, a następnie przeniesienie 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 1.7. Obliczenia 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 przykładu 3.7 umieszczone są w tablicy 1.1.

Zgodnie z wymogami programu Nr 03-IV-69 dane wejściowe powinny być przedstawione w postaci pokazanej na niżej załączonym tabulogramie (rys.1.2).

Po wprowadzeniu programu i danych wejściowych do pamięci, maszyna automatycznie poszukuje optymalnego rozwiązania, które następnie wyprowadza na urządzenie zewnętrzne np. dalekopis.

Tablica 1.1

Odbiorcy Dostawcy	1	2	3	4	5	Podaż
	koszty transportu 1 tony					
A	12	7	13	8	6	100
B	4	5	8	6	10	120
C	7	14	15	12	16	120
Popyt	40	50	70	90	90	340

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.1.2. Tabulogram danych wejściowych

W.S.E. LABORATORIUM OBLICZENIOWE.

PRZYKŁAD ROZWIĄZYWANIA PROBLEMU TRANSPORTOWEGO ODRA 1003 .

I	J	X
4	3	80
4	1	10
2	2	50
1	3	40
5	1	90
3	2	70

FUNKCJA KOSZTÓW =2670.

Rys.1.3. Tabulogram wyników

Na rys.1.3 przedstawiamy tabulogram otrzymanych wyników. Następnym etapem maszynowego rozwiązania zagadnienia jest interpretacja wyników.

W pierwszej kolumnie otrzymanego tabulogramu znajdują się numery punktów odbioru, w drugiej numery punktów dostawy (przy czym litery ABC 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 tabelicy 1.2.

Tablica 1.2

Odbiorcy Dostawcy	1	2	3	4	5	Razem
A	-	10	-	-	90	100
B	-	40	70	10	-	120
C	40	-	-	80	-	120
Razem:	40	50	70	90	90	340

Każdy element a_{ij} ($i=1,2,3; j=1,2,3,4,5$) tabelicy 1.2 przedstawia ilość towaru jaką należy przewieźć trasą (ij) aby koszt rozwoju był minimalny. Znając jednostkowy koszt (patrz tablica 1.1) przewozu daną trasą możemy obliczyć koszt całkowity przewozu.

Koszty przewozu poszczególnymi trasami przedstawiają się następująco:

A - 2	10 x 7 = 70
A - 5	90 x 6 = 540
B - 2	40 x 5 = 200
B - 3	70 x 8 = 560
B - 4	10 x 6 = 60
C - 1	40 x 7 = 280
C - 4	80 x 12 = 960

2670

Łączny koszt przewozu wszystkimi trasami wynosi 2670 złotych.

2. Programowanie sieciowe

2.1. 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 Gantta.

Z tego względu, że 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 metody¹:

- 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 oraz
- 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 FERT.

¹Patrz [12].

Zanim przejdziemy do szczegółowego omówienia istoty programowania sieciowego ustalmy klasę zagadnień, do których można stosować te metody.

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) łatwo można określić początek i koniec 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 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 istnieć 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 oraz
- 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 one nie będą 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. i
- 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 model, np. modelem rzeczywistego samolotu jest jego malutka 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.

Zasady budowania takiego modelu szerzej omówione są w następnym paragrafie tego rozdziału.

2.2. Budowa modelu sieciowego

Zasady budowania modelu sieciowego zademonstrujemy uproszczonym przykładem².

Niech 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, przedsięwzięcie to modelujemy w sposób uproszczony. W tym celu wyodrębniamy nie wszystkie zdarzenia i czynności, a tylko pewne ich grupy, tzw. makro zdarzenia i makroczynności. W następnym kroku makroczynności rozbi-
ja się na czynności bardziej elementarne.

²Patrz [14].

W wybranym przez nas przedsięwzięciu wyodrębnimy 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 wystawy jest przygotowane do urządzenia stoisk (5),
- 6) wystawa jest przygotowana do otwarcia (6) i
- 7) wystawa została otwarta (7).

Obok każdego zdarzenia (w nawiasach) umieszczone są ich numery.

Aby osiągnąć wymienione zdarzenia należy wykonać odpowiednie czynności. Z tego względu, że czynności oznaczają przechodzenie od jednego zdarzenia 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.

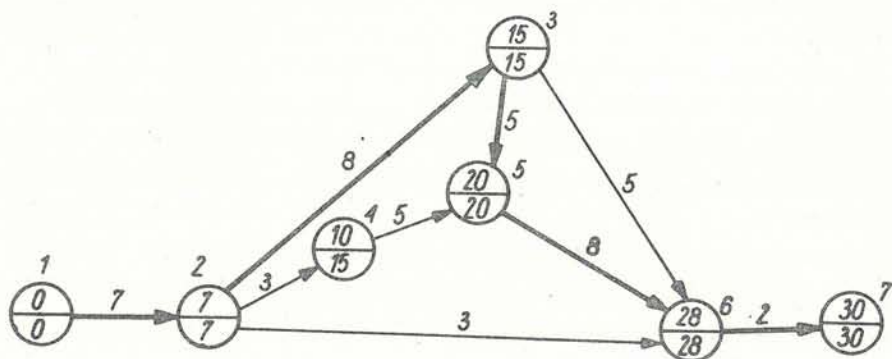
Dla zrealizowania naszego przedsięwzięcia należy wykonać następujące czynności:

- 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 i
- 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 przedstawimy przy pomocy 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.2.1.

Po zbudowaniu modelu sieciowego przystępujemy do oceny czasu trwania poszczególnych czynności.

Ścisłe określenie czasu potrzebnego na wykonanie czynności jest bardzo trudne, gdyż zależy ono 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.2.1. Model sieciowy

Aby ustalić średni czas potrzebny na wykonanie czynności podaje się zwykle trzy wartości szacunkowe, a mianowicie:

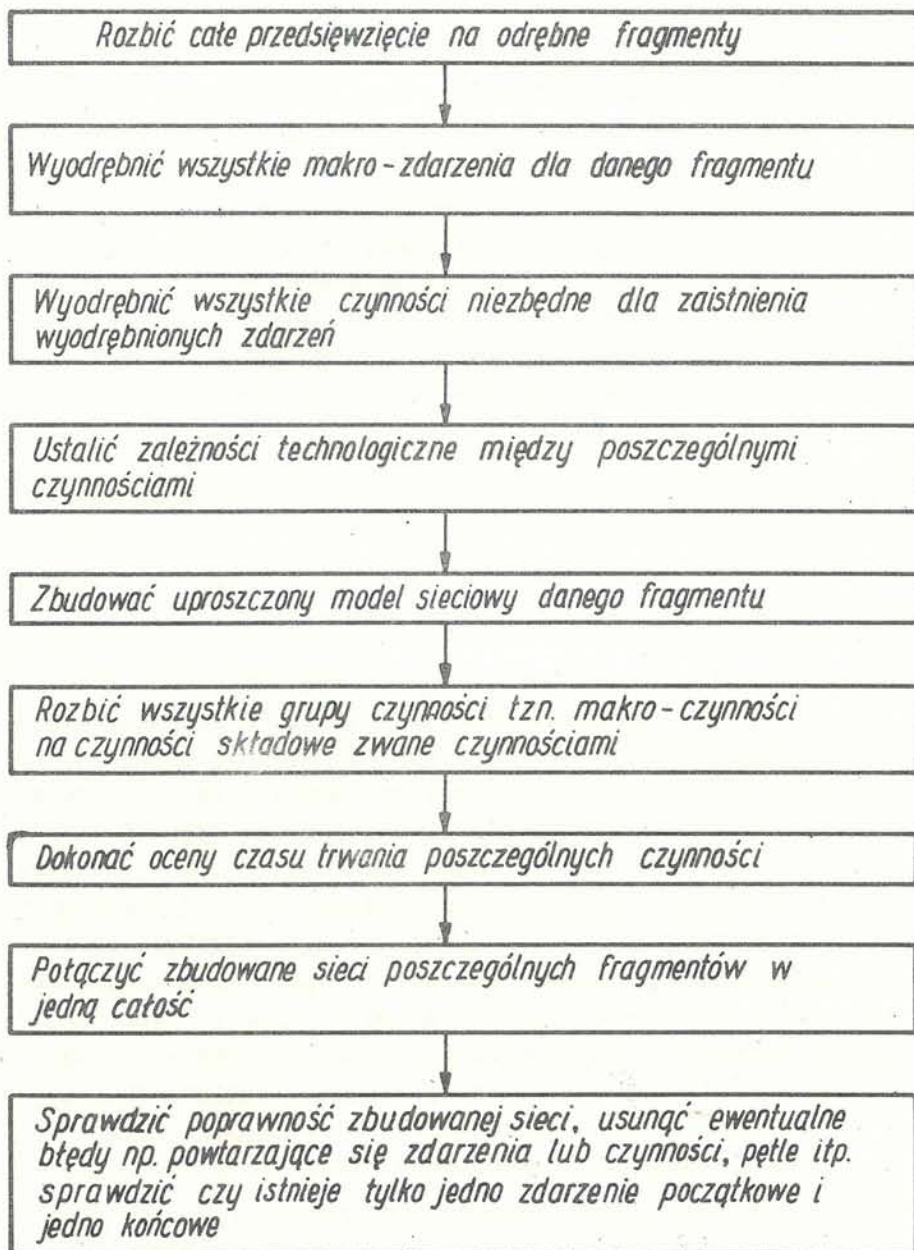
- czas optymistyczny (a),
- czas pesymistyczny (b),
- i czas najbardziej prawdopodobny (m).

Średni czas (t_e) wykonania czynności oblicza się wówczas wg następującego wzoru:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2.1)$$

W sieci zależności pokazanej na rys.2.1 przy każdej strzałce umieszczono tak wyliczone czasy średnie.

Rozpatrzyliśmy tu bardzo prosty model przedsięwzięcia, którego budowa nie nastęrczała zbyt wielkich trudności. W praktyce jednak spotykamy się z bardzo skomplikowanymi zagadnieniami, które zwykle rozbiła się na pewne fragmenty i dla każdego fragmentu buduje się własny model sieciowy. W celu otrzymania modelu całego przedsięwzięcia, należy odpowiednio połączyć (zszyc) wszystkie modele wyodrębnionych fragmentów. Nie będziemy zagłębiać się w szczegóły techniki opracowywania modeli tak skomplikowanych przedsięwzięć, podamy jedynie syntetyczny sche-



Rys.2.2. Schemat blokowy budowy modelu sieciowego

mat blokowy modelowania złożonego przedsięwzięcia za pomocą sieci zależności. Schemat ten pokazano na rys.2.2.

2.3. 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 odpowiednim zinterpretowaniu otrzymanych wyników.

Na zakończenie rozważań o programowaniu sieciowym na prostym przykładzie zademonstrujemy zastosowanie EMC do tych zagadnień, a teraz ograniczymy się tylko do krótkiej charakterystyki podstawowych parametrów sieci zależności.

1. Najwcześniejszy termin rozpoczęcia czynności.

Jest to termin, 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 dana czynność zależy. Weźmy dla przykładu czynność 2-3 z modelu pokazanego na rys.2.1. Czynność ta najwcześniej może być rozpoczęta po upływie 7 jednostek czasu od chwili rozpoczęcia realizacji całego przedsięwzięcia. Podobnie czynność 2-4 i czynność 2-6. Czynność 5-6 najwcześniej może być rozpoczęta 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.

Termin ten otrzymujemy dodając do najwcześniejszego terminu rozpoczęcia czynności, ilość jednostek czasu potrzebnego na wykonanie tej czynności.

3. Najpóźniejszy termin zakończenia czynności.

Jest to taki termin, 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.2.1 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.

Termin ten oblicza się 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. Odpowiada to najpóźniejszemu spośród najwcześniejszych terminów zakończenia wszystkich czynności wchodzących w skład danego zdarzenia. W sieci pokazanej na rys. 2.1 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. Terminy dla pozostałych zdarzeń oblicza się przez odjęcie od terminu zdarzenia następnego, czasu trwania czynności wychodzącej z tego zdarzenia. Jeśli ze zdarzenia, dla którego obliczamy najpóźniejszy termin, wychodzi kilka czynności, to jako termin najpóźniejszy przyjmujemy najmniejszą różnicę. Najpóźniejsze terminy zdarzeń sieci przedstawionej na rys.2.1 umieszczono pod kreską w kółkach odpowiadających tym zdarzeniom.

7. Rezerwy czasu.

Jak widać z obliczeń umieszczonych w sieci przedstawionej na rys.2.1, najwcześniejszy termin zdarzenia nie zawsze pokrywa się z najpóźniejszym terminem, wobec tego niektóre zdarzenia posiadają pewne rezerwy czasowe, o które można się spóźnić z wykonaniem 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 przez odjęcie od najwcześniejszego terminu zdarzenia następnego, najpóźniejszego terminu zdarzenia poprzedniego zwiększonego 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.2.1 ścieżkę taką zaznaczono tłustą linią.

2.4. Analiza sieci zależności

Ustalenie podstawowych parametrów modelu sieciowego jest podstawą następnego etapu programowania sieciowego, a mianowicie dokładnej analizy sieci zależności. Celem analizy jest przede wszystkim znajdowanie 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 podstawą obliczenia prawdopodobieństwa, że rzeczywisty czas realizacji całego przedsięwzięcia, lub określonej jego czynności, będzie się różnić od ustalonego terminu zakończenia przedsięwzięcia lub czynności o mniej niż z góry ustalony okres. Obliczenia 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, 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 związki 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 tego, że czas (T) wykonania całego przedsięwzięcia będzie zawarty między czasem α a czasem β można obliczyć z następującego wzoru:

$$p(\alpha < T < \beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(T-T_n)^2}{2\sigma^2}} dT \quad (2.2)$$

gdzie: T_n - wartość oczekiwana zmiennej losowej T , tzn. jest to najbardziej prawdopodobny czas zrealizowania ostatniego zdarzenia w danym przedsięwzięciu,

σ^2 - wariancja zmiennej losowej T , którą oblicza się jako sumę wariancji czasów trwania poszczególnych czynności leżących na ścieżce krytycznej.

Z tego względu, że czas realizacji całego przedsięwzięcia jest zmienną losową, rzeczywisty czas wykonania zadania przy sprzy-

jających warunkach może być mniejszy niż obliczony czas realizacji całego przedsięwzięcia. Dlatego też obliczanie prawdopodobieństwa tego, że rzeczywisty czas będzie mniejszy lub równy od czasu zaplanowanego ma wielkie znaczenie, gdyż mówi o tym jakie są szanse skrócenia dyrektywnego terminu wykonania zadania.

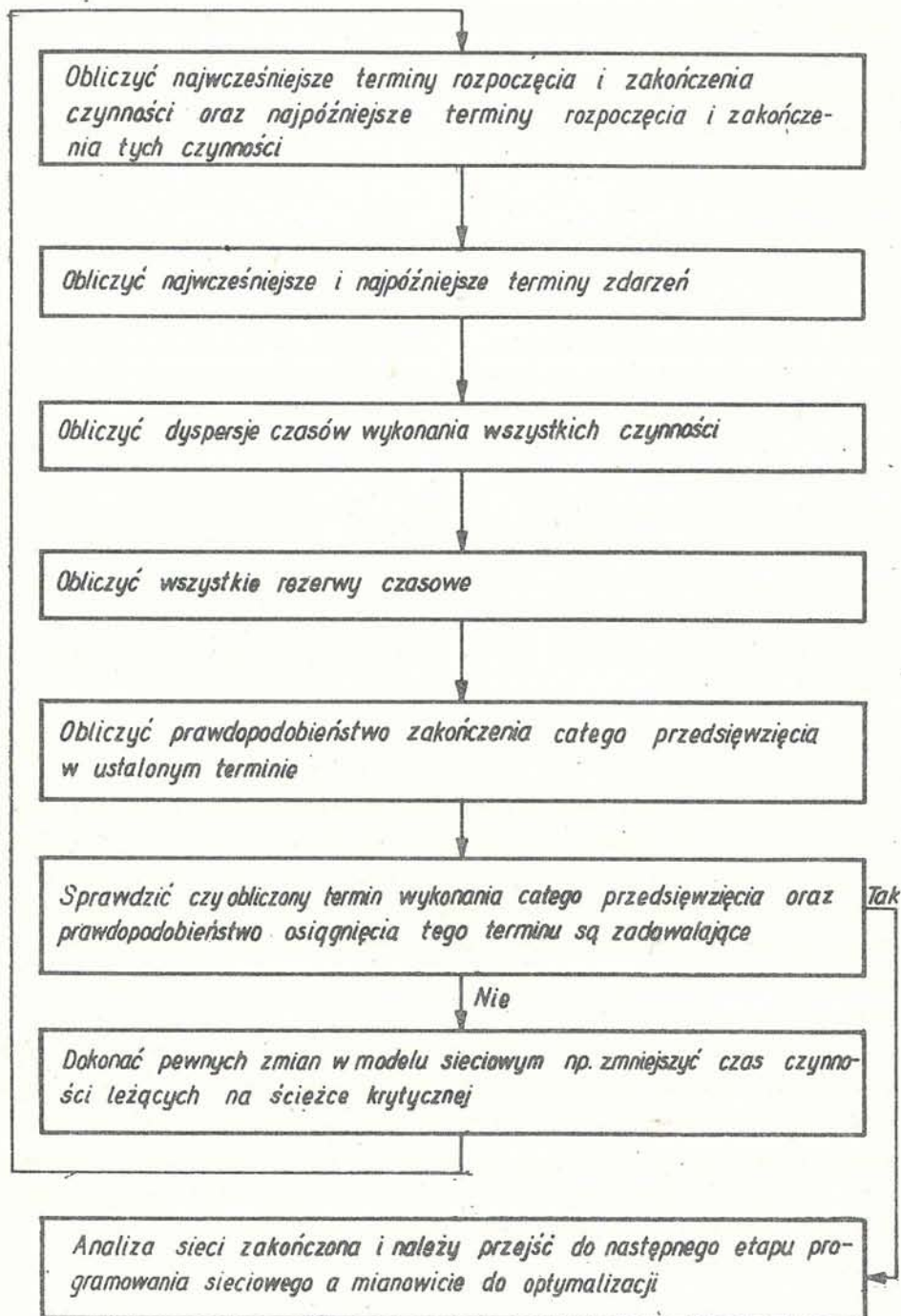
Możliwość zastosowania maszyn cyfrowych do analizy sieci powiązań pozwala na wykorzystanie bardziej efektywnych metod określania terminu wykonania całego przedsięwzięcia. Najbardziej efektywnie stosowane są metody Monte-Carlo. Przy pomocy tych metod można dokonać eksperymentalnej oceny czasu wykonania całego przedsięwzięcia. Metody te polegają na tym, że tworzy się pewien proces stochastyczny, którego parametrami są szukane wielkości. Przybliżenie wartości tych wielkości ustala się na podstawie obserwacji przebiegu procesu stochastycznego, który realizuje się zgodnie z danymi tablic 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. Stosuje się nie-rzaz i inne rozkłady np. rozkład gamma lub rozkład logarytmiczno-normalny.

Realizacja procesu stochastycznego dokonywana jest wielokrotnie np. 1000 razy i za każdym razem obliczane są inne 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, tysiąckrotna realizacja procesu stochastycznego (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 sieci, które zawierają pewne zdarzenia, po zrealizowaniu których powstaje



Rys.2.3. Schemat analizy modelu sieciowego

pytanie, które z czynności będą dalej wykonywane, jeżeli mamy prawdopodobieństwo wykonania każdej z nich. W takich przypadkach 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.

Podamy teraz w syntetycznym ujęciu proces analizy sieci czynności w postaci uproszczonego schematu blokowego, który zamieszczony jest na rys.2.3.

2.5. Optymalizacja 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 ($P_i P_j$) a jej kosztem bezpośrednim C_{ij} wyraża się następującym wzorem³:

$$C_{ij} = a_{ij} \cdot t_{ij} + b_{ij} \quad (2.3)$$

gdzie a_{ij} i b_{ij} są pewnymi współczynnikami spełniającymi warunki $a_{ij} \geq 0$ i $b_{ij} > 0$.

W poprzednich paragrafach wspominaliśmy, że czynności nie leżące na ścieżce krytycznej posiadają pewne rezerwy czasowe. Wobec tego rezerwy te 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.

³Patrz [24].

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 sposób następujący:
znaleźć minimum funkcji

$$z = \sum [-a_{ij}(T_j - T_i) + b_{ij}] \quad (2.4)$$

przy ograniczeniach:

$$T_j - T_i \geq d_{ij} \quad (2.5)$$

$$T_0 = 0, \quad T_n \leq T.$$

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 przy pomocy metody simplex.

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:

$$C_{ij} = -a_{ij} \cdot t_{ij} + b_{ij} \quad (2.6)$$

gdzie: $a_{ij} > 0$ i $b_{ij} > 0$ są to pewne współczynniki,

t_{ij} - czas trwania czynności (P_i, P_j), zaś

C_{ij} - koszt bezpośredni wykonania tej czynności.

Wówczas koszt wykonania całego przedsięwzięcia można obliczyć wg następującego wzoru:

$$z = \sum_{(P_i, P_j)} (-a_{ij} \cdot t_{ij} + b_{ij}) \quad (2.7)$$

Koszt ten będzie oczywiście zmieniał się w zależności od czasu trwania poszczególnych czynności, czas ten 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:

$$0 \leq d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij} \quad (2.8)$$

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 (2.7) przy następujących dodatkowych ograniczeniach:

$$\begin{aligned} T_j - T_i - T_{ij} &\geq 0 \quad \text{dla wszystkich czynności,} \\ 0 \leq d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij} &\quad \text{dla wszystkich czynności,} \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$T_0 = 0,$$

$$T_n = \lambda,$$

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. zakończenie 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.Kelley, można sprowadzić do zagadnienia o maksymalnym przepływie przez sieć. To ostatnie można rozwiązać przy pomocy jednego z wariantów algorytmu podanego przez I.R.Forda i D.R.Fulkersona.

2.6. Optymalizacja 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 niektórych zadań tego typu, bez zagłębiania się w szczegóły ich rozwiązywania. Poprawne zdefiniowanie zadania można uważać za jego rozwiązanie, gdyż to ostatecznie należy już do maszyny cyfrowej.

Zacznijmy od zagadnienia takiego rozdziału zasobów, które minimalizowałoby czas wykonania całego zadania⁴. 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, które będziemy 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 wg następującego wzoru:

$$W_{ij}^k = t_{ij} \cdot r_{ij}^k \quad (2.10)$$

Wówczas globalne zużycie k -tego zasobu potrzebnego na wykonanie całego zadania oblicza się następująco:

⁴Patrz [24].

$$\left(\sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k = \sum_{(P_i P_j)} r_{ij}^k \cdot t_{ij} \right) \quad (2.11)$$

Jeżeli założymy, że ilość tego zasobu w każdym momencie czasu jest stała, tzn. $A_k(t) = A_k$ ($k=1,2,\dots,s$), wówczas dolną granicą czasu wykonania całego przedsięwzięcia można obliczyć następująco:

$$T = \max_k \left\{ \frac{1}{A_k} \sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k \right\}. \quad (2.12)$$

Wielkość ta oczywiście nie może być mniejsza niż obliczany najwcześniejszy czas (T_n) zrealizowania danego przedsięwzięcia, dlatego też tak należy rozdzielić posiadane zasoby, aby była zachowana nierówność:

$$T \geq \max \left\{ T_n, \max_k \frac{1}{A_k} \sum_{(P_i P_j)} W_{ij}^k \right\} \quad (2.13)$$

Zajmiemy się teraz zagadnieniem odwrotnym do tego zagadnienia, 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 zależności technologicznych, aby zużycie zasobów było w jakimś sensie optymalne.

Analogicznie jak w poprzednim zadaniu zakłada się, że dane 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:

$$R_{\text{śr}} = \frac{1}{T} \sum_{(P_i P_j)} r_{ij} \cdot t_{ij} \quad (2.14)$$

gdzie: R_{sr} - średnie zużycie określonego zasobu w jednostce czasu,

T - zadany czas wykonania całego przedsięwzięcia,

r_{ij} - intensywność zużycia danego zasobu przy wykonywaniu czynności $(P_i P_j)$, zaś

t_{ij} - czas trwania czynności $(P_i P_j)$,

Zużycie zasobu R w momencie t jest zmienną losową, która ma wartość oczekiwaną R_{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 wg następującego wzoru:

$$W = \frac{1}{T} \int_0^T [R(t) - R_{\text{sr}}]^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T R^2(t) dt - R_{\text{sr}}^2. \quad (2.15)$$

Optymalnym będziemy nazywali takie rozdzielanie 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:

$$W = \max_{t \in [0, T]} |R(t) - R_{\text{sr}}|. \quad (2.16)$$

Rozdział zasobów będzie optymalny wówczas, jeśli wskaźnik ten osiągnie wartość minimalną.

Wreszcie, jeśli jako miarę nierównomierności zużycia zasobu R , przyjmiemy maksymalne zużycie tego zasobu w ciągu jednostki czasu. Wielkość W obliczymy zatem wg wzoru:

$$W = \max_{t \in [0, T]} R(t), \quad (2.17)$$

a optymalnym będzie takie rozdzielanie zasobów, dla którego wartość W jest najmniejsza.

2.7. Uwagi końcowe

Na przykładzie prostego przedsięwzięcia urządzenia wystawy przemysłowej, który był rozpatrywany w paragrafie 2.2 danego rozdziału, zademonstrujemy 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 na rys.2.2.

```
: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.2.2. Tabulogram danych wejściowych

Tabulogram analizy drogi krytycznej pokazany jest na rys.

2.3. Droga krytyczna na tabulogramie oznaczona jest znakiem "=".

```
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.2.3. Tabulogram wyników

3. Systemy informacyjne

3.1. Uwagi wstępne

Żywiołowość postępu technicznego i dynamiczny rozwój wszystkich dziedzin nauki sprawiły, iż od pewnego czasu problemem o dużym znaczeniu stało się zjawisko "eksplozji" informacji. Według oszacowań amerykańskich w r. 1970 w samych Stanach Zjednoczonych ukaże 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 ograniczone. Stąd też coraz częstsze stają się przypadki rozwiązywania problemów, które w innych ośrodkach zostały już rozwiązane; wiele przedsiębiorstw 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. Sprawą doniosłej wagi staje się więc znalezienie środków zaradczych, które, mimo istniejących tendencji progresji, pozwoliłyby na względnie swobodne korzystanie z ukazujących się informacji naukowych, czy nowych rozwiązań technicznych.

3.2. Analiza systemu informacyjnego

Problem operowania zasobami informacji występuje nie tylko w zagadnieniach publikacji naukowych czy technicznych. Globalnie rzecz biorąc, występuje on wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z masowym przekazywaniem wiadomości z jednego do drugiego ośrodka, przy czym przekazywanie to rozciągnięte jest na stosunkowo duży odcinek czasu. Informacją jest bowiem nie tylko wiadomość będąca produktem mózgu człowieka, lecz również każda wiadomość o procesach i stanach dowolnej natury, która może być odebrana przez organy zmysłów człowieka lub przez przyrządy¹. Zgodnie z tym, o zbiorach informacji można mówić w przypadku ewidencji danych o pracownikach w zakładzie, czy przy wykorzystaniu wszelkiego rodzaju kartotek dotyczących zasobów materiałowych. Uświadomienie sobie tego faktu jest istotne, jeżeli chcemy poznać pełny aspekt zagadnienia, a nie tylko pewien charakterystyczny wycinek.

Nie będziemy zajmować się tutaj względnie prostymi przypadkami bezpośredniego 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 oraz
- wyszukiwanie i udostępnianie żądanych informacji,

nazywać będziemy systemem informacyjnym.

Rozpatrzmy teraz szczegółowo czynności, które występują w systemie informacyjnym.

1. Pierwszą grupą czynności jest:

- wprowadzenie informacji do systemu,
- przeprowadzenie analizy dokumentu,
- sklasyfikowanie go oraz
- dokonanie w języku symbolicznym opisu danego dokumentu pierwotnego.

¹ Porównaj rozdz. 1 część II, tom 1.

Informacja podana na dokumencie pierwotnym, która ma być wprowadzona do systemu, występuje najczęściej w formie nie nadającej się do bezpośredniego włączenia do systemu. Język systemu musi być z wielu względów językiem symbolicznym, o możliwie najmniejszym "nadmiarze informacji", jak to formułuje matematyczna teoria informacji, przy czym stosowana symbolika musi wykazywać pewną jednorodność uwarunkowaną ewentualnym wykorzystaniem maszyn. Informacje na dokumentach pierwotnych występują zaś często w formie opisów zrozumiałych dla człowieka, lecz nieużytecznych dla maszyn. Wynika stąd konieczność formalizowania języków poszczególnych dziedzin nauki czy w ogóle życia, formalizowania procesów wnioskowania, opracowania translatorów, algorytmów i metod programowania procesów informacyjnych tak, aby informacja zrozumiała przez 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 praktyczne zastosowanie, 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 oraz
- języki typu deskryptorowego, które są właściwie rozwinięciem systemów klasyfikacji przedmiotowej.

Języki typu deskryptorowego znalazły najszersze zastosowanie w tworzeniu systemów informacyjnych. Buduje się je na podstawie języków naturalnych z tzw. wyrazów kluczowych, stanowiących najbardziej charakterystyczne wyrazy, parametry ilościowe, nazwy słowne itd., występujące w dokumentach danego zbioru i w obrębie zastosowania 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. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że dyskryptorem nie musi być wyraz; może nim być 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 deskryptorów tej samej grupie wyrazów, tworzy się specjalne słowniki deskryptorów zwane tezaurusami, które są jak gdyby księgą szyfrów. Najczęściej tworzy się tezaury dziedzinowe, chociaż można też mówić o tezaurusach ogólnych, jakimi są wszelkiego rodzaju słowniki językowe, np. "Słownik języka polskiego". Mimo, iż istnieje potrzeba posiadania tezaurusów nawet w codziennym życiu naukowym, stworzenie jakiegokolwiek pełnego tezaurusa dziedzinowego jest sprawą bardzo skomplikowaną, natrafiającą na wiele oporów, wynikających z przyzwyczajzeń i tradycyjnego stosowania własnej nomenklatury przez ośrodki naukowe. Nawet ściśle dziedziny, jak matematyka czy fizyka nie mogą pochwalić się posiadaniem jednolitego tezaurusa. Współczesne tendencje ujednoczania systemów informacyjnych zdają się wskazywać, iż najbliższe lata przyczynią się do poprawy istniejącej sytuacji.

Szerokie wykorzystanie języków deskryptorowych wiąże się z wieloma zaletami, które dają im przewagę nad innymi językami. Zbiór deskryptorów łatwo można wzbogacać nowymi wyrazami, można też bez trudu usunąć z niego wyrazy zbędne, jego struktura pozwala na uwzględnianie relacji nadrzędności pojęć, związków gramatycznych czy wzajemnych powiązań deskryptorów, co daje szansę na odtworzenie możliwie pełnej informacji oraz eliminację informacji zbędnej. Można powiedzieć, że języki typu deskryptorowego, mimo swej symboliczności są językami pozwalającymi na niekończący się proces rozbudowywania zbioru informacji, bez ztracania spójności jego struktury, co jest możliwe jedynie w ograniczonym zakresie, gdy chodzi o inne typy języków.

2. Drugim etapem tworzenia systemu informacyjnego jest magazynowanie informacji, w którym należy wyodrębnić:

- włączenie danego dokumentu pierwotnego do zbioru informacji pod określonym adresem,
- określenie na dokumencie pochodnym adresu umożliwiającego odszukanie dokumentu pierwotnego, oraz

- 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. Praktyka wykazuje, że najefektywniejsze 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 oraz
- wyszukania danych dokumentów według adresów.

Przy wykorzystaniu szybkiej maszyny cyfrowej czas trwania pierwszej z tych czynności może być mierzony w mikrosekundach, a czas zakończenia poszukiwań poświadczonych dokumentów czy informacji może nie przekroczyć kilkadziesiątu sekund.

W organizacji zbiorów dokumentów stosuje się dwa warianty: prosty i odwracalny. Warianty te omówimy na przykładzie kart, lecz zasada ta stosuje się do wszystkich 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) odpowiadającemu w pełni danemu opisowi. Przy wyszukiwaniu dokumentu należy przeglądać po kolei karty, porównując ich nagłówki z zapytaniem.

W kartotece odwracalnej nagłówkiem karty jest jakiś deskryptor z zestawu, zaś w polu informacyjnym zapisuje się adresy (symbole klasyfikacyjne lub sygnatury) wszystkich dokumentów zbioru, których symboliczne opisy zawierają dany deskryptor.

Zestawimy cechy obu tych wariantów w jednej tablicy 3.1.

Każdy z tych wariantów ma swoje zalety i wady. Organizacja prosta może być bardziej opłacalna i wygodniejsza w przypadku, gdy system deskryptorów obejmuje również reguły grama-

tyczne. Organizacja odwracalna natomiast jest bardziej elastyczna i korzystniejsza w przypadku stosowania deskryptorów bez gramatyki. Wymaga ona jednak utrzymania 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 3.2².

Tablica 3.1

Przykład kartoteki prostej i odwracalnej³

Organizacja prosta		Organizacja odwracalna	
Symbole klasyfikacyjne	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

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, względnie grupą dokumentów.
5. Sprawdzenie, według określonego kryterium, zgodności znaczenia symbolicznego opisu zapytania z opisami wybranych dokumentów i podjęcie decyzji o wydaniu lub niewydaniu zawartości dokumentów (względnie adresów).
6. Wyprowadzenie informacji z systemu - przekład zapisu dokumentu (adresu) z języka symbolicznego na język naturalny.

²Cytowane wg [49].

³Cytowane wg [49].

Tablica 3.2

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 zbytnie systemu
Kategorie zapytań	stwierdzenia logiczne "I", "LUB", "NIE", "POZA", "POMIĘDZY" są łatwo stosowane	"POZA", "POMIĘDZY" nastroczają pewne trudności w programie i organizacji pamięci
Pamięć operacyjna EMC	ograniczenia nie występują	ograniczenia występują w rozmieszczeniu pamięci dla nieznannej 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

Przeoglądając jeszcze raz powyższe czynności, nietrudno uzmysłwić sobie, iż w chwili obecnej żaden z takich systemów nie może być w pełni 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.

Nasuwa się jednak pytanie, czy przy projektowaniu pewnego systemu informacyjnego zawsze opłaca się stosować automatyczne środki techniczne, które w chwili obecnej nie są ani tanie ani zbyt łatwo dostępne. Jak wskazują dane empiryczne, najkorzystniejsze efekty przynosi kierowanie się następującymi zasadami⁴:

- dla zbiorów wielkości od 3 000 do 50 000 jednostek dokumentacji, przy założeniu przyrostu rocznego 1 000 do 10 000 jednostek oraz przy ilości 1 do 20 zapytań dziennie, najwłaściwsze jest ręczne wyszukiwanie informacji. Można stosować system na zwykłych kartotekach, karty dziurkowane przezierne, karty dziurkowane obrzeźnie oraz szczelinowe;
- dla zbiorów o wielkości od 20 000 do 500 000 jednostek dokumentacyjnych, przy założeniu przyrostu rocznego 3 000 do 100 000 dokumentów oraz przy liczbie zapytań 10 do 50 dziennie, zaleca się stosowanie maszyn analitycznych;
- dla zbiorów o wielkości od kilkuset tysięcy do kilku milionów dokumentów, przy minimum przyrostu 100 000 dokumentów rocznie oraz przy liczbie zapytań powyżej 50 do 100 dziennie, uważa się za celowe i opłacalne stosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych.

Są to oczywiście wielkości orientacyjne, uwzględniające obecny stan techniki i możliwości systemów informacyjnych, które z roku na rok ulegają szybkim zmianom. Stąd też już obecnie, przy projektowaniu systemów informacyjnych średniej wielkości, należy uwzględnić możliwość wprowadzenia automatyzacji

⁴Cytowane wg [49].

w najbliższej przyszłości. Ważne jest więc, by język systemu, organizacja zbioru i stosowane nośniki pamięciowe nie wprowadzały ograniczeń w trakcie dalszego udoskonalania systemu i nie postawiły nas w przyszłości przed potrzebą kosztownej reorganizacji.

3.3. Wybrane projekty automatycznych systemów informacyjnych⁵

Jak do tej pory, większość istniejących systemów informacyjnych dotyczy wyszukiwania informacji bibliograficznej, niemniej z powodzeniem czynione są próby tworzenia systemów informacyjnych dotyczących ewidencji materiałów w dużych magazynach, ewidencji danych dotyczących zatrudnienia w dużych zakładach czy rejestracji patentów. Podane poniżej przykłady nie mogą zawierać szczegółów, ograniczymy się jedynie do idei przewodniej i cech charakterystycznych struktury systemów.

Najprostszymi systemami są systemy oparte na Uniwersalnej Klasyfikacji Dziesiątnej. Przykładem takiego systemu 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 kolumny:

1 - 24 są przeznaczone dla poszczególnych działów wybranych przez Instytut zapisanych następująco:

- 51 matematyka,
- 53 fizyka,
- 57 nauki biologiczne,
- 631 ogólne zagadnienia rolnictwa,
- 632 choroby roślin i ochrona roślin, szkody w roślinności i
- 633 uprawy roślin.

W każdym z tych działów wprowadza się dodatkową klasyfikację poddziałów określoną dalszymi cyframi;

25 - 30 przeznaczone są dla każdego innego dowolnego nie uznanego za podstawowy,

⁵Patrz 50 .

- 31 - 32 rok publikacji,
33 kraj, gdzie ukazała się publikacja,
34 typ publikacji oraz
35 - 80 tytuł i autor.

Przy zastosowaniu maszyny IBM 101 czas przeszukiwania 10 000 kart wynosi niewiele ponad 20 minut, przy czym poprzez zastosowanie pewnych dodatkowych przystawek elektronicznych może on ulec znacznemu skróceniu.

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 r.1958, w ramach ogólnego programu automatyzacji. Uwzględniono w nim automatyzację 3 kierunków:

- 1) ewidencji zbiorów wraz z ich aktualizacją,
- 2) wyszukiwania dokumentów oraz
- 3) kontroli nadchodzących periodyków.

W programie tego systemu przewidziano automatyzację ewidencji oraz wymianę aktualnego katalogu z 16 bibliotekami USA i Kanady. Katalog 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 oraz
- zbiór pozycji według tytułów publikacji.

Z zapisów tych, dostosowanych do odtwarzania ich 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 rokrocznie ukazują się z zakresu medycyny. Zbiór informacji przechowuje się na taśmach magnetycznych maszyny HONEYWELL 800, a nowe pozycje wprowadza się za pomocą taśmy perforowanej, którą uzys-

kuje się podczas pisania analizy dokumentacyjnej. System ten umożliwia uzyskanie wyników 3 rodzajów:

- 1) wydawnictwo miesięcznika "Index mediens" drukowanego na maszynie drukarskiej PHOTON 900 sterowanej taśmą perforowaną za pomocą przystawki elektronicznej. Szybkość druku wynosi 600 znaków/sek, gdy zwykły linotyp drukuje 2-3 znaków/sek (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) sporządzenie bieżącej bibliografii oraz
- 3) wyszukiwanie bibliografii na żądanie, przy czym system może selekcjonować 100 specyficznych, lecz złożonych zapytań dotyczących publikacji po 1962 r.

System ten eksploatowany jest od stycznia 1966 r., a jego użyteczność sprawiła, iż biblioteki medyczne uniwersytetów w Kalifornii, Colorado, Alabama, Michigan, Massachusetts, a nawet biblioteki medyczne Wielkiej Brytanii i Szwecji przystąpiły do jego realizacji.

System Narodowej Biblioteki Rolniczej ma objąć 14 branżowych bibliotek rolniczych, rozmieszczonych w różnych miejscach USA, tworząc sieć informacyjną, przy czym przewiduje się wymianę z innymi systemami informacyjnymi Ministerstwa Rolnictwa. Koncepcja tego systemu zbliżona jest do koncepcji systemu MEDLARS.

Uniwersytet Harvard opracował uniwersalny system pod nazwą SMART, w którym przewidziano zastosowanie maszyny IBM 360. Podstawowym warunkiem, jaki postawili sobie projektanci tego systemu jest, iż w zbiorze informacji o optymalnej wielkości około 250 000 dokumentów czas wyszukiwania potrzebnych dokumentów i podanie ich streszczenia lub mikrofilmów nie powinien przekraczać kilku sekund. Eksploatacja tego systemu ma przedstawiać się następująco:

1. Pulpity odbiorców, połączone z maszyną matematyczną ośrodka informacji, są ustawione w miejscach dogodnych dla użytkowników np. w bibliotekach. Użytkownik wyszukuje na klawiaturze swój numer identyfikacyjny i po-

- twierdzący 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 inwentarzowych 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 same dokumenty mogą być demonstrowane na ekranie.
 6. Użytkownik ocenia odpowiedź systemu i ewentualnie koryguje zapytanie, zawężając je lub uzupełniając.

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 użytkowników.

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, jak elektrotechnika, radiotechnika, technika obliczeniowa, do których źródłem dokumentów pierwotnych są referaty z odpowiednich działów "Riefieratiwnowo Żurnała". Eksperymentalne systemy: "PUSTO - NIEPUSTO" oraz "SIETKA 3" stosują maszyny MIŃSK 22 i MIŃSK 2.

Również Polska może poszczycić się, iż należy do krajów, w których problematyka związana z projektowaniem i zastosowaniem zautomatyzowanych systemów informacyjnych rozwija się coraz intensywniej.

Zakład Obliczeniowy ZETO ZOWAR Warszawa opracował automatyzację wydawania "Informatora o zakończonych pracach nauko-

wych i naukowo-badawczych", przy czym w pracy systemu wykorzystana jest maszyna IBM 1440. Danymi źródłowymi są karty dokumentacyjne, zawierające informacje, symbol Uniwersalnej Klasyfikacji Dziesiętnej, dane bibliograficzne, streszczenie pracy i deskryptory. System po odpowiednim przetworzeniu umożliwia wydrukowanie:

- informatora w UKD,
- informatora w układzie autora,
- informatora w układzie tematycznym i
- wyciąg z rocznika w układzie deskryptorów i UKD z podaniem pozycji prac w informatorach kwartalnych.

W Instytucie Maszyn Matematycznych opracowano system informacji bibliograficznej INBJ dla Działu Informacji Naukowej i Wydawniczej IMM. System INBJ umożliwia wykorzystanie małych maszyn ZAM 21, ODRA 1013 dzięki zastosowaniu taśmy perforowanej jako nośnika informacji i pamięci zewnętrznej (bez stosowania magnetycznej pamięci taśmowej).

System INBJ umożliwia automatyzację następujących czynności z zakresu informacji bibliograficznej:

- okresowe redagowanie biuletynu bibliograficznego IMM w przyjętym układzie klasyfikacji na podstawie kart dokumentacyjnych,
- sporządzanie zestawień bibliograficznych z posiadanego zbioru dokumentów według żądanych działów klasyfikacji,
- sporządzanie indeksów (skorowidzów) do biuletynu bibliograficznego według przyjętego układu klasyfikacyjnego i
- opracowanie różnych analiz statystycznych dotyczących posiadanego zbioru dokumentacyjnego.

W Centrum Obliczeniowym PAN opracowano system służący do automatycznego sortowania informacji alfanumerycznych związanego ze sporządzaniem haseł przedmiotowych w układzie alfabetycznym. Do rozwiązania zadania sortowania wykorzystano maszynę URAŁ 2. W systemie tym deskryptami są wybrane wyrazy z tytułów dokumentów, które służą jako wskaźniki treściowe zawartości dokumentów.

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.

Można się spodziewać, iż najbliższe lata przyniosą nowe rozwiązania o szerszym niż dotychczas zasięgu. Praktyka wykazała bowiem pełną opłacalność wprowadzania automatycznych systemów informacyjnych. W chwili obecnej szerokie wykorzystanie takich systemów hamowane jest brakiem odpowiedniej ilości maszyn cyfrowych, które są bardziej potrzebne w innych dziedzinach naszego życia gospodarczego, lecz dynamiczny rozwój naszego przemysłu elektronicznego oraz produkcja nowych maszyn cyfrowych, pozwalają wierzyć, iż najbliższe lata przyniosą na tym polu pozytywne zmiany.

4. Systemy ewidencyjne

Dużą i pracochłonną grupą czynności składających się na funkcje zarządzania, są czynności ewidencyjne. Rozróżnia się trzy rodzaje ewidencji:

- 1) ewidencja operatywna,
- 2) rachunkowość i
- 3) ewidencja statystyczna (sprawozdawczość).

Ewidencja operatywna jest to taki rodzaj ewidencji informacji ekonomicznej, który ma na celu dostarczenie kierownictwu szybko 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 szczegółowych¹.

Dostarczanie przez wymienione trzy rodzaje ewidencji różnego rodzaju informacji (wskaźników), jest oparte o bardzo szeroki materiał źródłowy. 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, dostarczanie szybko dokładnie wyliczonych i w różnych układach sporządzonych zestawień, jest przy

¹Patrz [27].

technice ręcznej prawie nieosiągalny. Dlatego jedynym środkiem zapewniającym osiągnięcie zadania stojącego przed ewidencją, jest zastosowanie maszyn liczących a przede wszystkim elektronicznych maszyn cyfrowych. Jak wykazały badania, czynności obrachunkowe, które stanowią 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 "ewidencji" zostanie przedstawiona możliwość zastosowania elektronicznej maszyny cyfrowej.

4.1. Charakterystyka agendy

Cały obrót materiałami w przedsiębiorstwie oraz ich stan zapasów w magazynach, jest ewidencjonowany w układzie trójstopniowym:

- 1) ewidencji ilościowej,
- 2) ewidencji ilościowo-wartościowej i
- 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 Wyrobów), 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 i 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 każdego 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 miesięcznie 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" i
- "Mm(-)" - Przesunięcie międzymagazynowe".

Podstawą prowadzenia ewidencji ilościowej w wypożyczalni oraz ewidencji ilościowo-wartościowej w księgowości materiałowej, są następujące dokumenty źródłowe:

1) Dokumenty przychodowe:

- Rw - Przychód 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 i
- 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 wyce-
nionych 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 miesięcznie w przeliczeniu na jednopozycyjne wynosi 5 tysięcy.

Łączna ilość dokumentów źródłowych ewidencjonująca obroty materiałów i przedmiotów nietrwałych wynosi 20 tysięcy miesięcznie.

Ilość pozycji materiałowych i przedmiotów nietrwałych w użytkowaniu, zaewidencjonowanych w kartotekach wynosi 30 tysięcy.

4.2. Opisowa definicja problemu

Zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej do ewidencji stanów, obrotów, zużycia materiałów i przedmiotów, 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

- trzej 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 stanu. 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 i obrotów materiałów i przedmiotów nietrwałych, 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 oraz
- 21) daty założenia pozycji.

Jedna pozycja zapisu zmiennego na "DO" będzie zawierała następujące informacje:

- 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 oraz
- 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 i
- 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, winny 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.

Nie przestrzeganie pierwszego warunku spowoduje albo złą wycenę dokumentu, albo wyrzucenie przez maszynę dokumentu jako błędnego - brak w KM szukanego indeksu materiałowego. Nie przestrzeganie 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 nietrwałych,
- 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) oraz
- 9) Zestawienie zużycia materiałów na zlecenia zamknięte.

Zestawienie stanów i obrotów w magazynach i w wypożyczalniach, służy do kontroli ruchu i stanu materiałów i przedmio-

tów 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-ciu 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.

Zestawienie zużycia materiałów na zlecenia zamknięte, służy do kontroli i analizy wysokości kosztów materiałowych na poszczególnych zleceniach.

4.3. Nośniki informacji

Dokumenty będące nośnikami informacji opracowywanego zagadnienia, można podzielić na cztery grupy:

- 1) kartoteki ewidencyjne,
- 2) dokumenty źródłowe obrotu,

- 3) dokumenty aktualizacyjno-korygujące i
- 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 "Arkusz spisu z natury" -ASN, oznaczony symbolem 501.

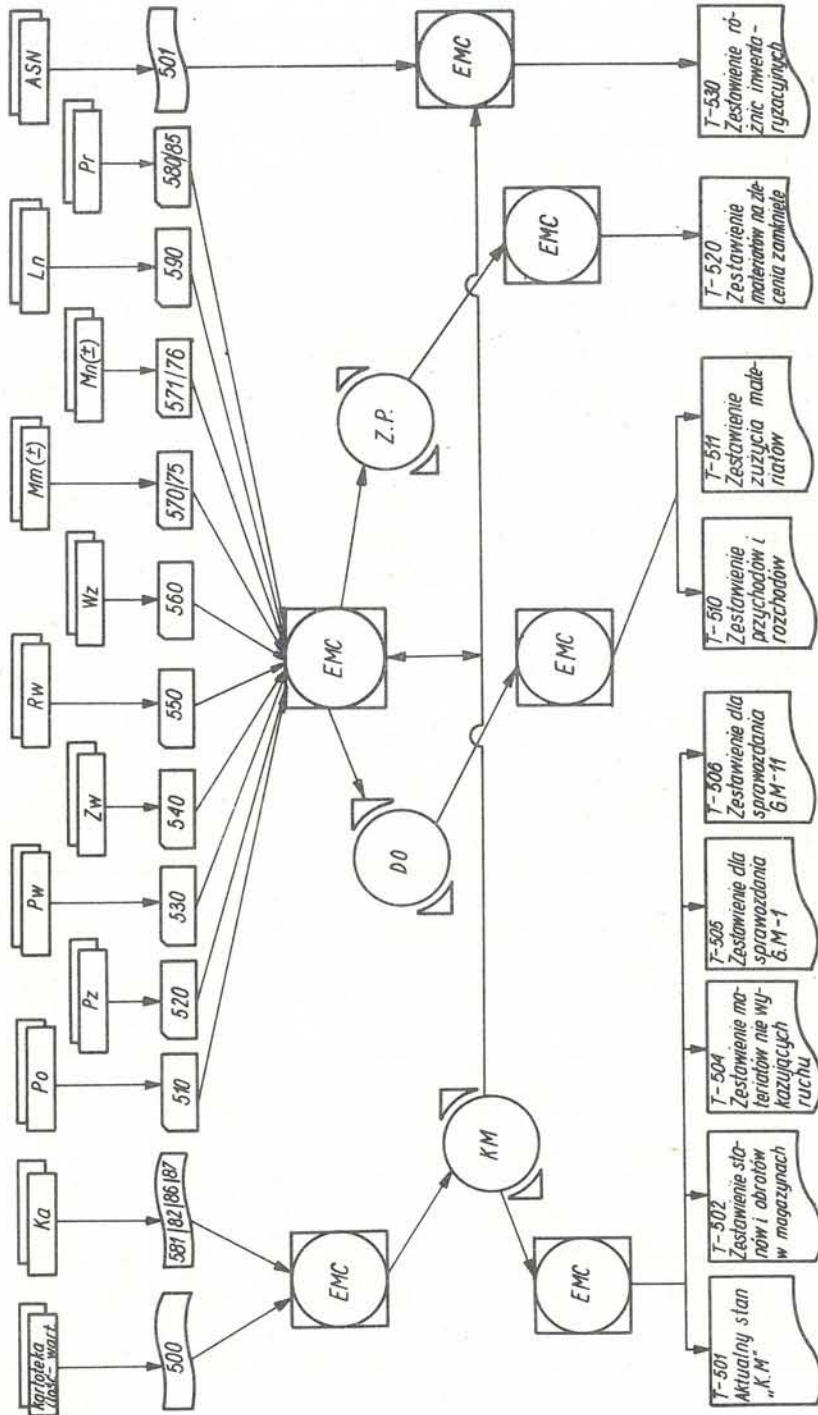
Dokumenty źródłowe ewidencjonujące przychody i rozchody materiałów są następujące:

1) Po	- Przychód odpadów oznaczony symbolem	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:

1) Pr(+)	- Protokół zmian oznaczony symbolem	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



Rys.4.1. Ogólny schemat przetwarzania ewidencji stanów, obrotów i zużycia materiałów i przedmiotów nietrwałych

Tablica 4.1

Zakres i wielkość informacji podlegającej przetwarzaniu

Lp.	Nazwa informacji	Ilość znaków	Symbol dokumentu															
			500	501	510	520	530	540	550	560	570/5	571/6	580/5	581/2/6/7	590			
1.	Numer magazynu - wypożycz.	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.	Indeks materiałowy	9	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.	Nazwa materiału	29 alfa	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.	Symbol SWW	6	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5.	Kontó materiałowe	2	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.	Rodzaj ruchu	2	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.	Jednostka miary	1	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.	Współczynnik przeliczeniowy	2,2	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.	Cena jednostkowa	7,2	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10.	Nośnik kosztów	6	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11.	Miejsce powstawania kosztów	3	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12.	Symbol wyrobu - części	9	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13.	Data czynności	6	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14.	Numer kolejny magazynowy	6	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15.	Numer bieżący	5	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16.	Stan ilościowy	6,3	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17.	Ilość wydana - przyjęta	6,3	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18.	Wartość materiału	7,2	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19.	Przyczyna likwidacji	1	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Oznaczenie: "X" - informacja występuje
 "-,-" - informacja nie występuje

przygotowawczo-porządkowych 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.4.1.

4.4. Zakres i wielkość informacji na dokumentach źródłowych

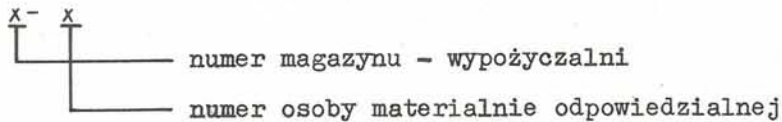
Zasady ustalania oraz podział zakresu informacji na dokumentach źródłowych, są omówione w rozdziale 3 części drugiej.

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 4.1), które podlegają przetwarzaniu w EMC.

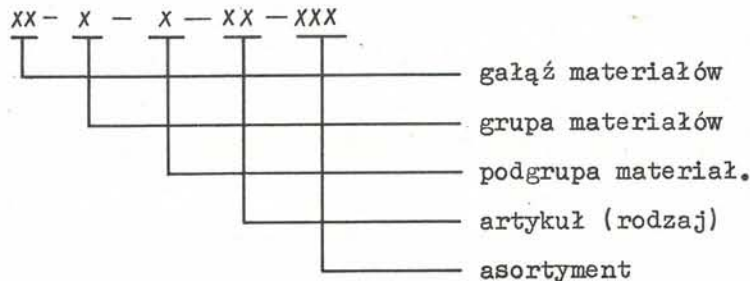
4.5. Budowa kodów cyfrowych

Zasady budowy kodów cyfrowych są omówione w rozdziale 3 części drugiej. W tym przykładzie ograniczymy się do podania budowy wewnętrznej symboli informacji wymienionych w tabl.4.1.

1) Numer magazynu - wypożyczalni, symbol dwucyfrowy:

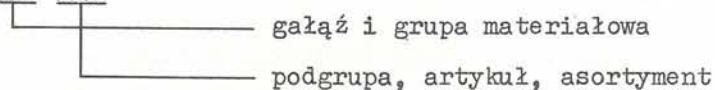


2) Indeks materiałowy - symbol dziewięciocyfrowy:



- 3) Symbol SWW - symbol sześciocyfrowy:

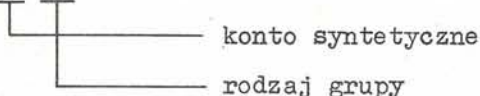
XXX-XXX



Uwaga: Zgodnie z Zarządzeniem nr 32 Prezesa Rady Ministrów z dnia 11 marca 1968 r., od 1971 r. będzie obowiązywał Systematyczny Wykaz Wyrobów (SWW).

- 4) Konto materiałowe - symbol dwucyfrowy:

X - X

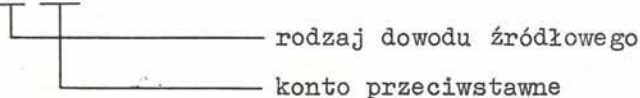


Przykład:

- 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:

X - X

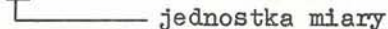


Przykład:

- 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

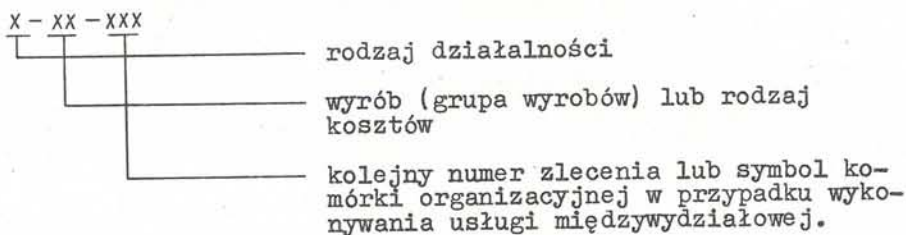
X



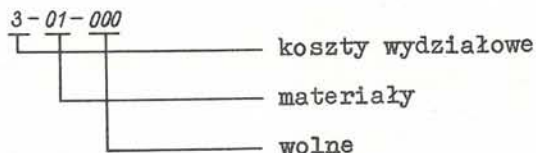
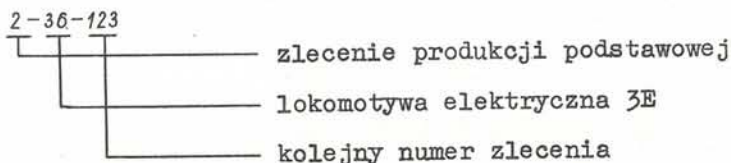
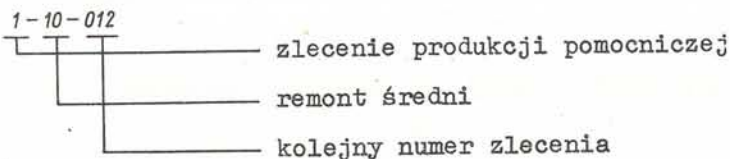
Przykład:

- sztuka - szt.	-	symbol	1,
- komplet - kompl.	-	"	2,
- para - p.	-	"	3,
- kilogram - kg	-	"	4,
- litr - l	-	"	5,
- metr bieżący - mb	-	"	6,
- metr kwadratowy - m ²	-	"	7,
- metr sześcienny - m ³	-	"	8,
- rolki - r	-	"	9.

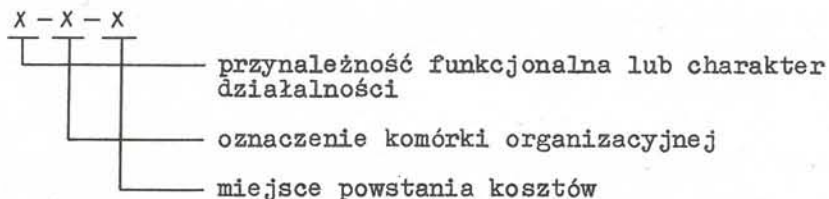
7) Nośnik kosztów - symbol sześciocyfrowy:



Przykład:



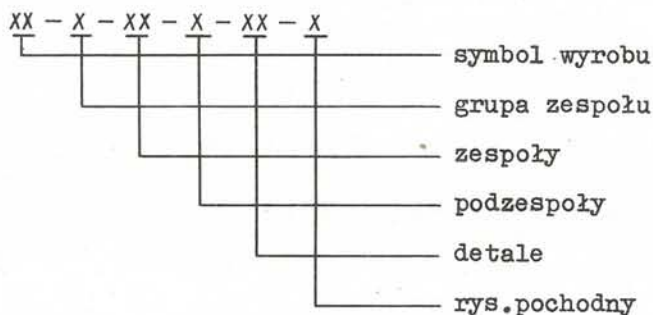
8) Miejsce powstawania kosztów - symbol trzycyfrowy:



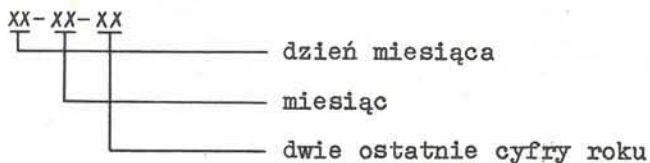
Przykład:

- Dział Organizacji - symbol 110,
- Dział Planowania - " 140,
- Dział Konstrukcyjny - " 210,
- Dział Ekonomiczny - " 320,
- Wydział Montażowy - " 530,
- Wydział Ślusarski - " 590.

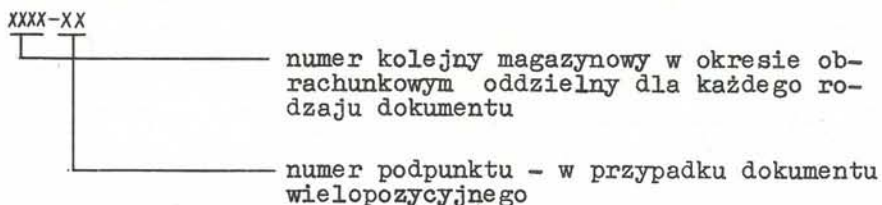
9) Symbol części - symbol dziewięciocyfrowy:



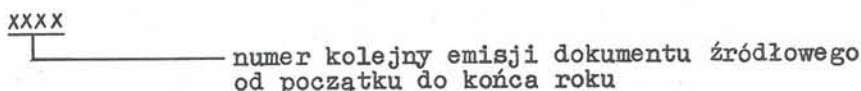
10) Data czynności - symbol sześciocyfrowy:



11) Numer kolejny magazynowy - symbol sześciocyfrowy:



12) Numer bieżący - symbol pięciocyfrowy:



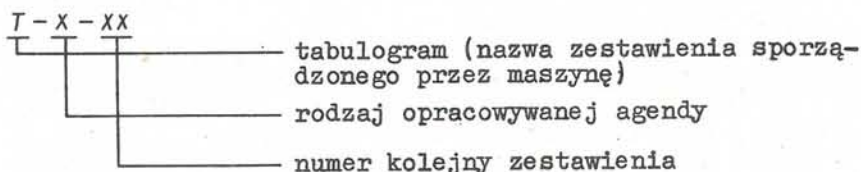
13) Przyczyna likwidacji - symbol jednocyfrowy:



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 - " T-510,
- zestawienie materiałów nie wykazujących ruchu - " T-504,
- zestawienie zużycia materiałów - " T-511.

4.6. Wzory dokumentów źródłowych i maszynowych nośników informacji

Zasady projektowania wzorów i obiegów dokumentów źródłowych są omówione w rozdziale 3 części drugiej.

Ze względu na przykładowy charakter omawianego problemu oraz ograniczoną objętość skryptu, nie zostaną podane wzory dokumentów źródłowych. Uzupełnienie wymienionych wyżej informacji o pozostałe, nie podlegające przetwarzaniu oraz wykonanie projektów formularzy dokumentów źródłowych, pozostawia się czytelnikowi.

Przedsiębiorstwo		Za okres		T-502 Zestawienie stanów i obrotów - magazyn nr				Data wykonania		ZET0	
K-to mater.	Symbol	Indeks materiałowy	J. m.	Stan początkowy		Przychody		Rozchody		Stan końcowy	
				Jlność	Wartość	Jlność	Wartość	Jlność	Wartość	Jlność	Wartość
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
XX	XXX	XXXXXXXXXX	X	XXXXXX,XXX	XXXXXXXX,XX	XXXXXX,XXX	XXXXXXXX,XX	XXXXXX,XXX	XXXXXXXX,XX	XXXXXX,XXX	XXXXXXXX,XX
Sumy po: indeksie, koncie, magazynie i opłatom					Σ 2° 3° 4°	Σ 1°	Σ 1° 2° 3° 4°	Σ 1°	Σ 1° 2° 3° 4°	Σ 1°	Σ 1° 2° 3° 4°

Rys. 4.2. Zestawienie stanów i obrotów w magazynach

Również do wykonania pozostawia się czytelnikowi obieg i instrukcję wypełniania dokumentów źródłowych oraz rozplanowanie na maszynowych nośnikach informacji - kartach i taśmie perforowanej (zgodnie z przyjętym rozwiązaniem - w paragrafie 4.3).

4.7. Wzory zestawień końcowych

Zasady projektowania wzorów zestawień końcowych są omówione w rozdziale 3 części drugiej.

W omawianym przykładzie zostaną podane niektóre, podstawowe wzory wymienionych wyżej zestawień, natomiast ich rozplanowanie na drukarce wierszowej pozostawia się do wykonania czytelnikowi.

Na rys.4.2, 4.3 oraz 4.4 są przedstawione niektóre wzory zestawień końcowych, których wydrukowanie następuje co miesiąc.

Przedsiębiorstwo	Za okres	T-510	Zestawienie przychodów i rozchodów w magazynie nr....		Data wyk	ZETO Z.D.W-w
Symbol dowodu	Indeks materiałowy, gatź	Konto materiałowe	Przychody wartość	Rozchody wartość		
1	2	3	4	5		
Sumy po: gatęzi, koncie, symb. dowodu, mag. ogół			Σ	Σ		

Rys.4.3. Zestawienie przychodów i rozchodów

Przedsiębiorstwo	Za okres	T-511	Zestawienie zużycia materiałów		Data wyk	ZETO Z.O.W-w
Miejsce powstania kosztów	Nośnik kosztów	Wartość rozchodów	Wartość zwrotów			
1	2	3	4			
Sumy po: nośniku kosztów, miej. pow. koszty, ogół		Σ	Σ			

Rys.4.4. Zestawienie zużycia materiałów

4.8. Rozplanowanie zapisów w pamięci maszyny oraz schemat blokowy systemu

Zasady rozplanowania zapisów w pamięci maszyny są omówione w rozdziale 4 części drugiej skryptu.

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 4 części drugiej są omówione zasady budowy schematu blokowego systemu, poparte przykładem (wycinkowym) schematu z "ewidencji materiałowej". W związku z tym zbudowanie całego schematu blokowego "ewidencji stanów, obrotów, zużycie materiałów i przedmiotów nietrwałych" pozostawia się do wykonania czytelnikowi.

4.9. Budowa kompleksowego systemu gospodarki materiałowej

Przedstawiony wyżej przykład zastosowania EMC do ewidencji materiałowej, stanowi jeden - stosunkowo wąski - element całości zagadnienia 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 mi-

nimum 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 powstania.

Tak więc opracowując projekt każdego zagadnienia, należy uwzględniać wszystkie możliwe warianty rozbudowy i powiązań z innymi agendami. Tylko takie rozwiązanie problemu pozwoli bowiem na uzyskanie szerokich efektów zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych.

5. Systemy planowania

5.1. Zadania planowania produkcji

Podstawowym zadaniem każdego przedsiębiorstwa jest wytwarzanie dóbr i świadczenie usług, które jest wyrażone w planie produkcji, będącego częścią składową planu techniczno-przemysłowo-finansowego przedsiębiorstwa.

Plan produkcji jest najważniejszym działem planu gospodarczego przedsiębiorstwa; zawiera zadania w zakresie: rozmiarów produkcji pod względem ilości i wartości, asortymentu i jakości produkcji oraz terminów jej wykonania. Są to wielórakie zadania, które muszą być do siebie dostosowane. Zajmuje się tym planowanie wewnątrzzakładowe przedsiębiorstwa, określające i koordynujące zadania poszczególnych jego komórek oraz ustalające limity niezbędnych środków, w celu najefektywniejszego wykonania wskaźników założonych w planie przedsiębiorstwa.

Dla określenia zadań poszczególnych komórek przedsiębiorstwa (wydziałów, zakładów, oddziałów, linii, gniazd itd.), planowanie wewnątrzzakładowe ustala rozmieszczenie i rozłożenie w czasie, całej produkcji danego przedsiębiorstwa. Zadaniem planowania jest dążenie do pełnego wykorzystania istniejących możliwości produkcyjnych, przy jednoczesnym utrzymaniu na niskim poziomie zapasów produkcji w toku i magazynach. Podstawę, na której zasadniczo opiera się prawie całe planowanie w przedsiębiorstwie, stanowi operatywne planowanie produkcji.

"Planowanie operatywne, zwane inaczej bieżącym lub wykonawczym, oznacza planowanie na krótsze odcinki czasu i bezpośrednio ustalanie zadań dla wykonawców"¹.

¹ Patrz [23] s.169.

Zadaniem planowania operatywnego jest więc szczegółowe rozmieszczenie (umiejscowienie) i rozłożenie w czasie, produkcji tysięcy elementów i dziesiątków tysięcy operacji².

Plan produkcji przedsiębiorstwa określa cel jego działania, niezbędny do zarządzania nim i stwarza konieczność podejmowania przez dyrekcję związanych z tym decyzji. Ażeby podejmowane decyzje były właściwe, powinny opierać się na bazie odpowiednich informacji.

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 spóźnionych 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.

Technika opracowania planów na maszynie cyfrowej (w ogólnym zarysie), opiera się na posiadaniu taśmy magnetycznej z katalogiem norm (zużycia materiałów, pracochłonności, obciążenia urządzeń itp.), podlegających okresowym aktualizacjom. Normy te w połączeniu z informacjami zmiennymi, dotyczącymi zadań planowych (np. planu asortymentowego wyrobów itp.), pozwalają na szczegółowe wyliczenie a następnie wydrukowanie w ustalonej formie, poszczególnych planów przedsiębiorstwa (planu zaopatrzenia, remontów, obciążeń urządzeń itp.). Zachowanie opracowanych planów na taśmach magnetycznych pozwala na szybkie, bieżące kontrolowanie wykonania planu, drogą porównania go z danymi realizacji.

² Omówienie zasad planowania produkcji czytelnik znajdzie w książkach [3], [4], [23].

5.2. Zastosowanie maszyny cyfrowej w planowaniu operatywnym

Jak już wspomniano, obliczenia planistyczne stanowią najbardziej pracochłonną część planowania wewnątrzzakładowego (w tym też operatywnego). Stąd też jedynie zastosowanie maszyn cyfrowych pozwala na szybkie, a jednocześnie dokładne opracowanie planów operatywnych na szczeblu przedsiębiorstwa.

Cały proces wprowadzania i udziału EMC w planowaniu operatywnym można podzielić na trzy etapy:

- I etap - dokonanie ogólnej charakterystyki przedsiębiorstwa oraz istniejącej organizacji produkcji.
- II etap - przeprowadzenie prac organizacyjnych i przygotowawczych, związanych z zastosowaniem EMC.
- III etap - opracowanie opisu technologicznego przetwarzania danych w warunkach korzystania z określonej maszyny cyfrowej.

Omówienie powyższych etapów wprowadzania i udziału EMC w zarządzaniu przedsiębiorstwem (a tym samym, również w planowaniu), znajdzie czytelnik w odpowiednich rozdziałach części I skryptu. W rozdziale niniejszym pominięto także omówienie dokumentów źródłowych, niezbędnych dla prawidłowego planowania produkcji; szeroko są one omówione w książkach, dotyczących organizacji i planowania w przedsiębiorstwie przemysłowym (np. [3], [23]). Pominięcia te, wynikają z ograniczonej tematyki, którą porusza ten rozdział, jak również z konieczności uniknięcia powtórzeń i zbytniego rozbudowania rozdziału.

Cały proces planowania operatywnego produkcji przedstawiony zostanie na przykładzie. Dla lepszego zrozumienia problematyki wprowadzenia EMC do operatywnego planowania produkcji, skrótowo zostaną przedstawione poszczególne etapy tego procesu.

W I etapie dokonuje się ogólnej charakterystyki zakładu i jego produkcji. Zostaje omówione istniejące wyposażenie, stosowana technologia, z uwzględnieniem podziału na poszczególne wydziały przedsiębiorstwa i przebiegiem procesu produkcyjnego poszczególnych wyrobów.

W II etapie ustala się rodzaje prac, które będą wykonywane na EMC, np.:

- wyliczenie jednostkowej pracochłonności wyrobów,

- normatywne wartości obciążenia poszczególnych grup maszyn przy produkcji określonych części wyrobów.

Podstawowym kryterium przy wyborze określonych prac jest przede wszystkim elektroniczna maszyna cyfrowa, za pomocą której będą przeprowadzane obliczenia.

W dalszej kolejności należy dokonać analizy stanu dotychczasowego:

- omówić dotychczas stosowane metody opracowania wyników,
- zbadać możliwość korzystania z danych źródłowych dla potrzeb EMC oraz
- przeanalizować dotychczasowy obieg dokumentów źródłowych i istniejący system kodowania.

Przeprowadzona analiza pozwoli na sprecyzowanie niezbędnych warunków dla zastosowania EMC w przedsiębiorstwie.

Należy zwrócić szczególną uwagę na wprowadzenie poprawnego systemu kodów. Wszystkie zasadnicze wielkości biorące udział w przetwarzaniu, winny posiadać swoją symbolikę, która powinna być elastyczna i oszczędna. Każda zbędna pozycja numeryczna lub alfanumeryczna symbolu pochłania czas pracy EMC, szczególnie przy operacjach sortowania lub dobierania nie uporządkowanych zbiorów danych.

W III etapie zostaje podany opis samego procesu przetwarzania danych. Opis taki obejmuje:

- wykaz nośników danych występujących w procesie przetwarzania,
- ogólny schemat przetwarzania danych oraz
- opisy poszczególnych przebiegów pracy maszyny cyfrowej.

Wykaz nośników danych dla opracowywania planów operacyjnych można podzielić na cztery zasadnicze grupy:

- A - dokumenty źródłowe,
- B - wyniki pośrednie,
- C - zbiory zapisów danych stałych i
- D - wyniki ostateczne³.

Ogólny schemat blokowy przetwarzania danych przedstawia wzajemne zależności i powiązania przebiegów pracy maszyny, ich rodzaj oraz kolejność przebiegu. Przebiegów pracy maszyny mo-

³Definicje podanych określeń znajdzie czytelnik w I części skryptu.

że być od kilku do kilkudziesięciu. Dla każdego przebiegu istnieje zasadniczo oddzielny program, w związku z czym jest tyle programów, ile przebiegów.

Przykład 5.1⁴

Przedsiębiorstwo X przemysłu maszynowego pragnie zastosować EMC w planowaniu operatywnym. Zleciło zespołowi specjalistów dokonania prac wstępnych oraz opracowania opisu technologicznego przetwarzania danych.

I. Ogólna charakterystyka produkcji

Przedsiębiorstwo X posiada 10 wydziałów produkcji. Zakład wykonuje produkcję średnioseryjną z równoczesnym występowaniem zarówno produkcji wielkoseryjnej, jak i małoseryjnej. Produkcja prowadzona jest w strukturze technologicznej z niewielką ilością komórek przedmiotowych.

Części i podzespoły są wykonywane na wydziałach obróbczych, skąd po ewentualnej obróbce powierzchniowej są dostarczane do magazynów półfabrykatów, a elementy przestrzenne wprost na stanowiska montażu. Montaż zespołów odbywa się w gniazdach przedmiotowych, a montaż główne na taśmach i gniazdach przedmiotowych.

II. Cel i przedmiot obliczeń

Celem obliczeń jest uzyskanie określonych ustaleń do operatywnego planowania produkcji, a mianowicie:

- wyliczenie elementów planowania operatywnego dla poszczególnych wydziałów produkcyjnych.

Przy obliczeniach będzie wykorzystana maszyna cyfrowa ELLIOT 803/B, posiadająca wejście tylko z taśmy dziurkowanej. Pamięcią zewnętrzną są taśmy magnetyczne.

III. Prace organizacyjne i przygotowawcze

Przeprowadzona analiza stanu dotychczasowego, pozwoliła na sprecyzowanie następujących warunków dla zastosowania EMC w przedsiębiorstwie⁵:

⁴Na podstawie [61] s.7.

⁵Patrz rozdział (2 cz.II).

1. Dla potrzeb wyliczeń na EMC należy opracować wzory dokumentów wtórnych, na które będą nanoszone dane z dokumentów źródłowych.
2. Należy zmienić obieg takich dokumentów, jak karty normatywne, zawiadomienia o zmianach w listach konstrukcyjnych wyrobów itp. Dokumenty te muszą przechodzić przez Sekcję Obliczeń Ekonomicznych w celu prowadzenia aktualizacji danych w EMC.
3. Dla potrzeb wyliczeń na EMC należy opracować system kodowania detali wyrobów i wydziałów.
4. W oparciu o przeprowadzoną analizę i wysunięte w oparciu o nie wnioski, należy opracować harmonogram określający kolejność i terminy wdrażania ETO do przedsiębiorstwa.

IV. Opis technologiczny przetwarzania

1. Wykaz nośników informacji

Poszczególne nośniki danych, występujące w opisywanym procesie przetwarzania, oznaczono numerami porządkowymi w ramach każdej grupy oraz literami definiującymi daną grupę.

Wykaz dokumentów źródłowych (grupa A)

- 1/A. Lista wyrobów, ułożona wg numerów detali kolejno, od nr 1 do nr 3500. Dla każdego numeru detalu podana jest informacja o tym, w skład których wyrobów dany detal wchodzi. Informacje te, ułożone są parami - pierwsza liczba pary określa numer wyrobu, druga oznacza ilość sztuk danego detalu wchodzącą w skład tego wyrobu. Oprócz tego dane dla poszczególnego detalu zawierają sumę kontrolną, powstałą przez dodanie do siebie wszystkich ilości detali wchodzących w skład różnych wyrobów (drugie liczby pary informacji). Suma ta służy do kontroli poprawności perforowania ilości detali.
- 2/A. Aktualizacja listy części wyrobów. Dokument ten zawiera dane dotyczące detalu w liście części wyrobów, w których nastąpiły zmiany w związku, ze zmianami konstrukcyjnymi. Za pomocą tego samego dokumentu usuwa się błędy stwierdzone podczas wczytywania danych listy części do pamięci filmowej.

- 3/A. Katalog podstawowy I. Jest to podstawowy zbiór danych, ułożony kolejno dla wszystkich detali, poczynając od nr 1, a kończąc na numerze 3500. Dla każdego detalu, katalog zawiera informację podającą sumę pracochłonności na określonym wydziale produkcyjnym, przy czym przewiduje się, że jeden detal może być produkowany maksimum na 5 wydziałach produkcyjnych.
- 4/A. Aktualizacja Katalogu podstawowego I. Następuje w razie konieczności dokonania zmian w danych dotyczących poszczególnych detali w katalogu podstawowym, wskutek zmian technologicznych lub konstrukcyjnych. Używa się do tego celu dokumentu źródłowego, na podstawie którego zmiany te są wczytywane do pamięci filmowej pod odpowiedni numer detalu. Za pomocą tego samego dokumentu dokonuje się korekty błędów, stwierdzonych podczas wczytywania danych katalogu podstawowego do pamięci filmowej.
- 5/A. Kwartalno-miesięczny plan produkcji wyrobów - zawiera informacje dotyczące wielkości produkcji poszczególnych wyrobów w kwartale i w miesiącach wchodzących w skład kwartału, względnie tylko w jednym miesiącu, o ile obliczeń dokonuje się dla planu miesięcznego.
- 6/A. Zbiór numerów rysunków - jest to wykaz alfanumerycznych symboli rysunków konstrukcyjnych detali przyporządkowanych do ułożonych kolejno numerów kodowych detali.
- 7/A. Aktualizacja numerów rysunków - dokument służy do nanoszenia zmian w numerach rysunków konstrukcyjnych.

Wykaz wyników pośrednich (grupa B)

- 1/B. Wyliczenie ilości poszczególnych rodzajów detali, które winny być wyprodukowane w kwartale i poszczególnych miesiącach tego kwartału, na podstawie planu produkcji wyrobów 5/A oraz listy części wyrobów 1/A. Wynik zapisywany będzie na taśmie filmowej.
- 2-11/B. Numery kodowe detali, wypisywane dla każdego wydziału na oddzielnej taśmie papierowej i służące do wywołania oraz wydziurkowania alfanumerycznych numerów konstrukcyjnych rysunków do wzorów wyników ostatecznych od nr 1 do 10/D.

Wykaz zbiorów zapisów danych stałych (grupa C)

- 1/C. Lista części wyrobów. Zbiór danych, znajdujących się na dokumentach źródłowych, oznaczonych symbolem 1/A, zostaje zapisany na taśmie filmowej.
- 2/C. Katalog podstawowy. Zbiór danych, znajdujących się na dokumentach źródłowych, oznaczonych symbolem 3/A, zostaje umieszczony na taśmie filmowej.
- 3/C. Zbiór alfanumerycznych numerów konstrukcyjnych rysunków. Jest to zbiór danych, znajdujących się na dokumentach źródłowych oznaczonych symbolem 6/A, który zostaje umieszczony na taśmie filmowej.

Wykaz wyników ostatecznych (grupa D)

- 1-10/D. "Wyliczenie potrzeb wydziału nr ...". Wyniki te oblicza się dla każdego wydziału, względnie tylko dla wydziałów uprzednio wskazanych. Zawierają one wykaz detali oznaczonych numerami kodowymi i numerami konstrukcyjnymi rysunków oraz podaną ilość tych detali, która powinna być wyprodukowana na danym wydziale w kwartale oraz w poszczególnych miesiącach kwartału, na podstawie planu produkcji wyrobów. Ponadto wyniki zawierają pracochłonność dla poszczególnych ilości detali w kwartale oraz ogólną sumę pracochłonności dla wydziału w kwartale i w poszczególnych miesiącach tego kwartału. Wyniki mogą być również opracowane tylko dla jednego miesiąca.

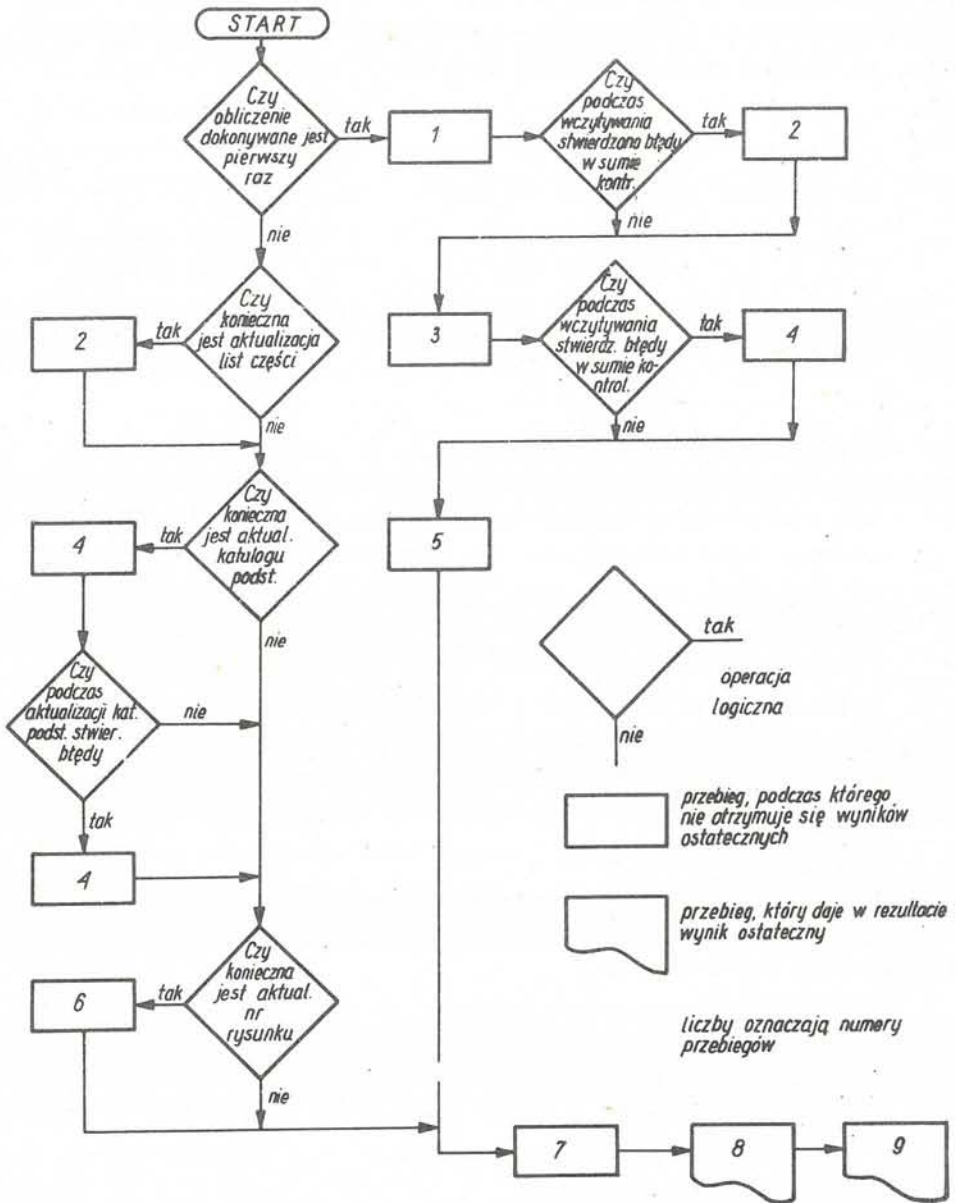
2. Ogólny schemat blokowy przetwarzania danych

Cały cykl przetwarzania można podzielić na dwa zasadnicze etapy:

- 1) etap przygotowawczy, związany z umieszczeniem danych w zbiorach zapisów danych stałych w pamięci filmowej oraz następnie z aktualizacją tych danych.
Etap ten obejmuje przebiegi od 1 do 6;
- 2) etap właściwych obliczeń i otrzymania wyników ostatecznych.

Ogólny schemat blokowy przetwarzania danych, przedstawia rys.5.1.

Obecnie zostaną podane poszczególne przebiegi pracy maszyny cyfrowej, które są niezbędne do otrzymania wyników ostatecznych.



Rys.5.1. Ogólny schemat przetwarzania danych (do przykładu 5.1)

Przebieg 1

Wczytanie do pamięci zewnętrznej (taśma magnetyczna) listy części wyrobów. (symbol 1/A) i otrzymanie zbiorów zapisów danych stałych (symbol 1/C). Wczytywanie następuje z taśmy papierowej, z jednoczesną kontrolą prawidłowości perforowania danych przez porównanie z sumą kontrolną. Otrzymuje się wykaz błędów.

Przebieg 2

Aktualizacja, względnie korekta błędów w liście części-symbol 1/C. Wczytuje się za pomocą taśmy papierowej dokumenty źródłowe-symbol 2/A. Przeprowadza się badanie prawidłowości danych, przez porównanie z sumą kontrolną. Drukuje się wykaz błędów.

Przebieg 3

Wczytanie do pamięci filmowej katalogu podstawowego - symbol 3/A i utworzenie zapisu danych stałych - symbol 2/C. Dane wczytuje się z taśmy papierowej z równoczesną kontrolą prawidłowości za pomocą sum kontrolnych. Drukuje się wykaz błędów.

Przebieg 4

Aktualizacja, względnie korekta błędów w katalogu podstawowym - symbol 2/C. Wczytuje się za pomocą taśmy papierowej dokumenty źródłowe - symbol 4/A, z równoczesną kontrolą prawidłowości za pomocą sum kontrolnych. Otrzymuje się wykaz błędów.

Przebieg 5

Wczytanie do pamięci filmowej numerów rysunków konstrukcyjnych z dokumentów źródłowych, symbol 6/A, i utworzenie zapisu danych stałych-symbol 3/C.

Przebieg 6

Aktualizacja alfanumerycznych numerów konstrukcyjnych rysunków - symbol zbioru danych stałych 3/C. Aktualizacji dokonuje się przez wczytanie z taśmy papierowej dokumentów źródłowych - symbol 7/A do pamięci filmowej.

Przebieg 7

Wyliczenie wyników pośrednich - symbol 1/B, przy użyciu listy części wyrobów. Wczytuje się do pamięci operacyjnej plan produkcji wyrobów - symbol 5/A.

Na podstawie tego planu i listy części wyrobów - symbol 1/C, otrzymuje się wynik pośredni 1/B, zawierający dla listy części, ilość poszczególnych rodzajów detali do wyprodukowania w kwartale i w miesiącach kwartału. Wyniki pośrednie są podczas liczenia zapisywane na taśmie filmowej.

Przebieg 8

Otrzymanie I części wyniku ostatecznego, symbol od 1 do 10/D pod nazwą "Wyliczenie potrzeb wydziału nr ...". Obliczeń dokonuje się kolejno dla 10 wydziałów lub tylko dla wydziałów żądanych, używając zapisanych na filmie wyników pośrednich - symbol 1/B oraz katalogu podstawowego - symbol 2/C. Równocześnie drukuje się na jednym perforatorze pierwszą część wyników, zawierającą wszystkie pozycje, oprócz alfanumerycznych symboli rysunków konstrukcyjnych, natomiast drugi perforator dziurkuje taśmę papierową z wynikami pośrednimi - symbol 2 11/B, zawierającą numery detali, które występują w wyniku ostatecznym na danym wydziale. Do wykonania tej pracy, EMC musi posiadać co najmniej 2 przewijacze filmu oraz perforatory taśmy papierowej.

Przebieg 9

Otrzymanie części wyniku ostatecznego, symbol od 1 do 10/D. Na podstawie wyników pośrednich, symbol 2 - 11/B, wyperforowanych w poprzednim przebiegu na taśmie papierowej, wywołuje się zapisane na filmie w postaci danych stałych - symbol 3/C, alfanumeryczne symbole rysunków konstrukcyjnych dla żądanych detali, które następnie dokleja się do pierwszej części wyników ostatecznych.

Powyższy przykład pozwala prześledzić cały cykl postępowania przy opracowywaniu zastosowania EMC w planowaniu. Przeważnie przy planowaniu operatywnym produkcji wylicza się również pracochłonność z rozbiciem na poszczególne maszyny, koszt własny wyrobów itp., w związku z tym przedstawiony projekt ulega bardzo znacznemu rozbudowaniu.

5.3. Planowanie kroczące i jego zastosowanie w warunkach APD

Opracowanie planów z dużym wyprzedzeniem czasowym, w oparciu o najbardziej aktualne dane dotyczące operatywnych zadań produkcyjnych, umożliwia stosowanie tzw. ciągłej metody planowania.

Metoda ta, określona planowaniem kroczącym, albo dywanowym lub falowym, polega na ciągłym (np. w przypadku planów miesięcznych - comiesięcznym) opracowaniu operatywnych planów produkcji na okres np. sześciu czy dziewięciu, kolejno po sobie następujących miesięcy i ich bieżącym aktualizowaniu w każdym miesiącu.

Technika opracowywania planów produkcji metodą kroczącą, polega na comiesięcznym⁶:

- wyłączeniu z uprzedniego planu (np. sześciomiesięcznego - czasokres ten zależy w głównej mierze od cyklu produkcyjnego), planu pierwszego miesiąca (po jego zrealizowaniu) i uwzględnieniu odchylenia jego wykonania w planie miesiąca następnego (pierwszego z kolei);
- zaktualizowaniu planu pozostałych pięciu miesięcy, o zaistniałe w czasie poprzedniego miesiąca zmiany, jak np. zmiany wielkości produkcji (zamówień), zmiany wskaźników planu itp. oraz
- włączeniu planu miesiąca szóstego.

W ten sposób otrzymuje się na początku każdego miesiąca aktualny plan produkcji dla sześciu miesięcy, umożliwiający dzięki występującemu wyprzedzeniu - ustalenie i zabezpieczenie środków produkcji, niezbędnych dla wykonania planowych zadań.

Planowanie kroczące powinno znaleźć zastosowanie przy opracowywaniu planów produkcji wyrobów gotowych, szczególnie przy ustalaniu zapotrzebowania na części, niezbędne dla zabezpieczenia montażu głównego. Można również, po uwzględnieniu normatywów przebiegu produkcji (jak np. wyprzedzeń kalendarzowych, wielkości normatywów zapasów magazynowych dla poszczególnych części, itp.), zastosować tę metodę do sporządzania planów produkcji części, a następnie, po określeniu komórek, w których te części są wykonywane - planów produkcji wydziałów.

Poniższy schemat pokazuje zasadę opracowania miesięcznych planów produkcji na okres 6-ciu miesięcy. Można również przyjąć inny okres, np. 9-ciu miesięcy (zależy to tylko od ilości posiadanych przez zakład zamówień).

⁶Patrz [58] s.47.

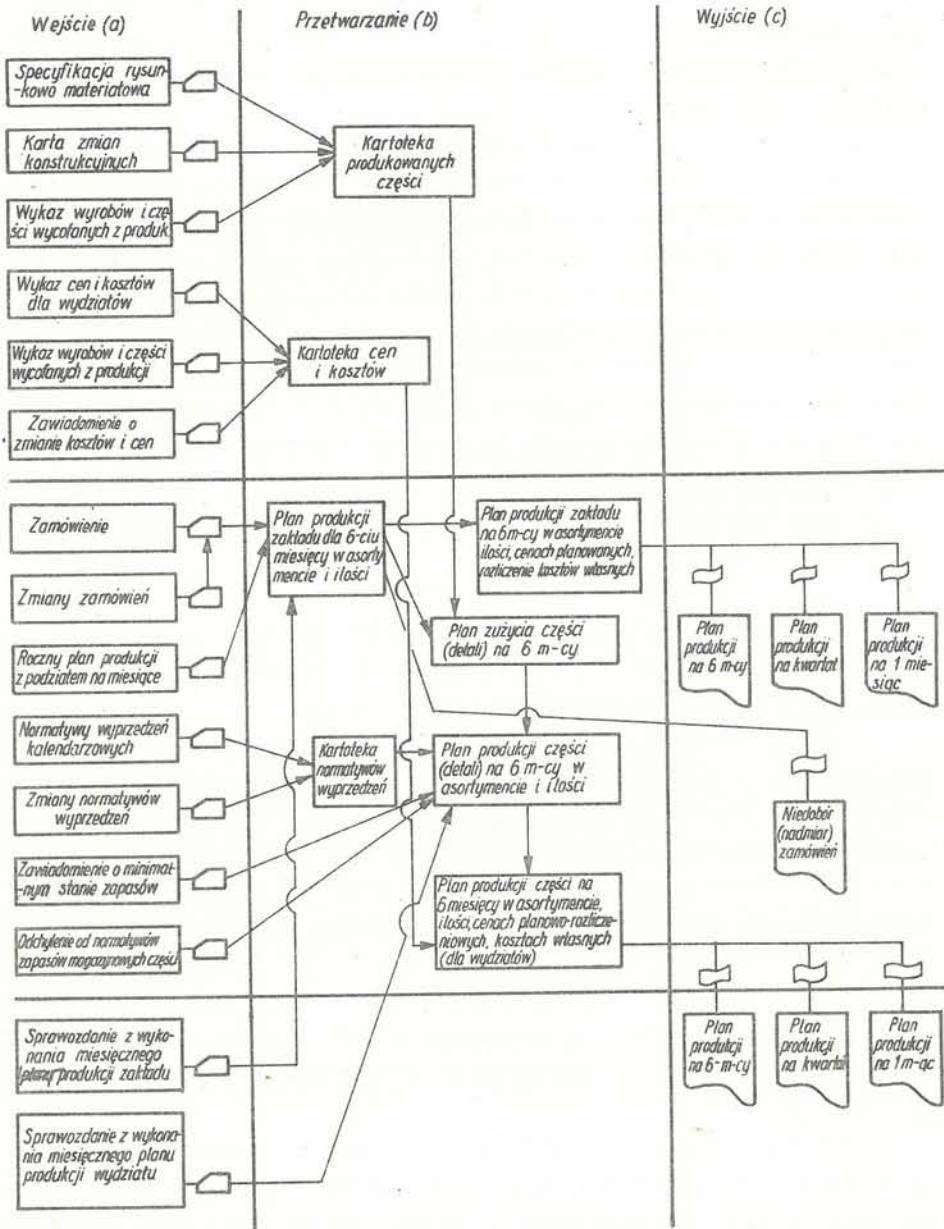
1 9 6 7 r												1968r	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
plan produkcji na m-ce I-VI													
plan I kw													
	plan produkcji na m-ce II-VII												
		plan produkcji na m-ce III-VIII											
			plan produkcji na m-ce IV-IX										
			plan II kw.										
				plan produkcji na m-ce V-X									
					plan produkcji na m-ce VI-XI								
						plan produkcji na m-ce VII-XII							
						plan III kw							
							plan produkcji na m-ce VIII-I						

Rys.5.2. Schemat konstrukcji planu metodą kroczącą

Dla umożliwienia zakończenia wszystkich czynności związanych z ewidencją i uporządkowaniem zamówień oraz celem uwzględnienia w planu produkcji odchyień wynikających z niewykonania (lub przekroczenia) planu miesiąca poprzedniego, należy przyjąć termin przekazywania planów produkcji np. w dniu 5 czy 10 każdego miesiąca. Przy tej zasadzie, do tego terminu w każdym miesiącu będą opracowane: korekta planu na miesiąc bieżący, aktualny plan na miesiąc następny oraz dalsze cztery miesiące.

Tą metodą otrzymuje się plany kroczące produkcji części (detali) na żądany okres (6-ciu, 9-ciu miesięcy) w asortymencie i ilości. System ten stwarza możliwość stopniowego uściślenia zadań poszczególnych okresów (coraz pełniejszego ich sprecyzowania), w miarę uzyskiwania coraz pełniejszych informacji.

Planowanie kroczące, ze względu na dużą liczbę przeliczeń, może być stosowane głównie przy zastosowaniu EMC. Bardzo ważnym będzie w tym przypadku wybór odpowiednich nośników informacji. Ze względu na bardzo znaczną liczbę sortowań występujących przy sporządzaniu planów produkcji (sortowanie zamówień wg miesięcy i numerów wyrobów, sortowanie części wg wydziałów,



Rys.5.3. Schemat przetwarzania danych w systemie planowania kroczącego

sortowanie cenników wg numerów części i wyrobów, itp.) oraz ze względu na łatwość nanoszenia zmian (np. zmiany zamówień, cen), najefektywniej byłoby wprowadzać dane z kart perforowanych. Przechowywanie danych najdogodniejsze byłoby również na kartach dziurkowanych.

Schemat systemu elektronicznego przetwarzania danych, w oparciu o przedstawioną wcześniej metodykę planowania kroczącego przedstawia rys.5.3. W przekroju pionowym przedstawiony jest ogólnie przyjęty podział organizacji pracy maszyn cyfrowych. Podział poziomy obejmuje etapy prac planistycznych: prace przygotowawcze, zasadnicze prace planistyczne oraz sprawozdawczość planistyczną. W kolumnie wejście (a), przedstawiono stosowane dokumenty źródłowe; w kolumnie (b), fazy przetwarzania danych; w kolumnie (c), użyteczną i maszynową postać danych wyjściowych.

W przedstawionym procesie planowania wyodrębnia się dwie jednostki przetwarzania:

- plan wyrobów gotowych i
- plan produkcji części (detali).

Oczywiście oba plany mogą być podane w jednostkach ilości, cenach planowanych, kosztach własnych itp.

Przy stosowanej metodzie ustalenia zadań produkcji, tj. asortymentu i ilości produkcji, bazuje się na comiesięcznym wczytywaniu ilości poszczególnych wyrobów (na kolejne sześć miesięcy), wynikających z aktualnego portfela zamówień. Przy tej metodzie należy uwzględnić jedynie zmiany zamówień, natomiast nie ma potrzeby przeprowadzenia analizy i zmian uprzednio ustalonych miesięcznych planów produkcji. Oddzielne zagadnienie stanowi zaprogramowanie opisanego systemu w sposób zapewniający optymalne wykorzystanie EMC. Wybór optymalnych nośników informacji i opracowanie programów zależy od stosowanej maszyny.

Efektem zastosowania EMC w planowaniu, będzie możliwość opracowania wielowariantowych tabulogramów wyników, np. jednostkowego kosztu normatywnego z rozbiem na wydziały, jednostkowej pracochłonności wyrobu z rozbiem na wydziały i grupy zaszeregowania itp. Zwiększy to ilość informacji, na podstawie których kierownictwo przedsiębiorstwa będzie podejmowało decy-

zje gospodarcze. Poprawi się również jakość informacji, będzie zachowany pełen obiektywizm w opracowaniu danych.

Zastosowanie EMC pozwoli na przyspieszenie obiegu informacji i umożliwi również dokonywanie wielokrotnych przeliczeń, co przy tradycyjnym systemie opracowania planów było niemożliwe. Szybkie otrzymywanie potrzebnych informacji w stałych okresach pozwoli na:

- analizowanie kształtowania się pracochłonności jednostkowej i kosztu wyrobu w przekrojach wydziału i grup zaszerogowania,
- prowadzenie określonej polityki w zakresie kształtowania się norm pracy oraz
- realizowanie obniżki kosztów własnych itp.

Przedstawione bardzo wrywkowo korzyści, które stwarza zastosowanie EMC w planowaniu, pozwalają zrozumieć konieczność pełnego wykorzystania istniejących możliwości w tym zakresie.

6. Zarządzanie w warunkach automatycznego przetwarzania danych

6.1. Organizacja zarządzania w warunkach APD

Maszyny cyfrowe są obecnie stosowane we wszystkich dziedzinach ludzkiej działalności. Szybkość rozwoju zastosowań EMC w różnych dziedzinach jest różna. Najszybciej maszyny cyfrowe znalazły zastosowanie w takich dziedzinach jak: astronomia, geodezja, optyka, budownictwo i elektrotechnika. 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 i brak precyzyjnej aparatury matematycznej, które powodowały 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 ilość 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 uwzględniać 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

Dziesięć zasad automatyzacji
Przedmiot (obiekt) automatyzacji

Lp.	Procesy produkcyjne	Automatyczne przetwarzanie danych
1.	<p>Sprecyzować koncepcję usprawnienia.</p> <p>Problem co automatyzować, jest znacznie ważniejszym 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 scalonych, przy jednoczesnym zabezpieczeniu możliwości demontażu dla potrzeb konserwacji i remontu wyrobu.</p>	<p>Zmienić metody zarządzania.</p> <p>Dotychczasowe metody są nieprzystosowane 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. Perforować materiały w wielokrotnych wymiarach: pręty, szpule, taśmy.</p>	<p>Usprawnić formę danych pierwotnych.</p> <p>Rejestrować dane pierwotne w formie umożliwiającej automatyczne lub pół-automatyczne wejście (wstępnie perforowane karty), sygnały z procesu, czytnik, optyczne pisma, fotokomórki). Unikać ręcznego rejestrowania danych pierwotnych.</p>
4.	<p>Automatyzacja wszystkich operacji.</p> <p>Rozpocząć 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 zarejestrowania danych pierwotnych, aż do wyprowadzenia wszystkich możliwych wyników, bazujących na wczytanym zbiorze danych ("kompleksowa automatyzacja").</p>

Lp.	Procesy produkcyjne	Automatyczne przetwarzanie danych
5.	<p>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.</p>	<p>Usytuować informacje 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 wg tego samego kryterium.</p>
6.	<p>Zabezpieczać płynność przebiegu produkcji. Wyrównywać pracochłonność operacji na poszczególnych stanowiskach. Produkcję detali realizować w powtarzających się partiach.</p>	<p>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 transmisję danych.</p>
7.	<p>Zapewnić rytmiczność produkcji (takt). Długotrwałe operacje podzielić na szereg równoległych stanowisk. Ograniczyć wydajność zbyt szybkich stanowisk. Podzielić operacje na zabiegi.</p>	<p>Stosować podział czasu. Wyrównywać szybkość różnych modułów EMC, wykorzystywaniem podziału czasu - wieloprogramowości.</p>
8.	<p>Kombinować operacje. Przeprowadzać na jednym stanowisku i w tym samym czasie równolegle jak największą ilość operacji.</p>	<p>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.</p>
9.	<p>Stosować automatyczną kontrolę. Automatycznie kontrolować przebieg całego procesu. Automatycznie kontrolować jakość wykonywanych operacji i sygnalizować błędy.</p>	<p>Stosować automatyczną kontrolę. Stosować automatyczną kontrolę danych i prawidłowości procesu przetwarzania. Błędy automatycznie poprawiać lub sygnalizować.</p>
10.	<p>Krytycznie analizować logikę procesu. Zastępować metody produkcji stosowane w mechanizacji, nowymi metodami, odpowiadającymi warunkom automatyzacji.</p>	<p>Krytycznie analizować logikę systemu. Algorytmy odpowiadające technice ręcznej zastępować algorytmami wykorzystującymi możliwości automatyzacji.</p>

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 w oparciu o doświadczenia, 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 dwudziestolecium, 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 "mechanizacji" prac administracyjnych. Aby wykazać podobieństwo pomiędzy automatyzacją procesów wytwarzania a automatycznym przetwarzaniem danych, posłużono się (tablica 6.1) tabelarycznym zestawieniem dziesięciu zasad automatyzacji wg książki "Anatomia Automatyzacji"¹.

Rozwój zastosowań przetwarzania danych dla potrzeb 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 dla potrzeb 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:

¹Patrz [1].

- dane o wyrobach - do których zaliczamy: szczegółospisy, normy czasu na operacje, normy zużycia materiału, karty kosztu normatywnego itp.,
- dane o pracownikach - numery ewidencyjne, nazwiska i imiona 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 itd.,
- 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 z 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 w/w zbiory danych i ich wzajemne związki - "systemy zintegrowane".

Zrozumienie powyższych podstawowych tendencji w zastosowaniu EMC dla potrzeb 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 syste-

mów przetwarzania danych i antycypować ich rozwój na kilka lat naprzód.

Rozwojowe tendencje automatycznego przetwarzania danych, można sprowadzić do następujących zasad.

6.1.1. Od automatyzacji cząstkowej do automatyzacji kompleksowej

Im wyższy stopień zastosowanej techniki; tym większy zakres kompleksowości systemów przetwarzania danych. Trzeba zwrócić uwagę, że na ogół nieekonomicznym 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 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 godzin pracy MC. Zatem oszczędność czasu maszynowego jest rzędu 30%.

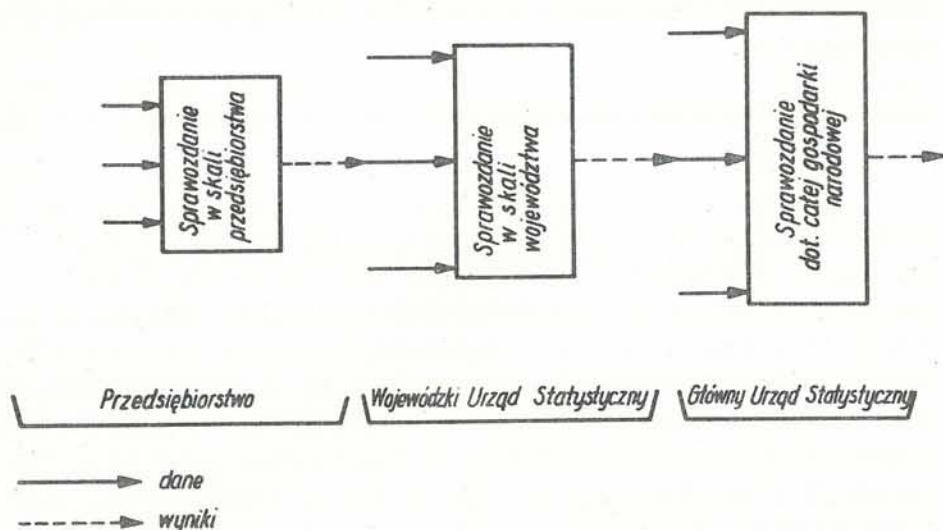
6.1.2. Od przetwarzania danych dla potrzeb izolowanego przedsiębiorstwa, do przetwarzania dla potrzeb większych organizacji gospodarczych

Powyższa zasada dotyczy rozszerzania systemów dla potrzeb całej gospodarki narodowej.

Celowość powyższej 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.6.1).

6.1.3. 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 w oparciu o dotychczasowe metody uzyskiwania informacji, przy zastosowaniu klasycznych,



Rys.6.1

tradycyjnych środków. Z jednej strony wynika to z nawyków myślowych, z drugiej strony, brak doświadczeń w stosowaniu EMC powoduje, że chcemy uzyskać te wyniki, które i dotychczas były w przedsiębiorstwie otrzymywane i użyteczność których 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 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.

6.1.4. 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 kontyście 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, wynikającego z systemu przetwarzania w partiach. Powyższy sposób stosowany jest także przy pierwszych próbach zastosowań EMC. Maszyny cyfrowe z rozbudowaną zewnętrzną pamięcią taśmową, pozwalają na sukcesywne wczytywanie informacji w miarę ich napływania, natomiast proces przetwarzania i emitowania wyników następuje w odstępach czasu.

Podstawowe zmiany tego systemu umożliwiają maszyny z dużą pamięcią, o krótkim czasie dostępu (np. z pamięcią dyskową). Przy pomocy tych maszyn możemy realizować systemy, w których 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.

6.1.5. 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 przy pomocy EMC, jednak zdecydowanym błędem byłoby ograniczanie naszych potrzeb w zakresie APD do powyższych systemów, bez szybkiego integrowania ich z systemami planowania i zarządzania.

6.1.6. 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.

W oparciu o powyższe wywody należy 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 w oparciu o zadaną metodę analizy logicznej i obliczenia może porównywać realizację z planem, normatywami itp. oraz informować 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 o pracę bieżących, umożliwia także przesunięcie sfery zainteresowań personelu kierowniczego z bieżącego zarządzania do planowania perspektywicznego.

6.2. Klasyfikacja systemów automatycznego przetwarzania danych

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 rosząc sobie prawa do proponowania nomenklatury systemów, pragniemy jedynie zdefiniować pojęcia związane z klasyfikacją systemów, w takim sensie, w jakim stosowane są w niniejszej pracy.

6.2.1. 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. Np. 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.

6.2.2. Systemy całościowe

W odróżnieniu od systemów cząstkowych, wykorzystują określony zbiór danych dla zaspokojenia wszystkich potrzeb informacyjnych przedsiębiorstwa. Tak więc systemy te są kom-

pleksowe z punktu widzenia kompleksowego wykorzystania informacji pierwotnych. Np. jeżeli w oparciu o dane zawarte 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 procentu 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.

6.2.3. 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. Np. poza wymienionym poprzednio systemem kompleksowym, bazującym na informacjach zawartych na kartach pracy, opracowano inny system, który w oparciu o odpowiedni zbiór danych pozwala na wyliczenie planu funduszu płac. Następnie połączono (zintegrowano) oba systemy, uzyskując w efekcie ponadto analizę wykonania planu funduszu płac. Tak zbudowany system możemy nazywać systemem zintegrowanym.

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. Np. w oparciu o przetwarzanie danych, otrzymujemy bazę danych statystycznych dla obliczeń matematyczno-ekonomicznych, np. optymalizacji planu produkcji. W oparciu o wyniki obliczeń optymalizacyjnych, oraz w oparciu 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 oparciu o powyższą propozycję należałoby określać systemy jak niżej:

- 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 w oparciu o ewidencję i analizę sprzedaży detalicznej.

6.3. Efektywność systemów automatycznego przetwarzania danych

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.

6.3.1. Efekty bezpośrednie

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 przy pomocy 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. Należy jed-

nak 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 bezpośrednie należy wziąć pod uwagę zagadnienie możliwości zmniejszenia zatrudnienia. W praktyce sprawa ta wygląda tak, że na skutek obiektywnie 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 sytuacja jest taka, że przy dotychczasowej lub nieznacznie malejącej liczbie pracowników umysłowych, znacznie wzrasta ich zdolność do pogłębiania i poszerzania prac z zakresu przetwarzania danych.

6.3.2. 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, surówców i narzędzi pracy,
- możliwości powszechnego zastosowania w procesach zarządzania metod matematycznych, których bez EMC praktycznie stosować nie można, a w szczególności obliczeń optymalizacyjnych.

Tablica 6.2

Orientacyjne porównanie efektywności zastosowań
różnych środków do przetwarzania danych

Wyszczególnienie	Maszyna kalkulatoryjna	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
Płace 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,-
Liczba pracowników potrzebnych do wykonania tegoż zakresu prac, bez umaszynowania	2,5	40	200	2.000,-
Płace w/w 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
Obniżka kosztów rocznie w tys.zł	20,0	638,0	4.880,0	63.000,0
Procent obniżki kosztów o (koszt wykonania bez umaszynowania=100%)	34%	53%	68%	88%

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.

Zastosowanie maszyn 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.

7. Organizacja ośrodków obliczeniowych

7.1. Wiadomości wstępne

W pierwszej części pierwszego tomu niniejszej pracy omówione zostały środki techniczne służące do przetwarzania danych, a wśród nich szczególną uwagę poświęcono elektronicznym maszynom cyfrowym. W części drugiej zajmowaliśmy się metodologią analizy i definiowania problemu, projektowaniem systemów automatycznego przetwarzania danych, oraz programowaniem pracy EMC. W niniejszej części zajmujemy się systemami elektronicznego przetwarzania informacji i przykładami ich zastosowań.

Efektywna realizacja systemu EPD zależna jest od czynników takich jak:

- właściwy dobór problemu,
- odpowiedni projekt systemu,
- optymalny program przetwarzania,
- właściwa EMC.

W niniejszym rozdziale zajmiemy się ośrodkami obliczeniowymi, to jest jednostkami, w których w oparciu o odpowiednie formy organizacyjne, realizowany jest proces elektronicznego przetwarzania informacji.

Proces elektronicznego przetwarzania informacji przebiega kolejno poprzez:

- A. Etap przygotowania, który omawialiśmy w części II tomu pierwszego,
- B. Etap realizacji obejmujący:
 - przygotowanie maszynowych nośników informacji oraz
 - 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,
- i wielu innych,

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 czasookres 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 takie kryterium, że dopiero wykorzystywanie w sposób powtarzalny ca 200 godzin miesięcznie EMC zainstalowanej w ośrodku usługowym wskazuje, że przedsiębiorstwo powinno rozważyć celowość i opłacalność zakupienia maszyny własnej.

Wydaje się, że można pominąć tutaj stopień opóźnienia Polski, w porównaniu z zagranicą w zakresie stosowania przez przedsiębiorstwa elektronicznej techniki obliczeniowej, tym bardziej, że istnieje konstruktywny program umożliwiający realizację znacznego postępu w tej dziedzinie:

- wzrost ilości maszyn cyfrowych z ilości 134 w r.1968 do około 500 w r.1975, przy jednoczesnym jeszcze szybszym wzroście mocy obliczeniowej (poczynając od roku bieżącego, przyrosty dotyczą maszyn średnich i dużych, w odróżnieniu od lat poprzednich, kiedy dominowały maszyny małe i bardzo 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", zakładający utworzenie do r.1969 ośrodka obliczeniowego, wyposażonego w EMC w każdym mieście wojewódzkim;
- rozwój kształcenia oraz doskonalenia kadr, niezbędnych dla rozwoju zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej.

7.2. Ośrodki usługowe

Szybko rozwijająca się sieć "Zakładów Obliczeniowych - ZETO" umożliwiającą 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 Nr 2, ze stopniowym wzrostem realizacji zadania Nr 1.

Formy w jakich ZETO realizuje swoje usługi na zlecenia 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 in-

formacji 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 współdziałanie 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 pracowniczych, przy czym dla zrealizowania zamierzonego systemu w procesie muszą uczestniczyć pracownicy o kwalifikacjach określonych wg poniższych specjalności:

Analitik - jako specjalista w zakresie problematyki, która ma być rozwiązywana przy pomocy systemu automatycznego przetwarzania informacji. Poza specjalistycznym, teoretycznym przygotowaniem, analitik systemu powinien posiadać gruntowną znajomość rozwiązywanej problematyki w warunkach konkretnego przedsiębiorstwa.

Poza przygotowaniem specjalistyczno-branżowym, analitik powinien posiadać specjalistyczne przygotowanie z zakresu systemów automatycznego przetwarzania informacji, poparte doświadczeniem praktycznym nabytym w toku definiowania problemów, dla potrzeb projektowania systemów APJ.

W zakresie systemów automatycznego przetwarzania danych analitik jest zazwyczaj ekonomistą, wyspecjalizowanym w zakresie problematyki organizacji przedsiębiorstw, planowania, itp., względnie - powinien posiadać kwalifikacje z zakresu organizacji rachunkowości.

Funkcje analityka 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, analityk uzyskać może 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 analityka, najczęściej analityk jest pracownikiem przedsiębiorstwa, a nie usługowego ośrodka obliczeniowego.

Projektant systemu APD jest specjalistą, którego zadaniem jest opracowanie projektu technologii automatycznego przetwarzania danych.

W związku z powyższym zadaniem 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, w oparciu o literaturę, 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.

Programista - to specjalista, 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 oraz
- doświadczeniu i wprawie w zakresie programowania.

Dla zawodu programisty można wyodrębnić trzy szczeble hierarchiczne:

- analityk - programista,
- programista,
- kodysta.

Pierwszy spośród w/w 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 potrzebne 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 istotnym 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.

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).

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 w/w 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, eksploatowany być może 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 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,
- daje znaczne oszczędności na inwestycjach towarzyszących EMC (klimatyzacja, zaplecze techniczne itp.),

Na podstawie dotychczasowych rozważań można przedstawić następujące formy współpracy przedsiębiorstwa, z usługowym ośrodkiem obliczeniowym (ZETO) (rys.7.1).

Schemat na rys.7.1 nie wyczerpuje oczywiście wszystkich możliwych wariantów.

Z dotychczasowych doświadczeń Zakładów Elektronicznej Techniki Obliczeniowej wynika, że w zakresie świadczenia usług

Fazy EPI Rodzaje współpracy	Analiza problemu	Projektowanie systemu EPI	Programowanie	Sporządzenie maszynowych nośników inf.	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.7.1. Formy współpracy przedsiębiorstwa z usługowym ośrodkiem obliczeniowym ZETO

dotyczących obliczeń numerycznych, a w szczególności obliczeń dla potrzeb inżynierskich - najczęściej współpraca układa się według wariantu nr 3, a czasem także, według wariantu nr 4.

W oparciu o doświadczenia 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 nr 1, a także wariant nr 3.

Oczywiście wśród różnych możliwych wariantów nie występują i nie mogą występować:

wariant - w którym fazę "analizy i definicji problemu" przyjmuje 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 "przetwarzanie w EMC" realizować będzie przedsiębiorstwo przy pomocy 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 za pomocą 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.7.2.

Podstawowe różnice pomiędzy doświadczeniami naszymi 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 najefektywniejszą jest technika "teletransmisji danych", ale powszechnie stosowane jest także przewożenie informacji do ośrodków obliczeniowych.

Fazy EPI Rodzaje współpracy	Analiza	Projektowanie systemu EPI	Programowanie	Sporządzenie maszynowych nośników inf.	Przetwarzanie w EMC
Wariant A	Przedsiębiorstwo				Ośrodek
Wariant B	Przedsiębiorstwo	Ośrodek	Przeds.	Ośrodek	

Rys.7.2. Typowe formy korzystania z usługowych ośrodków obliczeniowych za granicą

Podstawową przyczyną różnicy pomiędzy naszymi a zagranicznymi ośrodkami usługowymi, wydaje się być występujący u nas brak, lub niedostatek kadr własnych w przedsiębiorstwach, zdolnych do przeprowadzenia analizy problemu oraz do kierowania w przedsiębiorstwie pracami organizacyjnymi, mającymi na celu przygotowanie przedsiębiorstw do stosowanej elektronicznej techniki obliczeniowej. Oczywiście brak tego typu kadr wynika z faktu, że znajdujemy się dopiero na samym początku drogi

zmierzającej do wdrażania elektronicznego przetwarzania danych. Omawiane trudności są oczywiście trudnościami do rozwiązania.

Jednym ze stosowanych, a szczególnie efektywnych rozwiązań jest postulowanie, aby współpracujące z ośrodkiem przedsiębiorstwa wyznaczały spośród swych pracowników, stałe grupy robocze, współpracujące z ZETO.

Stała współpraca stwarza warunki, w których poznaje się wzajemnie problematykę i metody pracy.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że obok omawianych zagadnień, podstawowym dla przedsiębiorstw korzystających z usług ZETO, jest problem zapewnienia, 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 zapewnienie, że przedsiębiorstwo nie zaprzestanie eksploatować uruchomionego systemu, a także повинie mieć dane dla planowania rozwoju własnej mocy obliczeniowej.

Omawiany problem jest skutecznie rozwiązywany przy pomocy umów wieloletnich, w których ośrodek obliczeniowy zobowiązuje się do zabezpieczenia dla potrzeb przedsiębiorstwa określonej, progresywnie wzrastającej ilości godzin EMC, przedsiębiorstwo zobowiązuje się realizować zaplanowane prace przygotowawcze i opłacać zakontraktowane godziny pracy EMC.

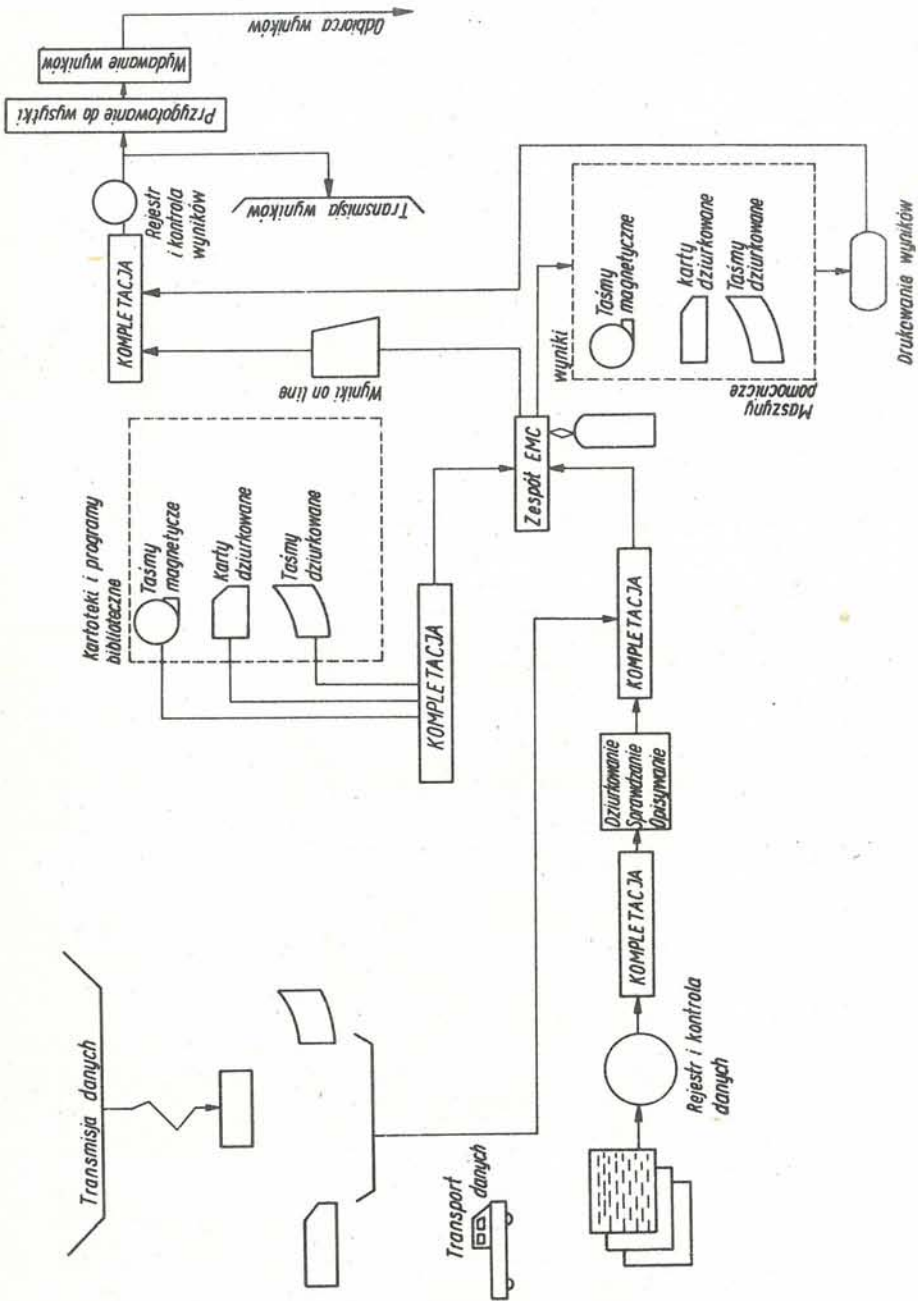
Po omówieniu koncepcji działania usługowych ośrodków obliczeniowych należy przejść do ich organizacji wewnętrznej.

Oczywiście podstawowym czynnikiem wyznaczającym tę organizację jest przebieg procesu świadczonych usług obliczeniowych.

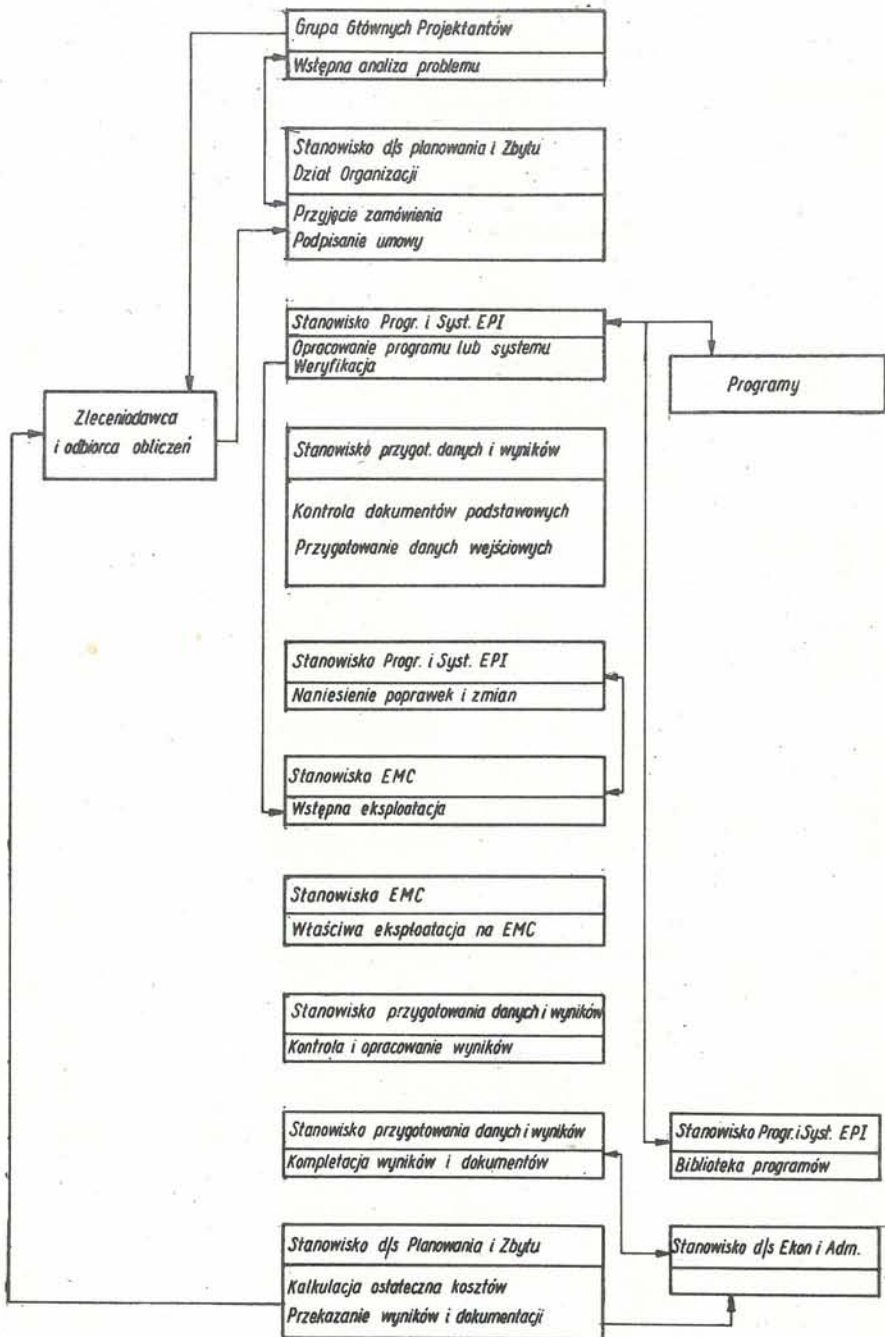
Schematyczny przebieg procesu technologicznego przetwarzania danych przedstawiono na rys.7.3.

Z wymogów procesu technologicznego wynika organizacja techniczno-funkcjonalna usługowego ośrodka obliczeniowego (rys. 7.4).

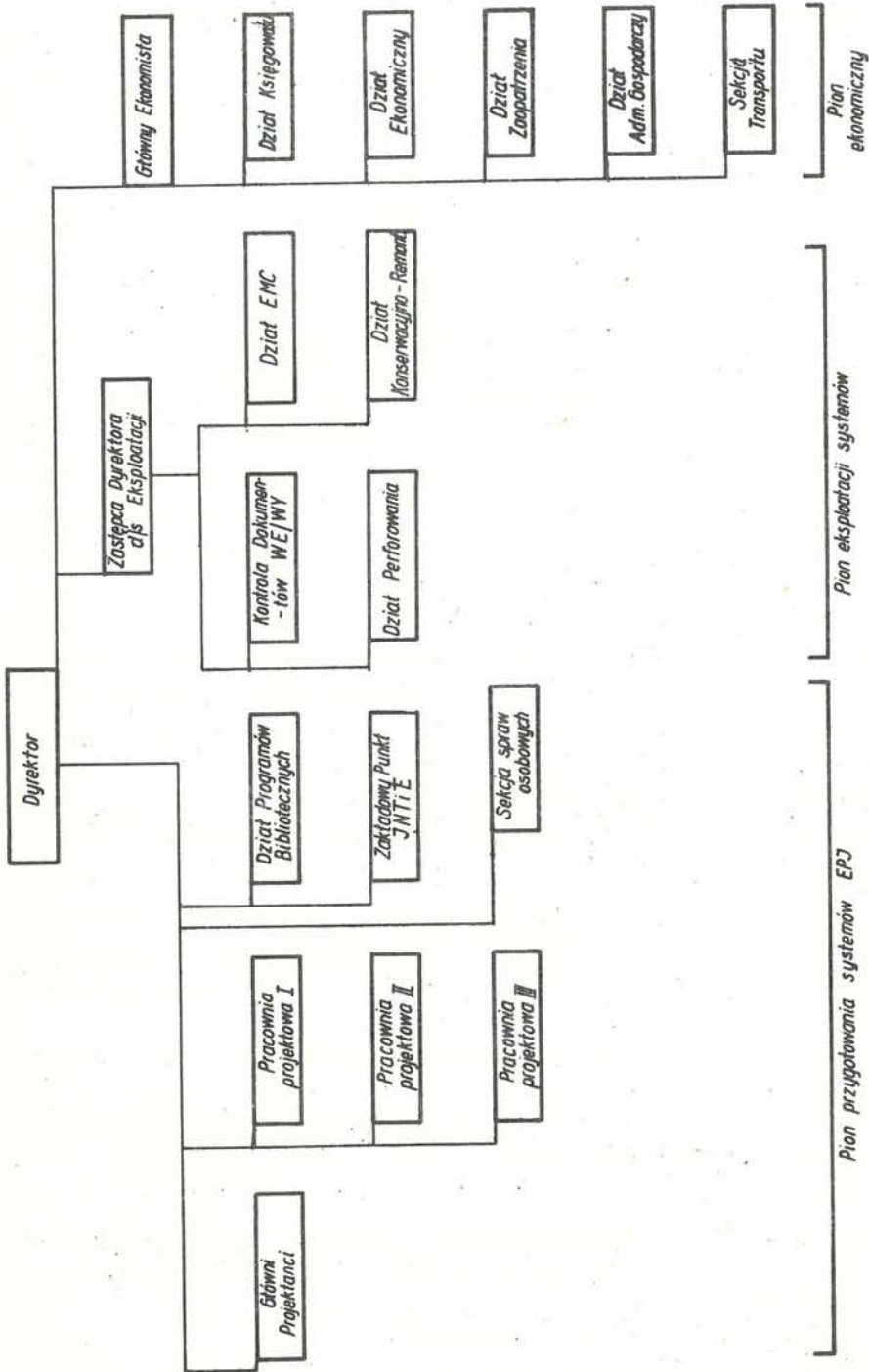
Dla zabezpieczenia realizacji zadań określonych powyższym schematem, zaprojektowana być powinna odpowiednia struktura organizacyjna ośrodka obliczeniowego (patrz rys.7.5).



Rys.7.3. Schemat procesu technologicznego EFT



Rys.7.4. Schemat przebiegu technologiczno-funkcjonalnego Zakładu



Rys.7.5. Struktura organizacyjna usługowego ośrodka obliczeniowego

7.3. Ośrodki obliczeniowe wewnątrzzakładowe i branżowe

Niezależnie od istnienia usługowych ośrodków obliczeniowych (typu ZETO) tworzone są w poszczególnych przedsiębiorstwach ośrodki zakładowe lub ośrodki branżowe, względnie 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 i
- Centrum Obliczeniowe Głównego Urzędu Statystycznego.

Zalety ośrodków usługowych wymieniono uprzednio.

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 - zleceniodawcy.

Inną istotną zaletą zakładowych i resortowych ośrodków obliczeniowych jest możliwość dostosowania sprzętu ("hardware'u") 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 wąkospecjalizowanych zadań oraz
- łatwość zarządzania w związku z hierarchiczno-administracyjnym podporządkowaniem.

W związku z obszernym przedstawieniem form organizacyjnych usługowych ośrodków obliczeniowych, omówienie organizacji ośrodków zakładowych i resortowych, można ograniczyć do następujących stwierdzeń:

- lepsze przystosowanie sprzętu,
- głębsza specjalizacja kadr i

- dostosowanie form organizacyjnych do szczegółowo określonych zadań.

7.4. System informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej

Rozwój zastosowanej elektronicznej techniki obliczeniowej przebiega znacznie wolniej niż obiektywny wzrost zapotrzebowania na systemy API. W tym stanie rzeczy szybka wymiana informacji może, przynajmniej w pewnym stopniu, zaspokoić występujące potrzeby w tym zakresie.

Wymiana informacji powinna dotyczyć:

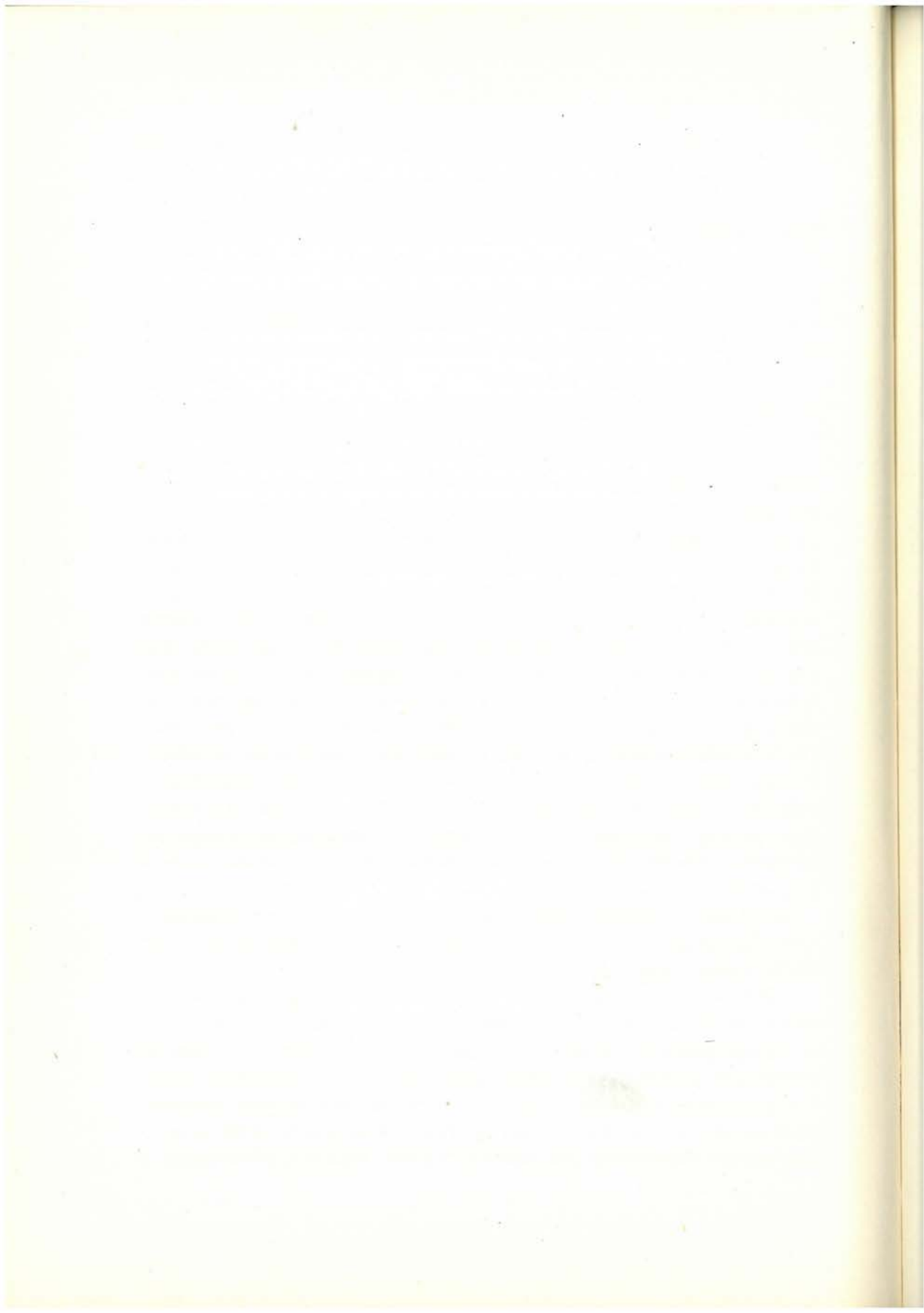
- systemów API oraz
- programów.

Wymiana informacji o systemach pozwala na zorientowanie się w postępie prac nad objęciem systemami APD, poszczególnych agend przedsiębiorstw. Aczkolwiek systemy organizacyjne poszczególnych 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 poszczególnych systemach APD, może być pomocną do znalezienia właściwych rozwiązań, pozwalających na zastosowanie systemów automatycznego przetwarzania danych. Gromadzeniem informacji, o których mowa, zajmuje się aktualnie Biuro Studiów i Projektów Automatycznego 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 oraz
- czas eksploatacji programu.

W oparciu o powyższe informacje COPAN wydaje informator o programach, w oparciu o który zainteresowane jednostki mogą nawiązywać dwustronne kontakty w sprawie wymiany programów.



JĘZYKI PROGRAMOWANIA ZAGADNIENÍ EKONOMICZNYCH

1. Wprowadzenie

Programowanie zagadnień administracyjno-ekonomicznych jest czynnością bardzo trudną, a trudności te wynikają z samej istoty przetwarzania informacji ekonomicznej.

Informacja ekonomiczna występuje przeważnie w formie dokumentalnej. Forma ta, tzn. struktura informacji, nie jest obojętna przy przetwarzaniu, które niejednokrotnie ogranicza się wyłącznie do odpowiedniego redagowania informacji, tj. nadania jej odpowiedniej formy. Poza tym należy pamiętać, że przetwarzanie to nie tylko rachowanie, ale i pewne nierachunkowe operacje na symbolach, np. łączenie, usuwanie lub wstawianie pewnych symboli. Przetwarzanie informacji jest to więc pewien zbiór sformalizowanych operacji na znakach (literach, cyfrach itp.). Wśród tych operacji wyróżnia się operacje rachunkowe (arytmetyczne) oraz operacje logiczno-lingwistyczne. Należy też pamiętać, że czynności składające się na przetwarzanie informacji zawierają bardzo dużo etapów i jeszcze więcej różnych wariantów działania.

Formalnie opisanie (zaprogramowanie) wszystkich czynności i wariantów jest bardzo trudne i może być wykonane tylko przez wykwalifikowanego specjalistę.

Wymienione trudności w poważnym stopniu utrudniają stosowanie maszyn cyfrowych do zagadnień ekonomicznych, Dlatego też od lat prowadzone są intensywne poszukiwania sposobów ułatwiających programowanie zagadnień z dziedziny przetwarzania informacji ekonomicznej. W tym celu zdefiniowano szereg języków sformalizowanych, przy pomocy których łatwo można wyrażać algorytmy przetwarzania informacji. Część takich języków orien-

towano na określony typ maszyn. Na przykład dla radzieckich maszyn typu MINSK 2(22) zdefiniowano w Czechosłowacji język MAT. Firma ICT dla produkowanych przez siebie systemów do przetwarzania danych ICT 1900, opracowała język PLAN. Dla małych maszyn IBM 360 model 20, produkowanych przez amerykańską firmę IBM, opracowano bardzo wygodny w eksploatacji język RPG. Języki te nie będą tu omawiane, z tego względu, że orientowane są na określony typ maszyn i mogą głównie interesować użytkowników tych maszyn. Dla szerszego ogółu czytelników o wiele bardziej interesujące są języki uniwersalne, niezależne od konkretnych maszyn.

Opracowanie języka uniwersalnego, szczególnie dla formułowania algorytmów przetwarzania informacji ekonomicznej, jest rzeczą trudną. Największą przeszkodę w opracowaniu uniwersalnego systemu programowania jest brak ustalonego jednolitego języka, którym posługiwaliby się ekonomiści.

Zwykle w każdej dziedzinie utarły się pewne specyficzne pojęcia, zadania, dla formułowania których używa się pewnego języka, rozumianego jednakowo przez wszystkich specjalistów danej dziedziny. Matematycy, fizycy, inżynierowie posługują się np. ogólnie rozumianym językiem algebry i to właśnie wpłynęło na burzliwe stosowanie EMC do zagadnień nazywanych naukowo-technicznymi. W dziedzinie ekonomiki też utarły się pewne specyficzne pojęcia i odrębne zagadnienia, jednak dla wyrażenia ich brak było jednolitego języka, w którym można by było formułować te zagadnienia do rozwiązywania maszynowego. Po dłuższych poszukiwaniach, w USA podjęto śmiałą próbę przyjęcia języka angielskiego, jako podstawowego języka, w którym ludzie różnych profesji z dziedziny administracyjno-ekonomicznej definiować będą swoje zadania.

W r.1956 dla maszyn typu UNIVAC zdefiniowano język FLOW-MATIC. Podstawę tego języka stanowił właśnie język angielski. Język FLOW-MATIC w chwili obecnej posiada bardziej znaczenie historyczne, aniżeli praktyczne, dlatego też nie będziemy go tutaj omawiać.

Nieco później zdefiniowano język o podobnej strukturze i nazwano go FACT. Program w tym języku zapisuje się w postaci sekwencji zdań języka angielskiego, które budowane są ze słów

ustalonego słownika, nazw danych, liczb i literali. Zdania grupowane są w paragrafy, a te z kolei w procedury. Pomyślnie korzystanie z języka FLOW-MATIC i języka FACT było bodźcem dalszego rozwoju języków opartych na naturalnym języku angielskim.

W maju 1959 r. w Pentagonie została zwołana konferencja, na której dyskutowano właśnie głównie nad problemem opracowania takiego języka. Na konferencji tej powołana została organizacja CODASYL (Committee On Data Systems Languages), której powierzono opracowanie języka COBOL (Common Business Oriented Language). Pierwszy projekt tego języka został opublikowany w kwietniu 1960 r. i nazwany COBOL-60, następnie był on kilkakrotnie korygowany i ulepszany. Obecnie najbardziej znaną jego wersją jest język COBOL-61, o którym szerzej powiedziane jest w dalszej części niniejszego skryptu¹.

Najbardziej charakterystyczną cechą języka COBOL jest możliwość opisu dowolnej struktury danych. Natomiast aparat proceduralny tego języka jest stosunkowo słaby.

W miarę wzrostu zastosowania EMC do rozwiązywania skomplikowanych problemów, języki tego typu okazały się niewystarczające. Przekonano się o niesłuszności lansowanego od lat poglądu podziału zadań na ekonomiczne i tzw. naukowo-techniczne. Jako przykład może służyć przetwarzanie danych administracyjno-ekonomicznych, przez które rozumiano jedynie rozwiązywanie na maszynie takich problemów jak obliczanie płac, gospodarka materiałowa, sporządzanie sprawozdań itp. Tymczasem do przetwarzania danych weszły takie zagadnienia jak podejmowanie decyzji, programowanie liniowe, programowanie dynamiczne, modelowanie itp.

Wszystkie te zagadnienia bazują na skomplikowanych metodach matematycznych i w tej sytuacji języki o słabym aparacie proceduralnym nie na wiele się przydają. Dlatego też dołożono wszelkich starań do zdefiniowania języków bardziej uniwersalnych, jednakowo przydatnych do programowania zagadnień naukowo-technicznych, administracyjno-ekonomicznych, sterowania procesami, jak też do projektowania systemów. Prace w tym kierunku były prowadzone równolegle na zachodzie i w państwach obozu socjalistycznego.

¹Opracowano na podstawie [18] i [29].

W dniach 8-9 czerwca 1964 roku odbyło się w Budapeszcie posiedzenie Komisji Problemowej Wielostronnej Współpracy Akademii Nauk Krajów Socjalistycznych w zakresie problemu: "Naukowe zagadnienia techniki obliczeniowej". Na posiedzeniu tym uznano za celowe zorganizowanie grupy roboczej języków algorytmicznych dla przetwarzania informacji ekonomicznej (GAJaPEI). Pierwsze spotkanie tej grupy odbyło się w Warszawie w październiku 1964 r. Na spotkaniu tym zaproponowano, aby strona radziecka przygotowała projekt języka algorytmicznego ALGEK (na bazie języka ALGOL-60), do przetwarzania informacji naukowej i ekonomicznej. Przedstawiciele Polski zobowiązali się do równoległego przygotowania projektu języka algorytmicznego do przetwarzania informacji ekonomicznej, opartej na języku COBOL-61. Projekty obu języków były przedstawione na drugim posiedzeniu GAJaPEI, które odbyło się w Berlinie w dniach 22-27 marca 1965 r.

Język ALGEK (ALGorytmiczny język zagadnień EKonomicznych) zdefiniowany został przez zespół specjalistów pod kierownictwem M.A.Koroljowa.

Jako podstawę do opracowania tego języka przyjęto język ALGOL-60, z którego usunięto te elementy, które nie miały dokładnej interpretacji, np. efekty poboczne przy procedurach-funkcjach. Wprowadzono natomiast szereg zupełnie nowych elementów, bardzo istotnych przy przetwarzaniu informacji typu ekonomicznego. Przede wszystkim należy tu wymienić następujące elementy:

- 1) bogaty aparat operacji na informacji tekstowej,
- 2) możliwość dostępu do poszczególnych symboli tekstu,
- 3) aparat opisu różnorodnych jednostek informacji hierarchicznie powiązanych między sobą i
- 4) bogaty aparat operacji na takich jednostkach.

Dla celów szkoleniowych i dla ułatwienia translacji, w 1966 r. zdefiniowano język ALGEK-U, który jest podzbiorem języka ALGEK.

Język ALGEK-U jest silnym uproszczeniem języka ALGEK, jednakże zachował wszystkie zalety i cechy charakterystyczne dla języka wzorcowego. Eksperymentalne programowanie typowych zagadnień ekonomicznych (jakie przeprowadzono w 1966 r.), do-

wiodło wielkiej przydatności i efektywności języka ALGEX-U. Język ten omówiony będzie nieco szerzej w dalszej części niniejszego skryptu².

Uczni amerykańscy wybrali nieco inną drogę dla opracowania nowego języka. W listopadzie 1963 r. firmy: SHARE i IBM utworzyły specjalny Komitet dla opracowania języka, który byłby jednakowo przydatny dla programowania zagadnień ekonomicznych, numerycznych, zagadnień sterowania, projektowania systemów itp. Postanowiono przy tym, że nowy język nie będzie rozszerzeniem żadnego z istniejących języków. Przy opracowaniu tego języka Komitet wziął pod uwagę doświadczenia uzyskane z eksploatacji takich języków jak: FORTRAN, ALGOL-60 oraz COBOL.

Pierwszy projekt nowego języka, który był nazwany NPL (New Programming Language) był zakończony w marcu 1964 r. Następnie był on kilkakrotnie ulepszany i obecnie znany jest pod nazwą PL/1 (Programming Language 1).

Język ten posiada następujące cechy charakterystyczne:

1. Uniwersalność.
2. Modularność. Od programisty nie wymaga się znajomości całego języka. W zależności od jego umiejętności może się on posługiwać różnymi podzbiorami tego języka.
3. Bogaty aparat opisu danych. Język PL/1 pozwala w prosty i jasny sposób opisywać zmienne, stałe, masywy oraz wielowymiarowe struktury.
4. Możliwość równoległo-sekwencyjnego przedstawiania algorytmów. Język PL/1 pozwala tak zapisać algorytm, aby oddzielne jego części mogły być wykonywane równoległe, niezależnie jedna od drugiej.
5. Uniwersalny podział pamięci. W zależności od charakteru programowanego zadania podział pamięci może być dokonywany statycznie, dynamicznie lub w sposób sterowany przy pomocy instrukcji ALLOCATE (rozdzielić) i instrukcji FREE (zwolnić).
6. Bogaty aparat operacji wejścia-wyjścia. W języku PL/1 rozróżnia się 2 rodzaje transmisji danych, a mianowicie: transmisja dokumentów (zapisów) i transmisja stru-

²Opracowano na podstawie [64].

mieni danych, która może być sterowana formatem, listą lub samymi danymi.

7. Możliwość operowania wielkościami o charakterze alfabetycznym lub alfanumerycznym. Oprócz bogatego aparatu opisu tych wielkości, język PL/1 pozwala na dokonywanie różnorodnych operacji na tych wielkościach. Na przykład usuwanie pewnych elementów, zamienianie innymi, łączenie różnych wielkości w jedną całość itp.

Język PL/1 pomimo swych niezaprzeczalnych zalet i szerokich możliwości, nie jest ostatnim osiągnięciem w dziedzinie rozwoju języków algorytmicznych. Twórcy uważają go wręcz jako bazę dalszego rozwoju takich języków.

Na zakończenie nadmieniamy, że definiowanie języków algorytmicznych (procedure oriented language), tzn. opisujących metody rozwiązywania określonego zadania, nie jest jedyną drogą ułatwiającą rozwiązywanie różnych problemów przy pomocy maszyn cyfrowych.

Wkłada się dużo wysiłku w badania nad opracowaniem tzw. opisujących języków (descriptive language). W języku takim opisuje się nie algorytm rozwiązania zadania, lecz samo zadanie np. w postaci układu równań liniowych, różniczkowych itp. Podaje się przy tym pewne ograniczenia, np. warunki brzegowe dla równań różniczkowych, dokładność obliczeń itp. Nic natomiast nie mówi się o metodzie rozwiązywania.

W przeciwieństwie do automatycznego tłumaczenia algorytmu zapisanego w języku algorytmicznym na program maszynowy, tłumaczenie opisu zadania na takim program, jest ogromnym krokiem naprzód i tylko w tym przypadku można mówić o prawdziwie automatycznym programowaniu.

2. C O B O L

2.1. Ogólna struktura języka

COBOL jest w zasadzie podzbiorem języka angielskiego i służy do zapisywania algorytmów z zakresu zagadnień administracyjno-ekonomicznych.

Program napisany w COBOL-u nazywa się programem źródłowym (SOURCE PROGRAM). Następnie przy pomocy kompilatora program ten jest tłumaczony na program wynikowy w kodzie wewnętrznym maszyny (OBJECT PROGRAM).

Program źródłowy składa się z 4 części (rozdziałów), które muszą występować w następującej kolejności:

1. IDENTIFICATION DIVISION (rozdział identyfikacji),
2. ENVIRONMENT DIVISION (rozdział konfiguracji),
3. DATA DIVISION (rozdział danych),
4. PROCEDURE DIVISION (rozdział procedur).

Każda z tych części dysponuje sobie właściwym zbiorem wyrażań.

Program napisany w COBOL-u rozpoczyna się tytułem rozdziału, po którym występują wszystkie wyrażenia stanowiące dany rozdział. Treść poszczególnych rozdziałów będzie omówiona nieco później.

2.2. Alfabet i słowa

Język COBOL jest językiem sformalizowanym, a więc dla opisanego go należy wymienić wszystkie symbole (alfabet) oraz podać reguły tworzenia słów. Następnie należy podać wszystkie wyrażenia (zdania), które mają w tym języku określony sens.

Alfabet COBOL-u składa się z 51 symboli, na które składają się cyfry 0,1,...,9, duże litery alfabetu łacińskiego, operatory arytmetyczne, znaki operacji logicznych, nawiasy, znaki interpunkcji itp. Z tych 51 symboli budowane są słowa, które w przybliżeniu odpowiadają pojęciu zmiennych w języku ALGOL-60. Słowo w języku COBOL nie może zawierać więcej niż 30 symboli. Koniec słowa sygnalizowany jest niektórymi znakami interpunkcji lub spacją.

Rozróżnia się 3 rodzaje słów: rzeczowniki lub nazwy (names), czasowniki (verbs), słowa zarezerwowane (reserved words). Wszystkie słowa, jak już wspomniano, pisze się dużymi literami. Słowa, które muszą wystąpić w programie nazywają się słowami kluczowymi (key words) a te, które zależą od wyboru programisty i używane są tylko dla zwiększenia czytelności programu, nazywają się słowami opcjonalnymi (optional words).

2.2.1. Rzeczowniki

1. Nazwy danych (data names) - są to nazwy (adresy) pewnych jednostek danych, używanych w programie.
2. Literale (literals) - jest to słowo, wartość którego jest identyczna z symbolami stanowiącymi to słowo. Literale numeryczne są to po prostu liczby, a literale alfanumeryczne to dowolny ciąg symboli z naniesionym cudzysłowem np. "KOT". Literale używane są wówczas, gdy w programie należy użyć nie nazwy (adres) danej, a samej danej. Właśnie ta dana nazywa się literalem. Literale alfanumeryczne podobnie jak numeryczne, mogą mieć swoje nazwy.
3. Stałe figuratywne (figurative constants) - jest to szczególny rodzaj literalu, któremu przyporządkowano określoną wartość. Nazwa tej stałej występuje bez cudzysłowu. Przykłady takich stałych: ZERO, SPACE, SPACES, HIGH-VALUE itp.; należy pamiętać, że ZERO to nie to samo co "ZERO".
4. Nazwy warunkowe (conditional names) - są to zwykle nazwy mnemoniczne, którym przyporządkowano jedną lub kilka wartości. Wartości te przyporządkowane są w odpowiedniej formie w rozdziale danych np.

O1 PŁEC

88 MEZCZYZNA VALUE IS 1

88 KOBIEITA VALUE IS 0,

gdzie nazwie MEZCZYZNA przyporządkowano wartość 1 i w programie zamiast tej wartości może być używana nazwa MEZCZY-
ZNA

a zamiast zwrotu: IF PŁEC = 1

można napisać: IF MEZCZYZNA

2.2.2. Czasowniki

Słowa te oznaczają pewne czynności i mogą być użyte tylko w rozdziale procedur. Czasowniki wraz ze swymi parametrami tworzą instrukcje, które można podzielić na deklaracyjne, rozkazujące i warunkowe. Bardziej dokładnie instrukcje te będą omówione w rozdziale procedur.

2.2.3. Słowa zarezerwowane

Są to słowa, które mają specjalne znaczenie w programie. Słów tych nie można używać ani jako rzeczowników, ani jako czasowników. Rozróżnia się 3 rodzaje takich słów:

- funktorowe (IN, OF, AND, OR itp.),
- słowa opcjonalne (ON, IS, ARE, itp.), i
- słowa kluczowe (VALUE, DIVISION itp.).

2.3. Identyfikacja programu

Dane dotyczące identyfikacji programu podaje się w rozdziale o zastrzeżonej nazwie IDENTIFICATION DIVISION. W rozdziale tym podaje się taką informację jak: nazwę programu, datę napisania, autora programu i pewne inne informacje np. krótką notatkę o samym programie. Przykładem może być następująca konstrukcja:

```
IDENTIFICATION DIVISION
PROGRAM-ID.    OBLICZANIE ZAROBKÓW BRUTTO
AUTHOR.        KOWALSKI JAN
INSTALLATION.  LABORATORIUM OBLICZENIOWE WSE.
DATA-WRITTEN.  MARZEC 1968.
REMARKS.       JEST TO PROGRAM ĆWICZENIOWY.
```

2.4. Opis systemu przetwarzania danych

Opis ten umieszcza się w rozdziale ENVIRONMENT DIVISION, gdzie podaje się cechy jednostki centralnej oraz urządzeń wchodzących w skład Systemu Przetwarzania Danych, który będzie używany do kompilacji oraz do wykonywania programu wynikowego. Ta część programu w dużej mierze jest zależna od konkretnej maszyny i chcąc zrealizować program na innej maszynie, należy ją zmienić stosownie do tej maszyny.

Rozdział ten składa się z dwóch głównych sekcji o zastrzeżonych nazwach: mianowicie CONFIGURATION SECTION i INPUT-OUTPUT SECTION. Ogólna budowa tej części COBOL-u jest więc następująca:

ENVIRONMENT DIVISION.

CONFIGURATION SECTION.

SOURCE COMPUTER (nazwa EMC, na której będzie dokonywana kompilacja).

OBJECT COMPUTER (nazwa maszyny, na której będzie wykonywany program wynikowy).

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE CONTROL (pod tym tytułem wszystkim zbiorom danych wejściowych i wyjściowych przyporządkowuje się określone urządzenia zewnętrzne maszyny).

Założymy, że dane wejściowe stanowią zbiór nazwany KWITY. Do maszyny będą one wprowadzane z czytnika kart perforowanych, a wynikiem obliczeń będzie TABULOGRAM, który będzie wydrukowany na drukarce wierszowej. Wówczas pod tytułem FILE CONTROL będzie umieszczony następujący zapis:

```
SELECT KWITY ASSIGN TO CADR-READER-1.
```

```
SELECT TABULOGRAM ASSIGN TO PRINTER-1.
```

2.5. Opis danych

Do opisu danych przeznaczony jest kolejny rozdział programu w COBOL-u, który nazywa się DATA DIVISION.

W rozdziale tym opisuje się wszystkie zbiory, zapisy (records) oraz jednostki danych, które będą wykorzystywane w rozdziale procedur. Przed przystąpieniem do opisu tej części programu, będą wyjaśnione pewne podstawowe pojęcia.

Najbardziej elementarną jednostką danych jest pojedynczy symbol (charakter). Jeden lub kilka symboli stanowi tzw. jednostkę danych (data item). Taką jednostką może być numer konta, ilość, wartość, nazwisko pracownika itp. Każdej jednostce danych może być przyporządkowana nazwa tej jednostki (data name), inaczej jest to miejsce (adres) w pamięci maszyny, gdzie przechowywana jest odpowiednia jednostka. Z jednostek danych tworzy się tzw. zapisy lub rekordy. Record (z angielskiego) jest to po prostu to, co potocznie znane jest pod nazwą dokumentu.

W języku COBOL zapisem (dokumentem) jest zarówno macierz, jak i zwykły wektor oraz wszystkie dokumenty występujące w normalnej działalności gospodarczej.

Zapisy tego samego typu lub kilku typów mogą być zgrupowane w zbiory (file), czasem nazywane kartotekami lub plikami. Zbiory takie przechowywane są na taśmach magnetycznych, skąd mogą być wczytane do pamięci operacyjnej. Czasem zbiór nie mieści się w pamięci operacyjnej i dlatego zbiory dzielone są na tzw. bloki fizyczne, zawierające od kilku do kilkuset słów. Wymiana między pamięcią operacyjną a pamięcią pomocniczą zawsze dotyczy jednego bloku w całości.

Bloki na taśmie dzielone są tzw. obszarami stop-start, które potrzebne są na uruchomienie lub wyhamowanie taśmy. Każdy zbiór na taśmie poprzedzony jest etykietą początku zbioru (BEGINING-FILE-LABEL) i zakończony jest etykietą końca zbioru (ENDING-FILE-LABEL).

Po tych krótkich wyjaśnieniach wprowadzających można przejść do opisu struktury rozdziału danych. Rozdział ten składa się z trzech głównych sekcji a mianowicie: FILE SECTION, WORKING-STORAGE SECTION i CONSTANT SECTION. Pierwsza z tych sekcji opisuje zbiory wejścia i wyjścia w aspekcie ich formatu organizacyjnego i logicznego. Można tu wyróżnić dwie części składowe. Pierwsza część składa się ze zdań opisu zbioru, które następują po symbolu FD (file descriptions). W zdaniach tych podaje się charakterystykę fizyczną i organizację danych. W drugiej części tej sekcji podaje się zdania opisu zapisu (rekordu), gdzie opisuje się poszczególne jednostki danych.

W pewnym uproszczeniu strukturę tej sekcji można przedstawić następująco:

FILE SECTION.

FD - po symbolu tym wymienia się nazwę zbioru; można też podać wielkość zbioru w znakach lub rekordach. Podaje się też nazwy etykiet początku i końca zbioru.

DATA RECORDS ARE - tu wymienia się nazwy wszystkich dokumentów (rekordów), które stanowią dany zbiór. Po wymienieniu wszystkich zapisów następuje ciąg zdań opisujących te dokumenty.

Zdania opisu zapisu powinny obowiązkowo zawierać następujące dane: nazwę zapisu, ilość i typ (numeryczne i alfanumeryczne) symboli, format poszczególnych jednostek i niektóre inne dane.

Wszystkie dokumenty (zapisy) występujące w programie COBOL-u jako dane wejściowe, wyjściowe czy też robocze, są hierarchicznym uporządkowaniem jednostek danych. Hierarchię tę zadaje się odpowiednim przyporządkowaniem poziomów różnym jednostkom wchodzącym w skład zapisu. Sam dokument zawsze otrzymuje najwyższy poziom tzn.1 (można też pisać 01). Wszystkie jednostki lub grupy jednostek, na które bezpośrednio dzieli się dokument, otrzymują ten sam numer poziomu, a mianowicie 02. Wszystkie jednostki wchodzące w skład tych, które posiadają numer poziomu 02 otrzymują numer 03 itd. Najwyższym numerem poziomu jaki można w ten sposób przyporządkować jest 49.

Załóżmy, że dany jest następujący dokument (zapis)

RAPORT				
DZIEŃ	DATA	OBROTY		STAN
	MIESIAC	PRZYCHÓD	ROZCHÓD	

Zapis ten nazywa się RAPORT i otrzymuje on numer 01. Raport dzieli się na grupę jednostek, której nadano imię DATA, grupę jednostek z imieniem OBROTY i na jednostkę danych STAN; wszystkie one otrzymują numer poziomu 02. Grupa jednostek identyfikowana jako DATA składa się z dwóch elementarnych jednostek DZIEŃ i MIESIAC, podobnie grupa jednostek OBROTY składa się z jednostek: PRZYCHÓD i ROZCHÓD; ostatnie cztery jednostki otrzymują numer poziomu 03.

Strukturę tego dokumentu w notacji cobolowskiej zapisze się następująco:

01 RAPORT
02 DATA
03 DZIEŃ
03 MIESIAC

02 OBROTY
03 PRZYCHOD
03 ROZCHOD
02 STAN

Informacja o strukturze logicznej dokumentu nie jest wystarczająca. Oprócz tej informacji w programie COBOL-u należy podać dokładną charakterystykę poszczególnych jednostek danych. Na tę charakterystykę mogą składać się następujące informacje:

- rozmiar jednostki w ilości znaków,
- charakter tej jednostki (numeryczna, alfabetyczna, alfanumeryczna),
- do jakich celów dana jednostka będzie wykorzystana (do obliczeń czy też do redagowania wyników) oraz
- gdzie jest umieszczona kropka dziesiętna.

Założmy, że jednostki danych wchodzące w skład zapisu REPORT mają następujące charakterystyki:

- DZIEN - wielkość numeryczna, maksymalny rozmiar dwie cyfry dziesiętne; w języku COBOL zapisuje się to w postaci tzw. formatu w sposób następujący: 99 lub 9 (2); wykorzystana ona będzie w programie tylko do wyprowadzania;
- MIESIAC - klasa też numeryczna, rozmiar dwa znaki dziesiętne, służy do redagowania wyników;
- PRZYCHOD - należy do klasy numerycznej, rozmiar 6 znaków dziesiętnych, z tym, że po kropce dziesiętnej mogą występować dwa znaki, co zapisuje się następująco: 9999V99 lub 9(4)V 9(2); wykorzystanie oczywiście do obliczeń;
- ROZCHOD - analogicznie jak PRZYCHOD;
- STAN - analogicznie jak dwie poprzednie jednostki, z tym, że wartość tej jednostki powinna wystąpić ze znakiem (plus lub minus). Tak więc format (obraz) tej jednostki zapisze się więc następująco:
S9(4)V 9(2). Litera S (SIGN) pokazuje miejsce umieszczenia znaku.

Powyższy format można też zapisać tak:

9(6) POINT LOCATION IS LEFT 2 PLACES; SIGNED.

Założymy dalej, że dany jest pewien zbiór dokumentów, któremu przyporządkowuje się nazwę DANE. Zbiór ten jest umieszczony na taśmie magnetycznej blokami po 20 dokumentów. Cały zbiór DANE rozpoczyna się etykietą początku zbioru i kończy się etykietą końca zbioru. Jeżeli etykiety te (poprzez użycie zwrotu LABEL RECORD IS STANDARD) są standardowe dla danej maszyny, to programista nie musi ich opisywać, zaznacza tylko fakt, że są standardowe. W przeciwnym przypadku struktura etykiety musi być dokładnie opisana.

Uwzględniając poczynione założenia, opis całego zbioru będzie wyglądał następująco:

FILE SECTION.

FD DANE; BLOCK CONTAINS 20 RECORDS;

LABEL RECORD IS STANDARD; DATA RECORD IS RAPORT.

01 RAPORT

02 DATA; USAGE IS DISPLAY.

03 DZIEN; SIZE IS 2 NUMERIC DIGITS.

03 MIESIAC; PICTURE IS 99.

02 OBROTY; PICTURE IS 9(4)V(9)2; USAGE IS COMPUTATIONAL.

03 PRZYCHOD

03 ROZCHOD

02 STAN; SIZE IS 6 DIGITIS; PICTURE IS S9(4)V9(2);

USAGE IS COMPUTATIONAL.

Używając zwrotu VALUE IS niektórym jednostkom danych przyporządkowuje się pewne stałe wartości. Jeżeli któraś z nazw występuje jako nazwa warunku, to jej przyporządkowuje się zarezerwowany numer poziomu 88.

W drugiej sekcji tego rozdziału, a mianowicie w sekcji pamięci roboczej (WORKING STORAGE SECTION) opisane są te pola pamięci roboczej maszyny, gdzie podczas wykonywania programu przechowywane są przez pewien okres czasu wyniki pośrednie obliczeń oraz inne informacje.

Sekcja pamięci roboczej składa się ze zdań opisu zapisu (rekordu), jak też zdań opisu oddzielnych jednostek danych. Każdej takiej jednostce przyporządkowuje się zarezerwowany numer poziomu 77.

Zdania opisu zapisu niczym się nie różnią od zdań używanych w FILE SECTION, z tą tylko różnicą, że tu nie ma obowiązku opisu zbioru.

Przykład

```
WORKING-STORAGE SECTION.  
77 WARTOSC; PICTURE 999V9.  
77 WYNIK; PICTURE 9(6)V9.  
01 DOKUMENT.  
02 CZESC-1; PICTURE IS 99.  
02 CZESC-2; PICTURE IS 9(6).
```

W ostatniej sekcji tego rozdziału, a mianowicie w sekcji stałych (CONSTANT SECTION), opisuje się te jednostki i zapisy, które posiadają stałą wartość i podczas realizacji całego programu wartości te pozostają niezmienione. Wartości te zadaje się zwrotem VALUE.

Przykład

```
CONSTANT SECTION.  
77 DATA; PICTURE IS 99; VALUE IS 25.  
77 TYTUŁ; CLASS ALPHABETIC; SIZE IS 6; VALUE IS "RAPORT".
```

2.6. Procedury

Część proceduralną języka COBOL zapisuje się w ostatnim rozdziale nazwanym PROCEDURE DIVISION. W tej części programu podaje się kolejne kroki, które maszyna musi wykonać, aby wprowadzić dane wejściowe, przetworzyć je oraz wyprowadzić wyniki, tzn. wydrukować, wydziurkować na kartach perforowanych lub też zapisać na taśmie magnetycznej.

Głównymi elementami w rozdziale procedur są czasowniki, które wraz ze swoimi parametrami tworzą tzw. instrukcje. Instrukcje można podzielić na 3 rodzaje: rozkazujące, warunkowe i deklaracyjne lub kompilatorowe. Dwa pierwsze rodzaje instrukcji mogą być zgrupowane w tzw. zdania cobolowskie. Zdania z kolei mogą być zgrupowane w paragrafy, a grupa paragrafów może tworzyć jeszcze większe jednostki zwane sekcjami. Nazwę (etykietę) może otrzymać tylko paragraf lub sekcja.

Dokładne rozpatrzenie wszystkich możliwych czasowników i instrukcji zajęłoby zbyt dużo miejsca i dlatego będą rozpatrzone typowe przykłady poszczególnych instrukcji.

1. Instrukcje rozkazujące.

Chcąc wyliczyć wartość następującego wyrażenia $A=B+C$ w programie COBOL-u pisze się następującą instrukcję:

ADD B TO C GIVING A.

lub COMPUTE A=B+C.

W celu przyporządkowania zmiennej A wartości zmiennej B wymagana jest następująca instrukcja:

MOVE B TO A.

lub równoważna jej: COMPUTE A=B.

Przykłady innych instrukcji rozkazujących:

MULTIPLY X BY Z GIVING Y.

SUBTRACT ROZCHÓD IN RAPORT FROM PRZYCHÓD IN RAPORT
GIVING STAN IN RAPORT.

ADD A,B,C AND D GIVING K. ($K=A+B+C+D$)

DIVIDE A INTO B GIVING C. ($C=B/A$)

2. Instrukcje przeznaczone dla kompilatora.

Instrukcje te składają się z czasowników przeznaczonych dla kompilatora (USE, EXIT, NOTE, INCLUDE, DEFINE itp.). Służą one do przekazania specjalnych informacji kompilatorowi. Np. ciąg symboli zdania stojący po czasowniku NOTE jest zupełnie ignorowany przez translator.

3. Instrukcje warunkowe.

Przykłady:

IF NUMER-KLIENTA IS EQUAL TO NUMER-1 THEN PERFORM
KALKULACJA; OTHERWISE MULTIPLY CENA BY ILOŚĆ GIVING
WARTOŚĆ.

IF MEŻCZYŻNA THEN GO TO OBLICZENIE.

IF X IS LESS THAN 345 THEN ADD A TO X GIVING Y;
OTHERWISE SUBTRACT X FROM A GIVING Y.

2.7. Przykład programu w języku COBOL

Założmy, że dane wejściowe przedstawione są na kartach perforowanych (80-kolumnowych). Jedna karta ze zbioru nazwanego DANE zawiera następujące dane:

Artykuł	Symbol	Nabywca	Ilość

Poza tym dany jest zbiór kart cennika, który nazywa się CENNIK. Jedna karta tego zbioru nazywana POZYCJA zawiera dane:

Symbol	Cena

Na podstawie tych dwóch zbiorów należy sporządzić następujący raport:

RAPORT					
Artykuł	Symbol	Nabywca	Ilość	Cena	Wartość

Dla uproszczenia programu zakłada się, że każdej karcie ze zbioru DANE odpowiada pozycja w CENNIKU. Zakłada się poza tym, że zbiór DANE i zbiór CENNIK uporządkowane są w rosnącej kolejności symboli artykułów.

IDENTIFICATION DIVISION.
PROGRAM ID. PRZYKŁAD-COB.
INSTALLATION. LABORATORIUM OBLICZENIOWE WSE.
DATA WRITTEN. MARZEC 1968.
REMARKS. JEST TO UPROSZCZONY PRZYKŁAD PROGRAMU COBOL.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SOURCE COMPUTER. ODRA.
OBJECT COMPUTER. ODRA MEMORY SIZE 10000 CHARACTERS.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE CONTROL.

SELECT DANE; ASSIGN TO CARD-READER-1.
SELECT CENNIK; ASSIGN TO CARD-READER-2.
SELECT RAPORT; ASSIGN TO PRINTER-1.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD DANE; LABEL RECORD IS OMITTED; DATA RECORD IS KARTA.

01 KARTA.

02 ARTYKUŁ; CLASS ALPHABETIC; SIZE IS 10 DISPLAY CHARACTERS.

02 SYMBOL; PICTURE IS 99999.

02 NABYWCA; PICTURE A(15).

02 ILOSC; PICTURE IS 999; USAGE COMPUTATIONAL.

02 FILLER; SIZE IS 48.

FD CENNIK; LABEL RECORD OMITTED; DATA RECORD IS POZYCJA.

01 POZYCJA.

02 SYMBOL; SIZE IS 5 DIGITS; PICTURE IS 9(5).

02 CENA; PICTURE 999V99.

02 FILLER; SIZE IS 70.

FD WYNIKI; LABEL RECORD OMITTED; DATA RECORD ARE WIERSZ-RAPORTU;
TYTUŁY.

01 WIERSZ-RAPORTU.

02 ARTYKUŁ; SIZE IS 30 ALPHABETIC CHARACTERS; JUSTIFIED
RIGHT.

02 SYMBOL; PICTURE IS Z(5)9(5).

02 NABYWCA; PICTURE A(30); JUSTIFIED RIGHT.

02 ILOSC; PICTURE Z(7)9.

02 CENA; PICTURE Z(2)9.99.

02 WARTOSC; PICTURE Z(8)9.99.

02 FILLER; PICTURE X(24).

01 TYTUŁY; PICTURE IS X(120).

WORKING-STORAGE SECTION.

77 WAR; PICTURE IS 9(9)V99.

01 TYTUŁ DOKUMENTU.

02 FILLER; PICTURE X(55) VALUE SPACES.

02 NAZWA; PICTURE A(6) VALUE "RAPORT".

02 FILLER; PICTURE X(59) VALUE SPACES.

01 TYTUŁY-RUBRYK.

02 FILLER; PICTURE X(20) VALUE SPACES.

02 RUBRYKA-1; PICTURE A(7) VALUE "ARTYKUŁ".

02 FILLER; PICTURE X(5) VALUE SPACES.
02 RUBRYKA-2; PICTURE A(6) VALUE "SYMBOL".
02 FILLER; PICTURE X(70) VALUE SPACES.
02 RUBRYKA-3; PICTURE A(7) VALUE "NABYWCA".
02 FILLER; PICTURE X(15) VALUE SPACES.
02 RUBRYKA-4; PICTURE A(5) VALUE "ILOSC".
02 FILLER; PICTURE X(5) VALUE SPACES.
02 RUBRYKA-5; PICTURE A(4) VALUE "CENA".
02 FILLER; PICTURE X(9) VALUE SPACES.
02 RUBRYKA-6; PICTURE A(7) VALUE "WARTOSC".
02 FILLER; PICTURE X(20) VALUE SPACES.

PROCEDURE DIVISION.

START. OPEN INPUT DANE, CENNIK; OPEN OUTPUT WYNIKI.

MOVE SPACES FROM TYTUŁ-DOKUMENTU BEFORE ADVANCING 2
LINES.

WRITE TYTUŁY FROM TYTUŁY-RUBRYK BEFORE ADVANCING 2
LINES.

CZYTANIE-DANYCH. READ DANE RECORD; AT END GO TO KONIEC.

CZYTANIE-CEN. READ CENNIK RECORD.

IF SYMBOL IN KARTA IS NOT EQUAL TO SYMBOL IN POZYCJA
THEN GO TO CZYTANIE-CEN OTHERWISE

MULTIPLY ILOSC IN KARTA BY CENA IN POZYCJA GINING WAR.

REDAGOWANIE. MOVE ARTYKUŁ IN KARTA TO ARTYKUŁ IN WIERSZ-RA-
PORTU;

MOVE SYMBOL IN KARTA TO SYMBOL IN WIERSZ-RAPORTU;

MOVE NABYWCA IN KARTA TO NABYWCA IN WIERSZ-RAPORTU;

MOVE ILOSC IN KARTA TO ILOSC IN WIERSZ-RAPORTU; MOVE

CENA IN POZYCJA TO CENA IN WIERSZ-RAPORTU; MOVE WAR TO

WARTOSC IN WIERSZ-RAPORTU.

DRUKOWANIE. WRITE WIERSZ-RAPORTU.

GO TO CZYTANIE-DANYCH.

KONIEC. CLOSE DANE, CENNIK, WYNIKI.

STOP RUN.

Wyjaśnienia niektórych zwrotów użytych w programie.

FILLER jest to standardowa nazwa takich jednostek danych, które w rozdziale procedur nie występują jako argumenty, jednak odpowiada im pewne miejsce w pamięci. Np. dane umieszczone w KARTA zajmują 32 kolumny, pozostałe 48 są puste i im właśnie przyporządkowano nazwę FILLER.

Z programu nietrudno wywnioskować, że słowo IS jest słowem opcjonalnym, użycie go zwiększa tylko czytelność programu.

Znaczenie zwrotu JUSTIFIED RIGHT wyjaśniamy na prostym przykładzie. Załóżmy, że dla wartości zmiennej IMIE było zarezerwowane 10 pozycji, jeśli dalej wartością tej zmiennej jest imię JAN, to na zarezerwowanym miejscu będzie ono umieszczone na pierwszych trzech (od lewej) pozycjach. Przy użyciu zwrotu JUSTIFIED RIGHT, wartość zmiennej IMIE będzie umieszczona na ostatnich pozycjach zarezerwowanego miejsca.

2.8. Uwagi końcowe

W programie napisanym w języku COBOL między innymi można wyróżnić następujące cechy:

1. COBOL jest podzbiorem języka angielskiego, a więc cały program może być napisany wyłącznie przy pomocy języka angielskiego.
2. W programie niezależnie od zapisanego algorytmu występuje dużo tzw. słów kluczowych, które zawsze muszą wystąpić.
3. Stosowane nazwy argumentów są nieraz bardzo długie (do 30 symboli).
4. Występuje dużo synonimów, tak, że jedną i tę samą treść można wyrazić kilkoma sposobami.

Według niektórych autorów cechy te nadają przejrzystości i czytelności programowi, gdyż osoba znająca język angielski łatwo może przeczytać taki program napisany "prozą". Ze względu na wymaganą znajomość języka angielskiego nie dla każdego Polaka program taki jest czytelny. Należy poza tym pamiętać, że pisanie takich czytelnych programów nie jest sprawą najłatwiejszą. Używanie dużej ilości słów kluczowych jest nudne, poza tym programista zamiast zmiennej ZAROBEK-BRUTTO-TYGODNIOWY jako argumentu woli użyć zmiennej np. Z, pamiętając przy tym, że jest to właśnie tygodniowy zarobek brutto. Czytelnik zaś wolałby widzieć w programie zamiast jednej litery Z cały napis ZAROBEK-BRUTTO-TYGODNIOWY. Wobec tego powstaje problem wyboru między czytelnością a łatwością pisania programu. Jeżeli wybrano czytelność to zwiększono trudność pisania i odwrotnie.

Fachowcy z firmy ICT (International Computers and Tabulators) formułując język RAPIDWRITE postanowili usunąć te sprzeczności. Wybrali łatwość pisania programu (w końcu to jest najważniejsze) a czytelność wg nich powinna zabezpieczyć sama maszyna.

RAPIDWRITE nie jest nowym językiem, autorzy bowiem przyjęli język COBOL ze wszystkimi jego zaletami, zmieniając tylko formę zapisu programu. W tym celu opracowano trzy rodzaje formularzy:

1. Dane, które zapisuje się w COBOL-u w rozdziale wyposażenia, w RAPIDWRITE zapisuje się na formularzu ENVIRONMENT DIVISION.
2. Informację składającą się na rozdział danych zapisuje się w szwycyngowej formie formularza DATA DIVISION.
3. Instrukcje z rozdziału procedur zapisuje się na następujących (jedenastu) typach kart:
READ, WRITE, STOP, GO, MOVE, COMPUTE, PERFORM, IF, SUBTRACT, INCLUDE i PARAGRAPH.

Na każdym z tych typów kart można zapisać tylko po jednej instrukcji. Na formularzach wydrukowane są na stałe, wszystkie potrzebne słowa kluczowe a programista wstawia tylko odpowiednie parametry. Dla ułatwienia pracy programisty słowa ograniczone są do 5-ciu symboli. Pisanie po jednej instrukcji na oddzielnych kartach posiada tę ważną zaletę, że bez kłopotu można poprawiać program, wystarczy bowiem usunąć kartę błędną a w tym miejscu wstawić jedną lub kilka kart poprawnych.

Jak widać, pisanie programu w takiej formie nie przedstawia zbyt wielkich trudności, jednak czytelność takiego programu nie jest duża. Z tego względu polecono maszynie przekształcić zdania RAPIDWRITE w czytelne zdania COBOL-u. Aby to uzyskać, do programu w COBOL-u należy zapisać wszystkie słowa kluczowe wydrukowane na formularzach RAPIDWRITE. W tym celu zakłada się tzw. "słownik formatów". Poza tym zakłada się tablicę synonimów nazw; w RAPIDWRITE np. używano zmiennej Z, w COBOL-u natomiast milej widziana jest nazwa ZAROBEK-BRUTTO-TYGODNIOWY.

Jeśli "słownik formatów" sporządzi się np. w języku polskim, to w wyniku pracy maszyny otrzyma się polski COBOL, który będzie zrozumiały dla każdego Polaka.

3. ALG EK - U

3.1. Uwagi wstępne

Język ALG EK-U, jako podzbiór języka ALG EK, jest rozszerzeniem języka ALG OL-60. Z tego względu omówione będą głównie te elementy języka ALG EK-U, które stanowią uzupełnienie języka ALG OL-60.

W wersji publikacji i konkretnej realizacji ALG EK (ALG EK-U), zezwala się na zastąpienie rosyjskich słów, przez równoważne im słowa języka angielskiego. Dlatego też przy omawianiu niektórych elementów języka ALG EK-U wszystkie słowa kluczowe będą występowały w transkrypcji angielskiej.

3.2. Łańcuchy i zmienne łańcuchowe

Formalnie łańcuch w języku ALG EK-U definiuje się następująco:

```
<łańcuch prawidłowy> ::= <symbol łańcucha> | <łańcuch prawidłowy> |  
                        <symbol łańcucha> | <puste>  
  
<łańcuch> ::= <łańcuch prawidłowy>  
<symbol łańcucha> ::= <litera> | <cyfra> | <znak specjalny> | <ogranicznik>  
<znak specjalny> ::= | - | I | _ | ! | , | ' | ? | *
```

Łańcuchem może być nazwisko pracownika, numer wyrobu, nazwa wyrobu itp.

Przykłady:

```
'JAN',  
'KRZESŁO',  
'25-38/68',  
'15 MARZEC 1968'.
```

Łańcuch, w odróżnieniu od identyfikatora, nie jest nazwą jakiejś wielkości, ale sam stanowi daną wielkość (podobnie jak literale w języku COBOL-61). Oczywiście łańcuch może posiadać swój identyfikator tzn. nazwę tego łańcucha. W tym celu w języku ALG EK-U wprowadzono nowy typ zmiennej a mianowicie zmienną łańcuchową. Wartość takiej zmiennej stanowi łańcuch prawidłowy. W związku z wprowadzeniem nowego typu zmiennych, pojęcie "typ" w języku ALG EK-U posiada następującą definicję:

```
<typ> ::= REAL | INTEGER | STRING
```


W języku ALGEX-U, w odróżnieniu od języka ALGEX, zmienne typu boolean nie występują.

Zmienne łańcuchowe mogą być grupowane w pewne tablice (wektory, macierze itp.). Wszystkim elementom takich tablic przyporządkowuje się jedną, wspólną nazwę, a poszczególne elementy tablicy identyfikuje się przy pomocy wskaźników.

Przykład:

Załóżmy, że dana jest następująca tablica nazwana PERS:

'BAK'	'25-39'
'KOT'	'01-40'
'JAN'	'30-50'

w języku ALGEX-U opisze się ją następująco:

STRING ARRAY PERS [1:3, 1:2]

Każdy element łańcucha prawidłowego zajmuje oddzielną pozycję. Uważa się, że pozycje ponumerowane są od lewej do prawej.

W języku ALGEX-U istnieje możliwość dostępu do poszczególnych elementów łańcucha, za pomocą następujących konstrukcji:

< nazwa zmiennej > [ELEMENTS < wykaz pozycji >]

< nazwa tablicy > [< wykaz wskaźników > ELEMENTS < wykaz pozycji >]

Przykład

Załóżmy, że wartością zmiennej łańcuchowej K, która w programie była opisana jako STRING K jest łańcuch PROGRAM, wówczas wartością wyrażenia K [ELEMENTS 5] będzie R, a wartością wyrażenia K [ELEMENTS 5:7] będzie RAM. Wartością zmiennej PERS [1, 2 ELEMENTS 4:5] jest 39.

3.3. Formaty

Formalne opisanie formatów przy pomocy metajęzyka BACKUSA zajęło by zbyt wiele miejsca i dlatego niżej ograniczymy się tylko do semantycznego wyjaśnienia tego pojęcia i podania przykładów.

Formaty są to łańcuchy prawidłowe i służą do ograniczania wielkości tekstowych, podobnie jak w COBOL-u zwrot PICTURE. Rozróżnia się formaty tekstowe i liczbowe. Format tekstowy

(łańcuchowy) składa się z jednego lub kilku symboli C. Każdy taki symbol wskazuje, że w tym miejscu zmiennej łańcuchowej może znajdować się dowolny symbol łańcucha. Na przykład jeżeli zmienna łańcuchowa K może się składać co najwyżej z 7 symboli, to opis typu tej zmiennej uzupełnia się następującym opisem formatu: FORMAT 'CCCCCC' lub FORMAT 'C (7)' tzn. kompletny opis zmiennej K będzie wyglądał następująco:

STRING K FORMAT 'C(7)'

Jeżeli zmienna łańcuchowa nie była opisana formatem, to długość łańcucha stanowiącego wartość tej zmiennej można obliczyć przy pomocy funkcji standardowej LENGTH (T). Argumentem tej funkcji może być tylko zmienna łańcuchowa lub wyrażenie łańcuchowe, o którym będzie mowa nieco dalej.

Działanie tej funkcji pokażemy na następujących przykładach:

T	<u>LENGTH</u> (T)
'PROGRAM'	7
'1968'	8
"	0

Opis wszystkich zmiennych typu INTEGER i REAL może być uzupełniony opisem formatu liczbowego, wówczas zmienne te obok swego głównego znaczenia mogą występować jako łańcuchy. Tak więc zmienne liczbowe posiadające format, mogą występować jako argumenty funkcji LENGTH (T), poza tym istnieje możliwość dostępu do poszczególnych elementów wartości takich zmiennych poprzez konstrukcję

<nazwa zmiennej> [ELEMENTS <wykaz pozycji>]

W skład łańcucha stanowiącego format liczbowy mogą wchodzić następujące symbole:

- 9 - wskazuje, że w tym miejscu powinna znajdować się jedna z 10 cyfr;
- P - podobnie jak 9 z tym, że zera nieznaczące zastąpione są spacjami;
- . - wskazuje miejsce występowania kropki dziesiętnej, kropka ta musi występować jawnie;

T - wskazuje miejsce rozumianej kropki dziesiętnej. Przy zapisie liczby do pamięci maszyny kropka taka nie występuje jawnie, jednak należy rozumieć, że ona w danym miejscu istnieje; co uwzględnia się przy obliczeniach. Liczba np. 2,5 w formacie 9T9 zapisze się jako 25; przy obliczaniu długości łańcucha symbol ten nie jest uwzględniany, a przy drukowaniu liczby w formacie której występowała rozumiana kropka dziesiętna, na miejscu T będzie spacja;

- + - pierwszy symbol +, jeśli ich jest kilka, wskazuje miejsce znaku liczby a pozostałe analogicznie jak symbol P.
- - podobnie jak + z tym, że jeżeli wartość zmiennej jest liczbą dodatnią, to znak plus zamieniany jest spacją.

Każdy z tych symboli może występować w formacie kilkakrotnie. W tym przypadku wypisuje się wszystkie symbole po kolei lub też pisze się dany symbol i w nawiasach okrągłych zapisuje się ilość tych symboli.

Przykład:

Liczba 125 w formacie '9999' zapisze się następująco: 0125. Zapis liczby -125 w tym formacie jest nieokreślony. W następującej tablicy przedstawiono inne przykłady:

Format Liczba	'-999'	'99.99'	'+999T9(2)'	'P(3)9.99'
-12	-012	-	-012 00	-
2,4	002	02.40	+002 40	2.40
25	025	25.00	+025 00	25.00
-28,43	-028	-	-028 43	-

3.4. Opis danych

Opisy służą do dwóch celów: informują maszynę o charakterze i strukturze organizacyjnej wielkości używanych zmiennych w programie oraz powodują rezerwację odpowiedniej ilości miejsca w pamięci maszyny.

Syntaksa opisu w języku ALGEX-U jest następująca:

```
<opis> ::= <opis zmiennych prostych>|<opis masywów>|<opis struktur>|
          <opis procedury>
```

Określimy pojęcie masywu i struktury.

Masywem nazywamy n-wymiarowy uporządkowany zbiór wielkości tego samego typu. Algolowskim synonimem tego pojęcia jest tablica.

Strukturą nazywa się hierarchicznie uporządkowany ciąg zmiennych skalarnych, masywów i struktur; są to więc różnego rodzaju dokumenty, zestawienia, raporty itp.

Dla porównania przypomina się, że w języku COBOL zamiast pojęcia masywu i struktury, stosuje się jedno pojęcie zapisu lub rekordu; masyw jest więc szczególnym rodzajem rekordu.

W związku z wprowadzeniem nowego typu zmiennych STRING oraz opisu formatu, syntaksa opisu zmiennych prostych w języku ALGEX-U wygląda następująco:

```
<element wykazu zmiennych prostych> ::= <nazwa zmiennej> |  
    <nazwa zmiennej> FORMAT <wyrażenie formatu>  
  
<wykaz zmiennych prostych> ::= <element wykazu zmiennych prostych> |  
    <element wykazu zmiennych prostych> , <wykaz zmiennych prostych>  
  
<typ> ::= REAL | INTEGER | STRING  
  
<opis zmiennych prostych> ::= <typ> <wykaz zmiennych prostych>
```

Przykłady:

```
REAL A, CENA  
INTEGER A, B, C FORMAT '+9 (5)'  
STRING K, C, ZAROBEK FORMAT 'C (20)'
```

Opis masywów w języku ALGEX-U jest zupełnie podobny do opisu tablic w ALGOL-u, tylko uwzględnić należy możliwość uzupełniania algolowskiego opisu, opisem formatu. Oprócz tego w języku ALGEX-U istnieje możliwość opisów masywów łańcuchowych.

Przykłady:

```
ARRAY A, B, C [1:N, 1:M]  
INTEGER ARRAY K, L FORMAT '999' [1:20, 1:N]  
STRING ARRAY DANE FORMAT 'c(10)' [1:R]
```

Zupełne novum języka ALGEX-U stanowi opis struktur. Formalna definicja tego opisu wygląda następująco:

<wykaz nazw prostych struktur> ::= <nazwa prostej struktury> |
 <wykaz nazw prostych struktur>, <nazwa prostej struktury>

<nazwa prostej struktury> ::= <nazwa>

<opis elementu zespołu> ::= <opis typu> | <opis masywu> | <opis struktury>

<wykaz opisu zespołu> ::= <opis elementu zespołu> | <wykaz opisu zespołu>;
 <opis elementu zespołu>

<opis zespołu> ::= <opis elementu zespołu> | (<wykaz opisu zespołu>)

<segment prostych struktur> ::= <wykaz nazw prostych struktur>. <opis
 zespołu>

<wykaz prostych struktur> ::= <segment prostych struktur> |
 <wykaz prostych struktur>, <segment prostych struktur>

<wykaz nazw masywów strukturalnych> ::= <nazwa masywu> |
 <wykaz nazw masywów strukturalnych>, <nazwa masywu>

<segment masywów strukturalnych> ::= <wykaz nazw masywów strukturalnych>
 [<wykaz par granicznych>]. <opis zespołu>

<wykaz masywów strukturalnych> ::= <segment masywów strukturalnych> |
 <wykaz masywów strukturalnych>, <segment masywów strukturalnych>

<opis struktur> ::= COMPOUND <wykaz prostych struktur> |

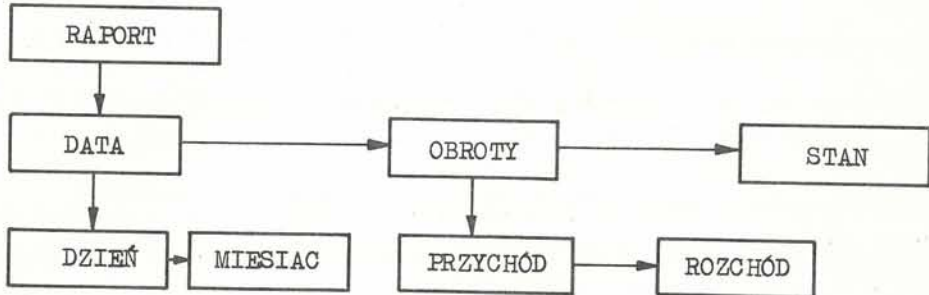
COMPOUND ARRAY <wykaz masywów strukturalnych>

Wyjaśnimy teraz semantyczną stronę zdefiniowanego wyżej pojęcia oraz podamy prosty przykład opisu struktury.

Struktury topologicznie traktowane są jako drzewa z różnymi poziomami (konarami i gałęziami). Węzły końcowe drzewa przedstawiającego strukturę symbolizują tzw. elementarne jednostki danych, a więc liczby, łańcuchy i masywy. Węzły wyższych rzędów symbolizują większe elementy składowe danej struktury.

Każdemu węzłowi przyporządkowany jest identyfikator jednostki, którą symbolizuje. Jeżeli węzeł symbolizuje masyw, to obok identyfikatora podaje się dolną i górną granicę wskaźni-

ków tego maszyn. Węzeł najwyższego rzędu (korzeń drzewa) symbolizuje nazwę struktury. Weźmy dla przykładu RAPORT rozpatrywany przy omawianiu rozdziału danych w COBOL-u. Można go przedstawić w postaci następującego schematu



Ze schematu tego wynika, że RAPORT składa się z trzech składowych: DATA, OBROTY, STAN.

Dla zaznaczenia faktu, że określona jednostka składa się z pewnych składowych, w opisie struktury poprzedza się ją mianem COMPOUND, a więc otrzymuje się następujący zapis:

COMPOUND RAPORT. (DATA, OBROTY, STAN)

DATA z kolei składa się z dwóch jednostek danych: DZIEŃ i MIESIAC, podobnie OBROTY składają się z dwóch jednostek PRZYCHÓD i ROZCHÓD. Ostatnie cztery jednostki nie dzielą się i stanowią tzw. elementarne jednostki struktury.

Uwzględniając powyższy podział otrzymuje się następujący opis struktury RAPORT:

COMPOUND RAPORT. (COMPOUND DATA. (DZIEŃ, MIESIAC);

COMPOUND OBROTY. (PRZYCHÓD, ROZCHÓD, STAN)

Każda z elementarnych jednostek struktury jest zmienną liczbową, łańcuchową lub też maszynem, dlatego do opisu tych jednostek używa się opisu zmiennych prostych lub opisu maszynów.

Jeżeli uwzględnimy założenia poczynione przy opisie tego dokumentu w COBOL-u, to kompletny opis zbioru składającego się z N takich dokumentów w języku ALGOL-U będzie wyglądał następująco:

COMPOUND ARRAY RAPORT [1:N]. (COMPOUND DATA. (INTEGER
DZIEŃ, MIESIAC FORMAT '99'); COMPOUND OBROTY.
(REAL PRZYCHOD, ROZCHOD, FORMAT '9(4) T9(2)'), REAL
STAN FORMAT '+9(4) T9(2)')

Zasady używania średnika (;) i przecinka (,) w tym opisie są takie same jak w ALGOL-u przy opisie zmiennych i tablic, tzn. przecinkiem oddziela się zmienne tego samego typu, a średnikiem zmienne różnych typów.

3.5. Zmienne

Na podstawie opisu zespołu danych (tzn. struktury), przy programowaniu można wydzielać poszczególne elementarne jednostki, nad którymi dokonywane są określone operacje.

W celu wydzielenia określonej komponenty postępujemy w następujący sposób: wypisujemy nazwę struktury, po nazwie stawiamy kropkę i dalej wypisujemy nazwy większych jednostek struktury (po kolei), w skład których wchodzi wydzielana komponenta, tak aż do wypisania tej komponenty. Po wszystkich nazwach większych jednostek, tak jak po nazwie samej struktury, stawiamy kropkę. Jeżeli któryś z identyfikatorów wypisanych jednostek stanowi tablicę (masyw), to obok tego identyfikatora w nawiasach kwadratowych wypisujemy indeksy tablicy.

Odwołując się do pojęcia grafu-drzewa przedstawiającego strukturę, wydzielenie jednostki danych będzie polegało więc na wypisaniu wszystkich identyfikatorów przypisanych węzłom tej drogi, która łączy korzeń drzewa z węzłem wydzielanej jednostki.

Przykład

Założmy, że chcemy wydzielić PRZYCHOD z RAPORT-u, który jest pierwszym dokumentem w całym zbiorze (przypominamy, że cały zbiór składa się z N raportów),

Dla wydzielenia zmiennej PRZYCHOD, stanowiącej część składową dokumentu nazwanego RAPORT zastosujemy następujące wyrażenie:

RAPORT [1]. OBROTY. PRZYCHOD

Z tej zmiennej, którą nazwiemy zmienną strukturową lub komponentą możemy wydzielić dowolne elementy (oczywiście tylko w tym przypadku, gdy jest to zmienna typu STRING lub zmienna typu INTEGER lub REAL ale poprzedzona opisem formatu - FORMAT). Chcemy np. wydzielić pierwsze trzy symbole wartości tej zmiennej; wówczas zapiszemy to następująco:

RAPORT [1]. OBROTY. PRZYCHOD [ELEMENTS 1:3]

Jak widać z tych prostych przykładów, pojęcie zmiennej zostało znacznie rozszerzone w porównaniu z ALGOL-em.

Formalną definicję zmiennych w języku ALGOL-U w nieco uproszczony sposób zapiszemy następująco:

<zmienna prosta> ::= <nazwa zmiennej> | <nazwa zmiennej>

[ELEMENTS < wykaz pozycji >]

<zmienna ze wskaźnikami> ::= <nazwa masywu> [< wykaz wskaźników >] |

<nazwa masywu> [< wykaz wskaźników > ELEMENTS < wykaz pozycji >]

<koniec komponenty> ::= <nazwa zmiennej> | <zmienna prosta> |

<zmienna ze wskaźnikami> | <nazwa> . <koniec komponenty>

<zmienna strukturowa> ::= <nazwa struktury> . <koniec komponenty> |

<nazwa struktury> [< wykaz wskaźników >] . <koniec komponenty>

<zmienna> ::= <zmienna prosta> | <zmienna ze wskaźnikami> |

<zmienna strukturowa>

<wyrażenie wskaźnikowe> ::= <zmienna prosta> | <liczba całkowita bez znaku>

<wykaz wskaźników> ::= <wyrażenie wskaźnikowe> | <wykaz wskaźników> ,

<wyrażenie wskaźnikowe>

<wykaz pozycji> ::= <wyrażenie wskaźnikowe>

<wyrażenie wskaźnikowe> : <wyrażenie wskaźnikowe>

Przykłady:

ZAKŁAD
NUMER [ELEMENT 5]
SYMBOL A, N [ELEMENTS 1:K]
A [J]. B [20]
TABLICA [NUMBER]. STREFA [K1, k2]. CENA

3.6. Wyrażenia

Elementarnymi częściami składowymi programów opisujących procesy algorytmiczne są wyrażenia. W języku ALGEEK-U zdefiniowane są one następująco:

<wyrażenie> ::= <wyrażenie arytmetyczne> | <wyrażenie boolowskie> | <wyrażenie łańcuchowe>

Wyrażenia logiczne i wyrażenia arytmetyczne zdefiniowane są analogicznie jak w języku ALGOL-60 z tym tylko, że w języku ALGEEK-U nałożono pewne ograniczenia np. wyrażenia arytmetyczne może być tylko prostym wyrażeniem arytmetycznym, a w wyrażeniach logicznych nie wolno używać operacji równoważności i implikacji. Zamiast podawania formalnej definicji tych wyrażzeń podamy kilka przykładów:

Wyrażenia arytmetyczne:

SUMA
SUMA + STAN x CENA
(A + B) ↑ (N-D)
TABLICA.[I]. STREFA [K1, K2]. CENA x ILOŚĆ

Wyrażenia logiczne:

ILOŚĆ x CENA = CECHA ∧ A > B
NAZWISKO = 'KOWALSKI' ∧ (IMIE = 'JAN' ∨ IMIE = 'STAS')
A ≤ 125.38 ∧ B [ELEMENTS 3:5] = 'W'

Nowością języka ALGEEK-U są tzw. wyrażenia łańcuchowe; wartością takich wyrażzeń są łańcuchy prawidłowe, podobnie jak wartością wyrażenia arytmetycznego jest liczba, a logicznego - war-

tość logiczna: "prawda" albo "fałsz". Wyrażenia łańcuchowe zdefiniowane są następująco:

<operator konkatenacji> ::= ←

<wyrażenie łańcuchowe> ::= <łańcuch zmienna> | <wyrażenie łańcuchowe > <operator konkatenacji> <wyrażenie łańcuchowe>

Przykłady:

TABULOGRAM
'TABULOGRAM'
A ← B ← 'C'
INICJAŁY ← 'L' ← NAZWISKO

Wszystkie zmienne występujące w wyrażeniu łańcuchowym powinny być typu STRING, a przy tym mogą posiadać opis formatu. Operacja konkatenacji (dołączenia) oznacza, że do symboli lewego argumentu tej operacji dołączone są symbole prawego argumentu.

Założmy, że wartością zmiennej K jest łańcuch ZAROBEK a ciąg symboli BRUTTO jest wartością zmiennej R, wówczas wartością wyrażenia

K ← 'L' ← R

będzie następujący ciąg symboli:

ZAROBEK BRUTTO

który jest oczywiście łańcuchem prawidłowym.

3.7. Instrukcje

W porównaniu z instrukcjami w języku ALGOL-60 wprowadzono następujące ograniczenia:

<instrukcja podstawiania> ::= <zmienna> := <wyrażenie>

<instrukcja skoku> ::= GO TO <etykieta>

<instrukcja warunkowa> ::= IF <wyrażenie boolowskie> THEN <instrukcja skoku>

W instrukcjach "dla" element wykazu "dla" może być tylko wyrażeniem arytmetycznym lub elementem postaci A STEP B UNTIL C,

gdzie A, B i C są wyrażeniami arytmetycznymi. Jeśli B jest równe jedności wówczas zamiast zapisu A STEP B UNTIL C można zapisać A:C.

Przykłady:

```
FOR I:=1 STEP 4 UNTIL N DO A[I]:=B[I]:  
FOR Z:=1:N DO R[Z]:= ILOSC [Z] + ILOSC-1+Z;  
FOR J:=I+G,L,M-D,R:D DO  
  BEGIN KOB [J]:=X [J] x Y[J]:  
        KOZ [J]:=W [J] x 15 END
```

3.8. Procedury standardowe

W języku ALGEEK-U rekomenduje się wśród zarezerwowanych nazw procedur standardowych mieć nazwy INPUT i OUTPUT, odpowiednio dla procedur wejścia i wyjścia, poza tym identyfikator BIBLIOTEKA, który służy do wywoływania podprogramów bibliotecznych. Instrukcja procedury używana w tym celu powinna posiadać następującą postać:

BIBLIOTEKA (<łańcuch>, <wykaz parametrów aktualnych>)

gdzie wartością parametru <łańcuch> jest nazwa procedury bibliotecznej, a wykaz parametrów aktualnych zawiera wszystkie parametry aktualne potrzebne do realizacji tej procedury. Wszystkie ograniczenia nakładane na ten wykaz parametrów, określone są charakterem wykorzystywanej procedury i mogą nie mieścić się w ramach języka ALGEEK-U.

Procedury wejścia - wyjścia definiuje się następująco:

<kanał> ::= <łańcuch>

<cel> ::= <zmienna>|<nazwa masywu>|<nazwa struktury>

<źródło> ::= <liczba>|<łańcuch>|<zmienna>|<nazwa masywu>|
<nazwa struktury>

<procedura wejścia> ::= INPUT (<kanał>, <cel>)

<procedura wyjścia> ::= OUTPUT (<kanał>, <źródło>)

Przykłady:

INPUT ('KARTY', RAPORT)

```

INPUT ( 'ZEGAR' , T)
OUTPUT ( 'DRUKARKA-1' , TABULOGRAM)
OUTPUT ( 'DRUK' , 'ZAPIS BŁĘDNY')
    
```

3.9. Przykład programu w języku ALGEX-U

Zadanie do tego programu zostało sformułowane w części opisowej języka COBOL.

BEGIN COMMENT NIŻEJ PODANY PROGRAM JEST ANALOGICZNY DO PROGRAMU PRZYKŁAD-COB ZAPISANYM W JĘZYKU COBOL:

```

INTEGER N, M;
INPUT ( 'KARTY' , N);
INPUT ( 'KARTY' , M);
BEGIN COMMENT
    
```

OPISY DLA WIĘKSZEJ CZYTELNOŚCI PRZEDSTAWIONE SA W POSTACI NASTĘPUJĄCEJ TABELI

DEKLARACJE	NAZWA	FORMAT	WYRAŻENIE	PARY GRANICZNE;
<u>COMPOUND ARRAY</u>	DANE			[1:N].
(<u>STRING</u>	ARTYKUŁ	<u>FORMAT</u>	'C (10)';	
<u>INTEGER</u>	SYMBOL	<u>FORMAT</u>	'9(5)';	
<u>STRING</u>	NABYWCA	<u>FORMAT</u>	'C(15)';	
<u>INTEGER</u>	IŁOŚĆ	<u>FORMAT</u>	'9(3)';	
<u>COMPOUND ARRAY</u>	CENNIK			[1:M].
(<u>INTEGER</u>	SYMBOL	<u>FORMAT</u>	'9(5)';	
<u>REAL</u>	CENA	<u>FORMAT</u>	'9(3)T9(2)';	
<u>COMPOUND ARRAY</u>	RAPORT			[1:N].
(<u>STRING</u>	ARTYKUŁ	<u>FORMAT</u>	'C(30)';	
<u>INTEGER</u>	SYMBOL	<u>FORMAT</u>	'P(5)9(5)';	
<u>STRING</u>	NABYWCA	<u>FORMAT</u>	'C(30)';	
<u>INTEGER</u>	IŁOŚĆ	<u>FORMAT</u>	'P(2)9.99';	
	WARTOŚĆ	<u>FORMAT</u>	'P(8)9.99)';	
<u>INTEGER</u>	I, J;			

COMMENT W PROGRAMIE TYM W ODRÓŻNIENIU OD TEGO, KTÓRY BYŁ ZAPISANY W JĘZYKU COBOL, ZAŁOŻYLIŚMY, ŻE DO PAMIĘCI MASZYNY WPROWADZANY JEST W CAŁOŚCI ZBIÓR DANYCH SKŁADAJĄCYCH SIĘ Z KART I CENNIK ZŁOŻONY Z POZYCJI ORAZ W CAŁOŚCI WYPROWADZANE SĄ WYNIKI OBLICZEŃ TZN. RAPORT, PRZY TYM NIEKONIECZNE JEST UPZIEDNIE SORTOWANIE ZBIORU DANYCH I POZYCJI CENNIKA:

INPUT ('KARTY', DANE);

INPUT ('KARTY', CENNIK);

FOR I:=1:N DO

FOR J:=1:M DO BEGIN

IF DANE [I], SYMBOL = CENNIK [J]. SYMBOL THEN GO TO L;

GO TO K;

L: RAPORT [I]. WARTOŚĆ:=DANE [I]. ILOŚĆ x CENNIK J . CENA:

 RAPORT [I]. ARTYKUŁ:=DANE [I]. ARTYKUŁ;

 RAPORT [I]. SYMBOL:=DANE [I]. SYMBOL;

 RAPORT [I]. ILOŚĆ:=DANE [I]. ILOŚĆ;

 RAPORT [I]. CENA:= CENNIK [J]. CENA

 K:END:

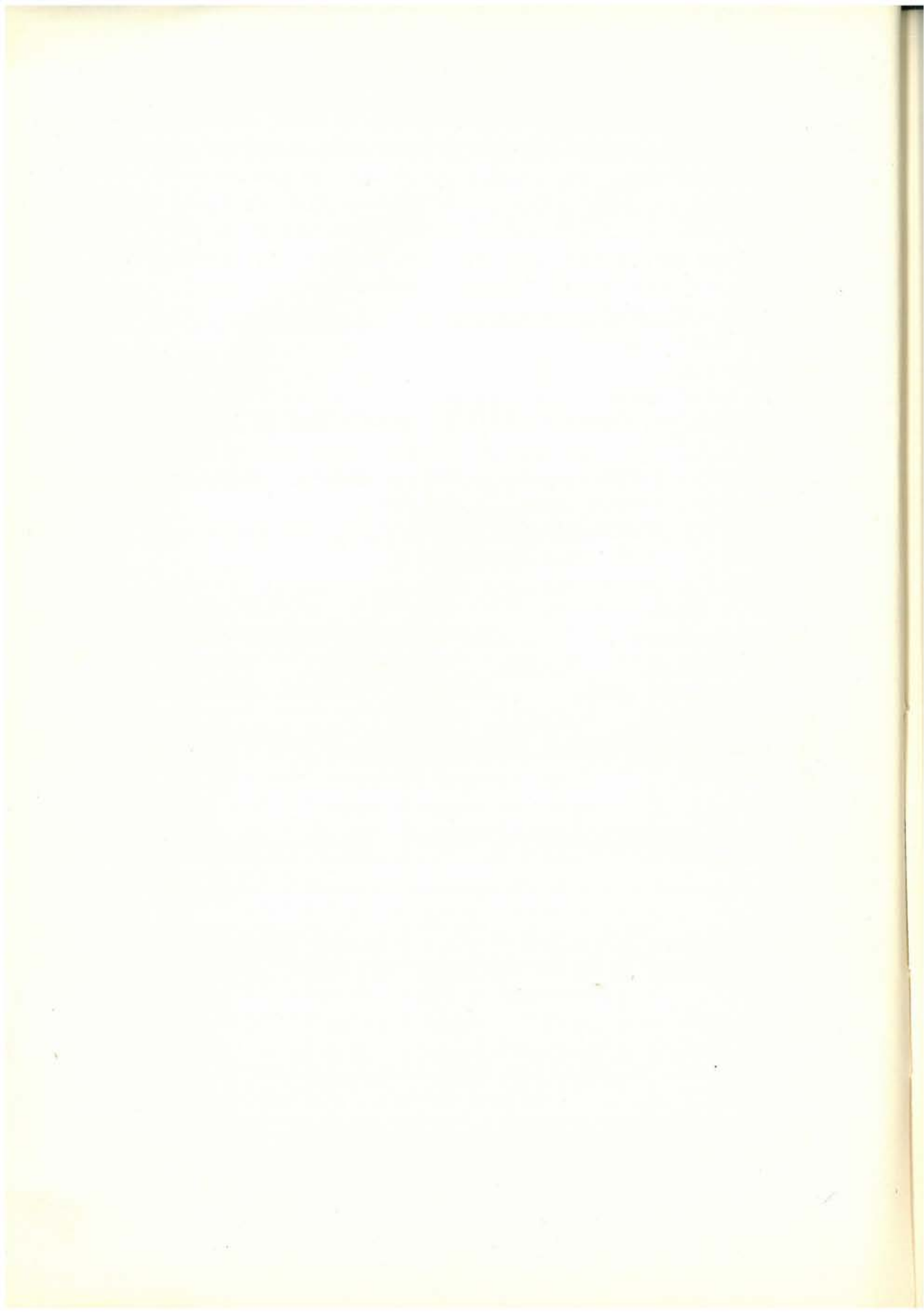
OUTPUT ('DRUKARKA', RAPORT');

OUTPUT ('DRUKARKA', 'ARTYKUŁ SYMBOL NABYWCA
ILOŚĆ CENA WARTOŚĆ');

OUTPUT ('DRUKARKA', RAPORT);

END BLOKU WEWNETRZNEGO;

END PROGRAMU;



BIBLIOGRAFIA

Książki

- [1] Alferowa Z.W., Wołowicz M.A. - Sortirowka informacji z pomoszczu elektronych wycisliłitelnych maszin, Moskwa 1965.
- [2] Amber G.H. - Anatomy of Automation, Englewoods, Prentice-Hall 1962.
- [3] Burbigde J. - Zasady organizacji produkcji, Warszawa 1966.
- [4] Bursche J. - Planowanie wewnątrzzakładowe i ewidencja produkcji. Warszawa 1963.
- [5] Bürger E., Leonhardt W. - Technika taśmy dziurkowanej, Warszawa 1964.
- [6] Brandon D.H. - Management Standarts for Data Pocesing, Van Nostrand Princeton 1963.
- [7] Gass S. - Programowanie liniowe. Metody i zastosowania, Warszawa 1967.
- [8] Głuszkow W. - Wstęp do cybernetyki, Warszawa 1967.
- [9] Guntsch F.R. - Einführung in die Programmierung Digitaler Rechenautomaten, Berlin 1963.
- [10] Greniewski H. - Cybernetyka z lotu ptaka, Warszawa 1963.
- [11] Greniewski M. - Robot kierownictwa. Automatyczne przetwarzanie danych, Warszawa 1967.
- [12] Idźkiewicz A. - PERT - metody analizy sieciowej, Warszawa 1967.
- [13] Kitow A., Krynicki N. - Elektroniczne maszyny cyfrowe oraz programowanie, Warszawa 1963.
- [14] Klatka N. - Z PERT-em na ty, Warszawa 1968.

- [15] Klepacz W. - Zastosowanie maszyn matematycznych do automatyzacji zarządzania, Warszawa 1965.
- [16] Krynickij N.A., Mironow G.A., Frołow G.D. - Programmiowanie, Moskwa 1966.
- [17] Łukaszewicz R. - Zastosowanie maszyn cyfrowych do obliczeń technicznych, Warszawa 1967.
- [18] Mc Cracken D.D. - A Guide to COBOL Programming, New York, London, Sydney 1964.
- [19] Mc Cracken D.D. - Programowanie maszyn cyfrowych, Warszawa 1962.
- [20] Mitin S. - Zastosowanie maszyn liczących w planowaniu operatywnym przedsiębiorstwa, Warszawa 1967.
- [21] Olechowski B., Karwat R. - Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w gospodarce materiałowej budownictwa, Warszawa 1965.
- [22] Paszkowski S. - Język ALGOL 60, Warszawa 1965.
- [23] Organizacja i planowanie w przedsiębiorstwie przemysłowym, Praca zbiorowa pod red. A. Grossmana, Warszawa 1964.
- [24] Radczyk I.A., Żuchowickij S.I. - Matematyckieskie metody sitiewego planirowanija, Moskwa 1965.
- [25] Sadowski W. - Teoria podejmowania decyzji, Warszawa 1963.
- [26] Siegel P. - Elektroniczne maszyny cyfrowe, Warszawa 1966.
- [27] Semczuk S. - Mechanizacja ewidencji źródłowej, Warszawa 1965.
- [28] Sowiński A. - Elektroniczne maszyny liczące, Warszawa 1965.
- [29] Sovriemiennoje programmirowanije, Moskwa 1967.
- [30] Stibic V. - Od mechanizace k automatizaci administrativnich prac, Praha 1959.
- [31] Stibic V. - Zakłady formulace, analize a programowanij ulok z oblasti automatizace zpracowanij dat, Praha 1967.
- [32] Szaniawska M. - Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych w przedsiębiorstwie, Warszawa 1967.

- [33] Walczak T. - Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących, Warszawa 1964.
- [34] Weinfeld S. - Technika wspiera umysł, Warszawa 1967.
- [35] Vondraček J. - Samocinne pocitace, Prívucka Mechnizace Automatizace Adminostrativy, Praha 1967.

Czasopisma

- [36] Bielecki J. - System IBM-360, "Maszyny Matematyczne" nr 6/1967.
- [37] Dańda J. - Dziś i jutro maszyn cyfrowych, "Maszyny Matematyczne" nr 3/1967.
- [38] Dańda J., Flet J. - Maszyna bliżej człowieka, "Maszyny Matematyczne" nr 4 i 5/1967.
- [39] Dziedziczak I. - Pomiar danych w systemie informacji przedsiębiorstwa, "Organizacja, Metody, Technika" nr 4/1968.
- [40] Elektroniczne maszyny cyfrowe i ich zastosowanie w ekonomii, Prace Naukowe WSE we Wrocławiu, Zeszyt nr 2/24/1965.
- [41] Gackowski Z. - Cybernetyczna koncepcja klasyfikacji dokumentów w systemie przetwarzania danych przedsiębiorstwa przemysłowego, "Organizacja, Samorząd, Zarządzanie" nr 2/1965.
- [42] Jakus S. - Matematyczne maszyny hybrydowe, "Maszyny Matematyczne" nr 1-2/1968.
- [43] Klimkiewicz S. - Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w pracach GUS (I i II), "Wiadomości Statystyczne" nr 12/1968.
- [44] Kowalski J. - Przygotowanie systemu elektronicznego przetwarzania informacji w przedsiębiorstwie przemysłowym, "Organizacja, Samorząd, Zarządzanie" nr 6/1965.
- [45] Łukaszewicz L. - Podział czasu i wieloprogramowość na przykładzie maszyn ZAM, "Maszyny Matematyczne" nr 2/1966.
- [46] Łukaszewicz L. - Rodzina maszyn matematycznych ZAM, "Maszyny Matematyczne" nr 2/1966.

- [47] Muchlado-Maróńska B. - Zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej do sporządzania indeksów hasel przedmiotowych, "Maszyny Matematyczne" nr 1-2/1968 r.
- [48] Mróz M., Tomala J. - Zastosowanie maszyn licząco-analitycznych w pracach GUS(I), "Wiadomości Statystyczne" nr 11/1967.
- [49] Prawdzic D., Targowski A. - Automatyzacja wyszukiwania informacji, "Maszyny Matematyczne" nr 3/1967.
- [50] Prawdzic D., Targowski A. - Stosowanie komputerów w procesie informacji naukowej i technicznej C.I.I. N.T.E. nr 1/1968.
- [51] Senkowski A. - Problemy eksploatacyjne maszyn cyfrowych trzeciej generacji w USA, "Maszyny Matematyczne" nr 1/1967.
- [52] Sosiński J. - Maszyny średniej mechanizacji i ich zastosowanie w statystyce, "Wiadomości Statystyczne" nr 6/1967.
- [53] Środki organizacyjno-techniczne (z problematyki VII Plenum KC PZPR) art. red. "Maszyny Matematyczne" nr 1/1967.
- [54] Targowski A. - Struktura maszynowego przetwarzania, "Maszyny Matematyczne" nr 3/1966.
- [55] Targowski A. - Zastosowanie systemów transmisji danych, "Maszyny Matematyczne" nr 4/1967.
- [56] Wachnachter W. - Karta dziurkowana i zasady jej wykorzystania "Wiadomości Statystyczne" nr 9/1967.
- [57] Was beendet eigentlich..., Rechnetchnik - Datenverarbeitung nr 7/1967.
- [58] Włoczewski J., Hanusz T. - Planowanie kroczące, "Organizacja, Samorząd, Zarządzanie" nr 11/1965.
- [59] Włoczewski J. - Projektowanie systemów elektronicznego przetwarzania danych w przedsiębiorstwie przemysłu maszynowego, "Maszyny Matematyczne" nr 3/1968.

- [60] Wojcieszak K. - Problemy Elektronicznego Ośrodka Obliczeniowego GUS, "Wiadomości Statystyczne" nr 7/1967.
- [61] Wolański L., Ramuś A., Wieczorek W. - Zastosowanie EMC do operatywnego planowania produkcji i normatywnego rachunku kosztów w Zakładach Wytwórczych Aparatury Precyzyjnej w Świdnicy, "Maszyny Matematyczne" nr 2/1967.
- [62] Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych w obrocie towarowym, cz.I, II i III, Zeszyty Przekładów IHW nr 13/1965.

Inne opracowania

- [63] Dębowy J. - Maszyny cyfrowe produkcji ELWRO, maszynopis powielony.
- [64] Formalnoje opisanie algorytmicznego języka ALGEX-U, Moskwa 1966.
- [65] Gackowski Z. - Opis i analiza tradycyjnego systemu przetwarzania danych, Materiały szkoleniowe CODKK, Warszawa 1966.
- [66] Gackowski Z. - Metodyka projektowania systemu elektronicznego przetwarzania danych, Materiały szkoleniowe CODKK, Warszawa 1966.
- [67] Instrukcja Programowania. Biblioteka Podprogramów nr 03-V-1, Elwro 1964.
- [68] International Computers and Tabulators Limited, styczeń 1965.
- [69] Jarzembowski A. - Organizacja zmechanizowanej rachunkowości. Mała i średnia mechanizacja prac ewidencyjno-obrachunkowych, Poznań 1965.
- [70] Programowanie w autokodzie MOST I. Biblioteka Podprogramów nr 03-VI-1, Elwro 1964.
- [71] Sławski P. - Maszyny rachunkowo-statystyczne systemu kart dziurkowanych, Katowice 1956.

- [72] Szaniawska M. - Projektowanie przetwarzania danych, Warszawa 1967.
- [73] System Analysis and Design, wyd.firmowe ICT.
- [74] Wytyczne do opracowania rocznych projektów planów rozwoju stacji maszyn analitycznych i dokumentacji stacji maszyn. Biuro Pełnomocnika Rządu d/s Elektronicznej Techniki Obliczeniowej, materiały do użytku służbowego.
- [74a] Wytyczne w sprawie organizacji eksperymentalnych łączy transmisji danych, Biuro PRETO.
- [75] Zastosowanie metod matematycznych w gospodarce, Materiały Kursu Telewizyjnego, Warszawa 1967.

