

6. Metody oceny potrzeb przetwarzaniowych oraz wyboru komputerów i przygotowania użytkowników

6.1. Ocena zapotrzebowania na moc przetwarzaniową

Przystępując do wyboru zestawu komputerowego dla danego systemu APD należy mieć orientację w zapotrzebowaniu tego systemu na moc przetwarzaniową. Biorąc pod uwagę to zapotrzebowanie można przystąpić do wyznaczania liczby oraz scharakteryzowania typów potrzebnych maszyn. Problem ten rozwiązuje się analizując łącznie organizowany system APD, na tle dostępnych zestawów komputerowych. Natomiast analizując łącznie przygotowanie użytkownika i ewentualny termin dostawy nabywanego komputera trzeba ocenić kiedy komputer można będzie zainstalować. Zapotrzebowanie na moc przetwarzaniową można określić w stosunku do:

1. Grup operacji przetwarzaniowych, mierzonych np. liczbą faktur, księgowanych pozycji, dokumentów źródłowych, czy dokumentów wynikowych,

2. Dziedzin przetwarzania (podsystemów), np. planowania potrzeb asortymentowych, planowania i bilansowania materiałochłonności, pracochłonności, kapitałochłonności, ewidencji magazynowej, rozliczenia kosztów, listy płac itp.,

3. Całego systemu informacyjnego pojedynczego użytkownika, np. przedsiębiorstwa produkcyjnego, handlowego, przedsiębiorstwa transportowego, komunalnego itd.,

4. Całego systemu informacyjnego określonej grupy użytkowników, np. zjednoczenia, resortu, regionu, kraju.

W zależności od przyjętego poziomu odniesienia — wybiera się odpowiednie metody oceny potrzeb przetwarzaniowych. Przy wyborze metody należy brać pod uwagę:

- jakiego rodzaju decyzja ma być podjęta,
- jak powinny być interpretowane wyniki oceny potrzeb,
- jaki element należy uznać za podstawowy przy szacowaniu potrzeb,
- jakie dane są wymagane dla określonej metody.

Można wyróżnić następujące fazy szacowania potrzeb przetwarzaniowych:

1. Faza formułowania założeń; wymaga się orientacyjnego rachunku potrzeb (ocena liczby niezbędnych komputerów określonej klasy — por. p. 5.2),

2. Faza projektowania technicznego; należy dokładnie określić potrzeby konfiguracji zestawu komputerowego na najbliższy okres oraz docelowo,

3. Faza eksploatacji systemu APD; wymagana jest korekta konfiguracji docelowego zestawu komputerowego, założonego w fazie projektowania; rozbudowa zestawu powinna być uzasadniona dokładnym bilansem aktualnego zapotrzebowania na moc przetwarzaniową.

Przy dotychczasowym stopniu rozwoju zastosowań komputerów (lata 1960—70), oceniając zapotrzebowanie na moc przetwarzaniową, uwzględniło się przede wszystkim przepustowość urządzeń wejściowo-wyjściowych. W minionym okresie dość typowym zjawiskiem było automatyzowanie przetwarzania transakcji (np. kart pracy, faktur, kosztów materiałowych itp.). W połowie lat sześćdziesiątych zwrócono większą uwagę na potrzebę stosowania wymiennych pamięci zewnętrznych.

Komputery w omawianym dziesięcioleciu zautomatyzowały w wielu krajach podstawowe i najprostsze systemy przetwarzania danych, realizowane według modelu PT (przetwarzanie transakcji). Dalszy kierunek modernizacji SPD polega na projektowaniu oraz uruchamianiu systemów zintegrowanych i systemów informowania kierownictwa (SIK). Dla systemów zintegrowanych jest charakterystycznym m.in. łącznie kartotek w bank danych, eliminowanie transakcji z powtarzającymi się elementami danych, łączenie użytkownika z zestawem komputerowym za pomocą transmisji danych itp.

Systemy zintegrowane wymagają dyskowych pamięci zewnętrznych, ze względu na potrzebę bezpośredniego dostępu do danych. Rozbudowane systemy zintegrowane — z uwagi na niezawodność systemu — wymagają zainstalowania dwóch komputerów, choć nie musi to wynikać z bilansu obciążenia komputera. W przypadku awarii jednego z komputerów — drugi przejmuje jego funkcje. Instalowanie komputerów bliźniaczych jest wymagane przede wszystkim dla systemów bieżącego dowodzenia, kierowania produkcją, czy sterowania procesami technologicznymi. Systemy informowania kierownictwa charakteryzuje przede wszystkim ograniczenie wydruków tabulogramów na rzecz wyświetlania informacji na ekranach teledatorów (por. p. 5.1.) oraz dążenie do wykorzystywania banku danych. Systemy zintegrowane i systemy informowania kierownictwa*) powstają zwykle u tych użytkowników, którzy zastosowali komputery do automatyzacji przetwarzania transakcji. Systemy bardziej zaawansowane wymagają zastosowania komputerów wyższych klas, a w każdym razie bardziej rozbudowanych konfiguracji, które nie muszą wynikać z dokładnego bilansu obciążenia komputera, a które powinny zapewniać realizację postawionych zadań w niezawodny sposób.

Interesujące byłoby przytoczyć niektóre dane statystyczne, dotyczące zapotrzebowania na moc przetwarzaniową systemów APD realizowanych według wspomnianego, najprostszego modelu PT, w stosunku do ogniw przetwarzania i całego systemu informacyjnego w służbie pojedynczych użytkowników.

Na podstawie efektów badań Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Informatyki [11] zestawiono w tablicy 6-1 przeciętną strukturę obciążenia komputera (lub paru komputerów) tymi dziedzinami przetwarzania, które wy-

*) Bliższe omówienie tych systemów znajduje się w pracy A. Targowskiego: *Automatyzacja Przetwarzania Danych*. PWE, Warszawa 1970.

Tablica 6-1

Przykładowa struktura obciążenia zestawu komputerowego pracującego na dwie zmiany w krajowym przedsiębiorstwie produkcyjnym [11]

Lp.	Dziedziny przetwarzania	Obciążenie zestawu komputerowego (w %)
1	Techniczne przygotowanie produkcji	7
2	Planowanie techniczno-ekonomiczne produkcji	5
3	Planowanie operatywne produkcji	30
4	Gospodarka materiałowa	18
5	Zbyt, koszty i finanse	14
6	Gospodarka narzędziowa, środki trwałe	10
7	Obliczenia naukowo-techniczne i inne	16
	Razem	100

Tablica 6-2

Zależność między wielkością przedsiębiorstwa produkcyjnego, a liczbą niezbędnych komputerów dla warunków krajowych [11]

Wielkość przedsiębiorstwa w tys. zatrudnionych	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liczba komputerów przeliczeniowych w stosunku do „1”	0,9	1,2	1,4	1,7	2	2,2	2,5	2,7	2,9

Objaśnienie: Jako „1” przyjmuje się komputer przeliczeniowy średniej wielkości (sprecyzowano w tekście).

stępują w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Liczba komputerów niezbędnych dla danego przedsiębiorstwa zależy od zakresu wytypowanych do automatyzacji dziedzin przetwarzania oraz od wielkości przedsiębiorstwa. Jeżeli wielkość przedsiębiorstwa wyrazi się liczbą zatrudnionych oraz przyjmie się do rozważań tzw. *komputer przeliczeniowy**) — jako reprezentatywny w warunkach krajowych (por. p. 5.2.) — zależność między wielkością przedsiębiorstwa, a niezbędną liczbą komputerów można ująć [11] tak, jak to pokazano w tablicy 6-2. Uwzględniając specyfikę procesu produkcyjnego, a w konsekwencji systemu przetwarzanych danych, można (tablica 6-2) liczbę komputerów zweryfikować współczynnikiem zależnym od typu produkcji (tablica 6-3). Dla przedsiębiorstwa handlowego statystyczną strukturę obciążenia komputera (lub paru komputerów) podano [11] w tablicy 6-4. Podobnie jak dla przedsiębiorstw produkcyjnych, w tablicy 6-5 ujęto funkcyjną zależność między wielkością przedsiębiorstwa handlowego, a liczbą niezbędnych dla niego komputerów [11].

*) Przez pojęcie *komputera przeliczeniowego* autor rozumie wybrany model maszyny (średniej wielkości), o parametrach typowych dla krajowego parku.

Tablica 6-3

Współczynnik korekcyjny W_t liczby komputerów przeliczeniowych dla różnych typów produkcji [11] (w warunkach krajowych)

Typ produkcji	W_t
Małoseryjny i jednostkowy	1,1
Średnioseryjny	1
Wielkoseryjny	0,9
Masowy	0,8

Tablica 6-4

Przykładowa struktura obciążenia zestawu komputerowego (pracującego na dwie zmiany) w krajowym przedsiębiorstwie handlowym [11]

Lp.	Dziedzina przetwarzania	Obciążenie zestawu komputerowego (w %)
1	Ewidencja obrotu towarowego oraz rozliczenia z odbiorcami i dostawcami	50
2	Statystyka obrotu towarowego (sprzedaży, zakupu, zapasów, itp.)	10
3	Planowanie obrotu towarowego (w przekroju jak w poz. 2)	12
4	Zatrudnienie i płace	8
5	Księgowość i finanse	7
6	Informacja dla operatywnego kierowania przedsiębiorstwem	10
7	Inne	3

Tablica 6-5

Zależność między wielkością krajowego przedsiębiorstwa handlowego, a liczbą niezbędnych komputerów [11]

Wielkość przedsiębiorstwa w tys. zatrudnionych	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
Liczba komputerów przeliczeniowych w stosunku do „1”	0,3	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2,25

Uwaga: Zob. objaśnienia przy tablicy 6-2.

W wyniku cytowanych badań [11] określono orientacyjne zapotrzebowanie na komputery (w warunkach krajowych) dla:

1. Budownictwa: 1 komputer przeliczeniowy na $8 \div 10$ tys. zatrudnionych (bez uwzględniania przemysłu materiałów budowlanych i central zbytu),

2. Transportu: a) w budownictwie — 1 komputer przeliczeniowy na 100 mln tonokilometrów zastępczych; b) w transporcie ogólnodostępnym

(PKP, PKS, LOT) — 1 komputer przeliczeniowy na 1,5 mld tonokilometrów zastępczych (suma tonokilometrów masy towarowej i pasażerokilometrów); w USA i Francji jest stosowany inny wskaźnik nasycenia systemów informacyjnych komputerami; na przykład w kolejnictwie USA w 1968 r. 1 komputer (średniej klasy) przypadał na 2 tys. zatrudnionych; w kolejnictwie francuskim w tym samym roku, na tej samej klasy komputer, przypadało 9 tys. zatrudnionych; w Hiszpanii 1 podobny komputer przypadał na około 2,5 mld tonokilometrów zastępczych,

3. Gospodarki komunalnej: 1 komputer przeliczeniowy na około 70 tys. mieszkańców.

Przy opracowywaniu planów wieloletnich zapotrzebowanie na moc przetwarzaniową, czyli docelową liczbę komputerów (L_k), można wyznaczyć z zależności [9]

$$L_k = l_p \cdot W_k \frac{p \cdot k}{100}$$

gdzie: l_p — liczba komputerów przeliczeniowych, zależna od wielkości użytkownika (por. tabl. 6-2, 6-5) lub określona innym wskaźnikiem,

W_k — współczynnik korelacyjny liczby komputerów w zależności od typu produkcji (por. tabl. 6-3),

p — zakres dziedzin przetwarzaniowych zakwalifikowanych do automatyzacji, wyrażony w procentach (por. tabl. 6-1, 6-4); $p = 100\%$ dla automatyzacji kompleksowej,

k — przewidywany stopień automatyzacji w ramach poszczególnych dziedzin (tzn. liczba ogniw przetwarzaniowych).

Przykład. Przedsiębiorstwo przemysłowe o produkcji wieloseryjnej, zatrudniające 6 tys. pracowników, zamierza zautomatyzować system przetwarzania danych gospodarki materiałowej. Jeżeli przyjmie się

$$\begin{aligned} l_p &= 2 \\ W_k &= 0,9 \\ p &= 30\% \\ k &= 0,6 \end{aligned}$$

zapotrzebowanie na moc przetwarzaniową wyniesie

$$L_k = 2 \cdot 0,9 \frac{30 \cdot 0,6}{100} = 0,33$$

a wobec tego dane przedsiębiorstwo nie powinno kupować komputera, nie wykorzystałoby bowiem w pełni jego mocy produkcyjnej.

Omówione metody szacowania potrzeb indywidualnych użytkowników mocy przetwarzaniowej mają charakter orientacyjny; mogą być polecane dla fazy formułowania założeń. Przejście do fazy projektowania technicznego wiąże się z koniecznością stosowania bardziej szczegółowych metod, uwzględniających np. model SPD oraz zapotrzebowanie na urządzenia wejściowo-wyjściowe, pamięci zewnętrzne oraz jednostki centralne (przy założonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych wymienionych urządzeń). Niezależnie od bilansu obciążenia urządzeń zestawu komputerowego należy określić zapotrzebowanie na pewne rodzaje oprogramowania standardowego i użytkowego oraz na system operacyjny. W praktyce może się okazać, że wydajniejszy i tańszy komputer nie ma wymaganego oprogramowania,

czy też systemu operacyjnego. Wówczas zalety wynikające z możliwości technicznych tracą na znaczeniu — wobec wspomnianych braków.

Zapotrzebowanie na moc przetwarzaniową grupowych użytkowników można określić, posługując się zwielokrotnionymi wskaźnikami jednostkowymi dla indywidualnych użytkowników. Jednakże w wielu przypadkach należy zastosować indywidualną metodę szacowania zapotrzebowania na moc przetwarzaniową.

Inną metodą szacowania potrzeb obliczeniowych może być określenie niezbędnych nakładów finansowych na zakup sprzętu ETO, w stosunku do wartości dochodów (w przypadku przedsiębiorstw), czy wysokości budżetu (w przypadku instytucji). Odpowiednie dane zostały zestawione w tablicach 6-6, 6-7, 6-8.

Tablica 6-6

Wartość sprzętu ETO w stosunku do wartości sprzedaży niektórych przedsiębiorstw kapitalistycznych (wg Fortun, July 1966)

Użytkownik	Wartość		Wskaźnik procentowy
	sprzętu ETO (w mln dol.)	produkcji towarowej (w mld dol.)	
	a	b	a/b · 100
GENERAL MOTORS (największy na świecie)	174,6	20,7	0,85
FORD MOTOR	72,3	11,5	0,62
VOLKSWAGENWERK	12,2	2,3	0,53
DAIMLER-BENZ	10,3	1,3	0,90
ROLLS-ROYCE	10,1	0,4	2,50
FIAT	8,6	1,5	0,57

Tablica 6-7

Wartość sprzętu ETO w stosunku do rocznej wartości sprzedaży przedsiębiorstw polskich [9]

Modele systemu informacyjnego zarządzania	Wartość sprzętu ETO w stosunku do rocznej wartości produkcji towarowej (w %)
System APD	2,8
Zintegrowany SIK	47,0

Tablica 6-8

Wysokość nakładów na SIK w administracji stanowej i terenowej USA w 1960 r. [3]

Stan	Wydatki (w mln dol.)	Nakłady na SIK (w tys. dol.)	Wskaźnik procentowy
	a	b	a/b · 100
Kalifornia	6 021	13,963	0,23
Michigan	2 372	7,968	0,34
Nebraska	380	4,675	1,23
New Hampshire	168	3,235	1,93
Virginia	848	4,292	0,51

6.2. Metody wyboru zestawu komputerowego

We wstępnym referacie na Sympozjum Metod Komparatystycznych Techniki Obliczeniowej (Wrocław, maj 1969) — polski informatyk J. Thierry stwierdził: „dotychczas posługiwaliśmy się powszechnie ze zmiennym szczęściem metodą intuicyjną wyboru komputerów. Pomimo całej niedoskonałości metod intuicyjnych są one mniej niebezpieczne od metod całkiem przypadkowych, niejednokrotnie stosowanych w naszej praktyce. Mam tu na myśli stosowanie przypadkowo poznanej metody komparatystycznej do uzasadnienia brzemiennej w skutki decyzji, bez znajomości właściwości zastosowanej metody i bez znajomości innych metod, bardziej właściwych dla rozpatrywanego przypadku”.

W początkowym okresie rozwoju techniki obliczeniowej, przy wyborze komputerów, uwaga zainteresowanych była skupiona głównie na rozwiązaniach technicznych, podczas gdy oprogramowanie odgrywało drugorzędną rolę. Logiczną tego konsekwencją było niepodzielne panowanie kryteriów technicznych w metodach komparatystycznych. Do niedawna technika wykonania maszyny i jej oprogramowania były traktowane jako problemy równorzędne, pod koniec zaś lat „siedemdziesiątych” oprogramowanie będzie miało znaczenie decydujące przy ocenie maszyn (wagowo można by ocenić znaczenie tych problemów jak 0,25:1). Ciężar kryteriów ocen, stosowanych w różnych (i licznych) metodach komparatystycznych, przesuwają się stopniowo w kierunku oceny oprogramowania oraz warunków eksploatacyjnych. Na proces ten wywiera wpływ występująca w przemyśle komputerowym tendencja gwałtownej koncentracji produkcji, powodująca likwidację mniejszych i słabszych firm. W tych warunkach dawniej przyjęte w praktyce proporcje całkowicie się odwróciły. Liczba naprawdę liczących się na rynkach światowych firm, nie przekracza 20; liczba zaś wyprodukowanych i czynnych obecnie komputerów przekroczyła 100 000 sztuk, natomiast liczba typów komputerów relatywnie zmalała [10]. Metody wyboru komputerów można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

1. Metody ujmujące przede wszystkim ocenę dostępności zestawu komputerowego — polegają na określeniu stopnia jego bezawaryjności. Ocenie podlegają m.in.: technika podzespołów; organizacja logiczna maszyny (z punktu widzenia łatwości wykrywania błędów); możliwość zastąpienia w przypadku awarii jednego modułu zestawu — drugim; organizacja dostaw części zamiennych, usług konserwacyjnych, a także organizacja szkolenia przez producenta itp. W rezultacie otrzymuje się liczbę godzin (netto) dostępności komputera dla eksploatacji systemu APD,

2. Metody oceny wydajności zestawu komputerowego — polegają na określeniu czasu, potrzebnego na wykonanie konkretnych zadań obliczeniowych.

Metody drugiego z wymienionych rodzajów zostały najszerzej opracowane, dlatego też im właśnie należy poświęcić najwięcej uwagi. Środkami prowadzącymi do celu, jakim jest właściwa ocena nabywanego zestawu komputerowego, są: klasyfikacja, porównywanie, szacowanie czasu realizacji konkretnych zadań.

Klasyfikację komputerów dla ich oceny prowadzi się m.in. w wykazach:

- zestawów według ich ceny,
- niektórych parametrów, np. cyklu i pojemności PAO, czasów wykonywania różnych operacji (np. dodawania) itp.,
- zestawów według klas wielkości itp.

Ocena na podstawie wymienionych wykazów kryje w sobie wiele niebezpiecznych momentów. Na przykład porównując cykle PAO (p. 5.1) małego komputera (1,5 μ s) oraz średniego (2 μ s) wnioskuje się od razu, że mały komputer jest lepszy. Tymczasem uwzględnienie liczby znaków przesyłanej informacji sugeruje wniosek przeciwny. Jeżeli dla podanego przykładu zastosuje się tzw. „wskaźnik merytoryczny”, można wyznaczyć maksymalną wydajność pamięci (MWP), a mianowicie

$$\text{MWP} = \frac{\text{liczba znaków informacyjnych}}{\text{cykl PAO}} \cdot \text{stopień nakładania}$$

gdzie: — liczbę znaków informacyjnych (długość danej) mierzy się łączną liczbą bitów informacji (w tym sterowania i parzystości) dostępnych w 1 cyklu PAO

— stopień nakładania wskazuje, w ile modułów PAO — działających współbieżnie — jest wyposażony komputer.

Powracając do przykładu — wydajności odpowiednich pamięci wynoszą

$$\text{MWP}_1 = \frac{9}{1,5} \times 1 = 6 \text{ M}^*) \text{ [bitów na sekundę]}$$

$$\text{MWP}_2 = \frac{36}{2} \times 1 = 18 \text{ M [bitów na sekundę]}$$

Posługując się „wskaźnikiem merytorycznym” stwierdza się, że komputer średni jest lepszy niż komputer mały, w przeciwieństwie do poprzednich wniosków (dotyczących cyklu PAO). Dlatego niezależne porównywanie samych parametrów różnych maszyn stwarza niebezpieczeństwo pominięcia w ocenie ogólnej mocy przetwarzaniowej zestawu komputerowego.

Jeżeli porównuje się kilka zestawów komputerowych, jeden z nich przyjmuje się jako bazowy ($W = 1$); komputery pozostałe porównuje się w stosunku do bazowego. Porównanie przeprowadza się zwykle w zakresie: jednostki centralnej i pamięci operacyjnej, całych zestawów komputerowych, oraz oceny kompleksowej.

Porównanie jednostek centralnych i pamięci operacyjnych różnych komputerów przeprowadza się dwiema metodami:

1. Metoda mieszanki rozkazów typu: Gibson Mix (por. p. 5.2.), Mix I, KGSt Mix 1, KGSt Mix 2, Simlex Mix 1, Simplex Mix 2, Salomona i innych [6]. Porównywanie komputerów według oceny „uśrednionej” (mieszanki) może nie prowadzić do właściwych wniosków; stosuje się tę metodę jedynie w obliczeniach numerycznych, i to z pewnymi ograniczeniami, niektóre bowiem mieszanki nie mają rozkazów wykonywanych w arytmetyce binarnej i w zmiennym przecinku. Przydatność mieszanek przy porównywaniu komputerów przeznaczonych do przetwarzanych danych jest ograniczona z uwagi na nieuwzględnianie rozkazów: rozpakowania i upakowania danych (*scatter*, *gather*) oraz redagowania wydruków (*edit*). Mieszanki szczególnie obnażają mankamenty komputerów słowowych, a przede wszystkim komputerów ze stałym akumulatorem. Z tego względu przy porównywaniu maszyn bajtowych według mieszanek uzyskuje się bardziej miarodajne wyniki, niż w przypadku maszyn słowowych,

*) Zob. p. 5.1.

2. Metoda powtarzającego się programu (*Kernel method*) polega na wyłonieniu z całego oprogramowania danego systemu APD najczęściej powtarzającego się programu, lub segmentu programu, i oszacowaniu czasu jego przetwarzania na porównywanych komputerach.

Obydwie metody są obciążone pewnymi błędami. Wiadomo, że w praktyce nigdy nie jest przetwarzany cały program, a tylko pewne jego segmenty, w zależności od aktualnego kompletu danych wejściowych.

Porównywanie funkcjonalności całych zestawów komputerowych przeprowadza się zasadniczo trzema metodami:

1. Metodą pomiaru czasu wykonywania zadania obliczeniowego (*job time*) tylko dla przetwarzania partiowo-okresowego,

2. Metodą względnej oceny wydajności (WOW) jednego komputera w stosunku do innego, przyjętego za podstawę (*relative system throughput*)

$$WOW = \frac{T_b}{T_p}$$

gdzie: T_b — czas wykonywania zadania obliczeniowego na komputerze uznanym za podstawę,

T_p — czas wykonywania zadania obliczeniowego na komputerze porównywanym.

Względnej oceny wydajności dokonuje się za pomocą tzw. „krytycznych parametrów”, jak: liczba wczytywanych kart na dzień; liczba różnych zadań obliczeniowych na dzień itp.,

3. Metodą pomiaru czasu reakcji (*response time*) zestawu komputerowego systemów działających na bieżąco. Na przykład określa się czas uzyskiwania odpowiedzi na pytanie, lub czas realizowania określonej funkcji (sterującej lub identyfikującej), uwarunkowanej regulowanym procesem technologicznym.

Podane metody uwzględniają w sposób syntetyczny (i statystyczny) właściwości rozwiązań technicznych, oprogramowania oraz systemu operacyjnego.

Porównywanie według metody kompleksowej oceny jest możliwe tylko w odniesieniu do niektórych elementów procesu automatycznego przetwarzania danych, np. w przypadku porównywania czasów tłumaczenia programów napisanych w autokodach. Przy porównywaniu wspomnianych czasów uwzględnia się techniczne rozwiązanie jednostki centralnej i podstawowych urządzeń wejściowo-wyjściowych oraz oprogramowanie i system operacyjny. Porównanie można przeprowadzić korzystając ze wzoru

$$T_t = K + nP + mD$$

gdzie: T_t — całkowity czas tłumaczenia,

K — stały współczynnik czasowy procesu tłumaczenia,

P — czas wprowadzania karty programu źródłowego,

n — liczba kart w programie źródłowym,

D — czas wprowadzania karty danych źródłowych,

m — liczba kart w talii danych źródłowych.

Istotnym zagadnieniem metod porównywania komputerów jest wybór danych, według których prowadzi się porównanie. Dane wyjściowe mogą występować w postaci:

- aktualnych danych konkretnego zastosowania,
- wzorcowego zadania obliczeniowego (tzw. *benchmark*),
- parametryzowanego programu dla różnych zastosowań.

Pierwszy z wymienionych rodzajów danych ma tę wadę, że nie uwzględnia potencjalnych przyszłościowych zastosowań, aczkolwiek daje solidne podstawy właściwego wyboru komputera dla aktualnych potrzeb. Program i dane wzorcowego zadania obliczeniowego są przetwarzane na oferowanym do sprzedaży komputerze. W ten sposób unika się błędów popełnianych przy nabywaniu maszyn o wyidealizowanych parametrach. Jednakże pojawiają się także i pewne trudności, np.:

- brak pewności, że program i dane wzorcowego zadania obliczeniowego odpowiadają aktualnym potrzebom,
- znaczne koszty, wynikające z konieczności oprogramowania różnych maszyn, przygotowania danych oraz uruchomienia opracowanych programów,
- trudność w wytestowaniu wzorcowego zadania obliczeniowego na porównywalnych konfiguracjach zestawów komputerowych różnych dostawców.

Większość zastosowań komputerów można usystematyzować w odpowiednie grupy, a następnie przygotować dla nich programy i dane testowe. Z kolei — mając określone zadanie wzorcowe — można na jego podstawie oceniać wskaźnikami procentowymi całość zastosowań dla dobieranego komputera. Przykładową strukturę obciążenia komputera podano w tablicy 6-9.

Do typowych wzorcowych zadań obliczeniowych zalicza się: odwracanie macierzy, obliczenia statystyczne, aktualizację kartoteki, sortowanie, listę płac itp. Firma konsultacyjna I. Auerbacha opracowała tabele porównawcze

Tablica 6-9

Przykład struktury obciążenia komputera (w skali rocznej)

Rodzaj pracy	Przetwarzanie		Wskaźniki procentowe w stosunku do łącznej wartości	
	liczba zastosowań	czas*)	liczby zastosowań	czasu*)
Tłumaczenie języka COBOL	300		7,5	
Tłumaczenie języka FORTRAN	200		5,0	
Sortowanie	300		7,5	
Dobieranie	12	12	0,3	0,5
Programy konwersyjne				
a. karta-taśma	300		7,5	
b. taśma-dysk	38		0,9	
c. dysk-taśma	52		1,3	
Aktualizacja kartotek	600	600	15,0	25,0
Wydawnictwa tabulogramów	1 240		31,0	
Przeszukiwanie zbiorów	600		15,0	
Obliczenia numeryczne	110		2,8	
Inne obliczenia	250		6,2	
Razem	4 000	2 400**) godzin	100,0	100,0**)

Objaśnienie: *) Umieszczono tylko przykładowo dane

**) Nie wynika z sumowania

wydajności komputerów (*System Performance Comparison Charts*); poszczególne pozycje tych tabel odnoszą się do określonych konfiguracji każdego typu komputera; podają koszt jego dzierżawy, a następnie parametry wydajności wzorcowych zadań obliczeniowych.

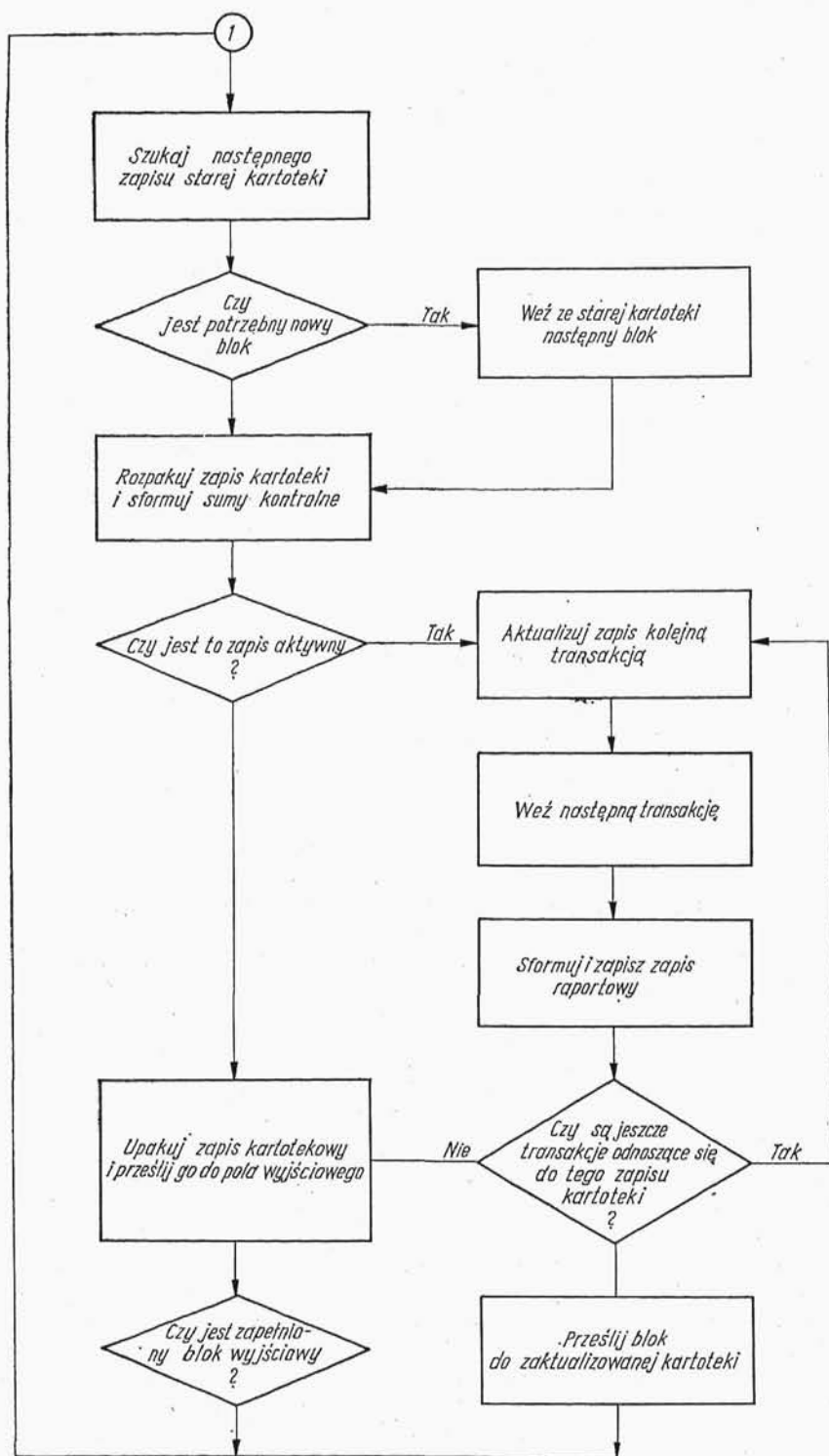
Aby uwzględnić różnorodność sytuacji, z którymi użytkownicy mogą się zetknąć, przewidziano dla każdego zadania wiele wariantów. Każdy wariant uwzględnia wielkość zapisów, ilość obliczeń oraz tzw. *współczynnik aktywności* (czyli częstotliwość występowania). Inne parametry, jak np. szybkość podstawowa jednostki centralnej, wielkość pamięci operacyjnej, wieloprogramowość, a także możliwość wykonania pewnych czynności poza zestawem (*off-line*), są oczywiście równie ważne dla użytkownika. Wymienione parametry zależą jednak od konfiguracji zestawu. Aby uzyskać miarodajną ocenę „porównawczą” wydajności różnych konkurencyjnych zestawów ustalono typowe konfiguracje, które bierze się pod uwagę przy każdym zestawie. Podstawowy czas przetwarzania zadania dzieli się na trzy rodzaje: czas wprowadzenia danych i wyprowadzania wyników (czas wejścia-wyjścia) w przeliczeniu na jeden blok dla każdego indywidualnego elementu zestawu; opóźnienie pracy jednostki centralnej spowodowane realizowaniem operacji wejściowo-wyjściowych; czas trwania obliczeń w jednostce centralnej. Czas trwania obliczeń można z kolei podzielić na trzy grupy: czas przetwarzania jednego zapisu ze zbioru głównego (kartoteki); czas przetwarzania jednej elementarnej transakcji (danej); czas realizowania operacji pomocniczych, niezbędnych do przeniesienia jednego bloku ze zbioru aktualizowanego (kartoteki) do zbioru zaktualizowanego. Na podstawie tych danych określa się czas przetwarzania dla różnych wariantów zadania, przy różnych konfiguracjach zestawu. Rezultaty są uwidocznione na wykresach przedstawiających czas potrzebny do przetwarzania zbioru głównego (kartoteki) o objętości 10 000 zapisów (por. katalogi I. Auerbacha).

Nakreślona metoda była systematycznie stosowana do oceny większości komputerów produkowanych w Stanach Zjednoczonych. Rezultatem tego jest zbiór obiektywnych danych (publikowanych w różnych katalogach firm konsultacyjnych), które ułatwiają potencjalnemu użytkownikowi maszyn podjęcie właściwej — z punktu widzenia ekonomiki — decyzji, natomiast aktualnym użytkownikom maszyn pozwalają ocenić celowość zmiany konfiguracji (struktury) posiadanego zestawu. Firma I. Auerbacha dzieli zestawy komputerowe na następujące podstawowe grupy:

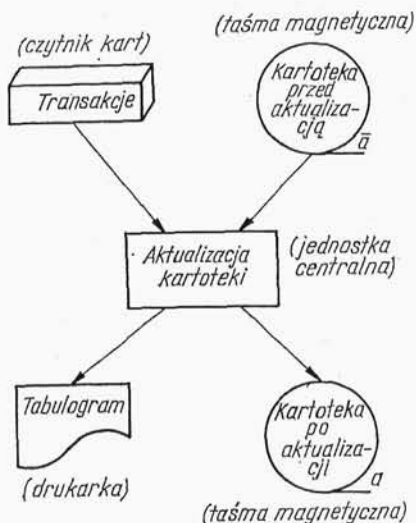
- zestawy do obliczeń naukowych,
- zestawy kartowe (które zastąpiły zestawy maszyn licząco-analitycznych),
- zestawy do przetwarzania sekwencyjnego (taśmowe),
- zestawy do przetwarzania na bieżąco (dyskowe).

Podawane w pracach I. Auerbacha — publikowanych w czasopiśmie poświęconych zastosowaniom techniki obliczeniowej — tabele i wykresy wydajności poszczególnych zestawów komputerowych ujmują przede wszystkim czasy potrzebne na rozwiązanie pięciu typowych zadań wzorcowych [1].

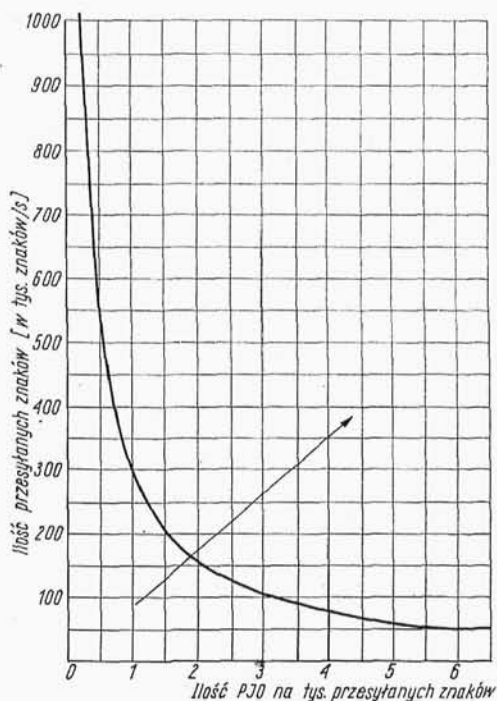
Schemat planu operacyjnego przetwarzania danych dla wzorcowego zadania obliczeniowego jakim jest *aktualizacja sekwencyjnej kartoteki* — podano na rys. 6-2. Schemat blokowy dla tego zadania przedstawiono na rys. 6-1. Natomiast schemat blokowy rozwiązania zadania polegającego na *aktualizacji kartoteki zorganizowanej dla wyrywkowego dostępu* — przedstawiono na rys. 6-3. Wzorcowe zadanie obliczeniowe z zakresu sortowania polega na uporządkowaniu 10 000 zapisów (o długości 80 znaków każdy), w kolejności np. rosnącej, według klucza 8-cyfrowego. Dla zastosowań komputerów z zakresu obliczeń numerycznych (regresja wielokrotna, rozwiązy-



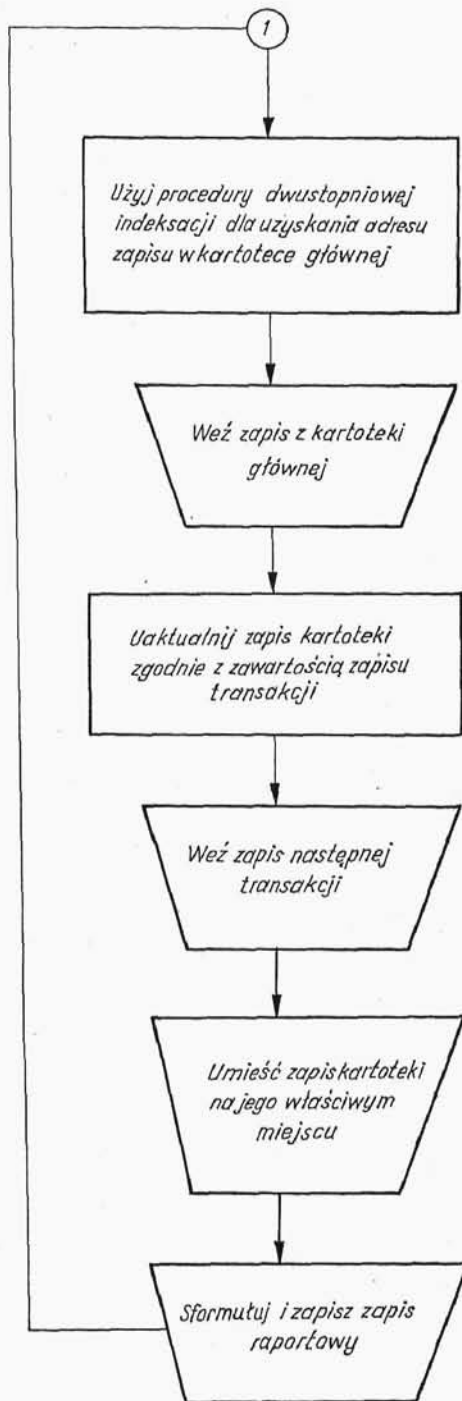
Rys. 6-1. Schemat blokowy programu: „aktualizacja sekwencyjnej kartoteki”



Rys. 6-2. Schemat planu operacyjnego przetwarzania danych wzorcowego zadania obliczeniowego: „aktualizacja sekwencyjnej kartoteki”



Rys. 6-4. Wykres wydajności komputera według metody POWU



Rys. 6-3. Schemat blokowy programu: „aktualizacja wyrywkowej kartoteki” (bez badania końca przetwarzania)

wanie układu równań algebraicznych, programowanie liniowe) znaczną część czasu trwania obliczeń pochłania proces odwracania macierzy. Wzorcowe zadanie obliczeniowe dotyczy odwracania macierzy 10×10 i 40×40 . Zadanie to ma na celu ocenę szybkości procesora przy pracy w zmiennym przecinku; z tego względu nie rozpatruje się niezbędnych operacji wejścia i wyjścia [1]. Innym przykładem wzorcowego zadania obliczeniowego jest wyznaczenie *podstawowej jednostki obciążenia* (PJO) maszyny; zadanie to — znane pod nazwą POWU (*Post Office Work Unit*) [5] zostało opracowane przez Brytyjskie Ministerstwo Poczty w 1967 r. Podstawową jednostką obciążenia komputera jest sumaryczny czas przesyłania grupy danych, zawierającej 30 znaków alfabetycznych oraz 70 znaków numerycznych, podzielony przez 100.

Wyznaczenie PJO umożliwia określenie wydajności komputera (dla porównania z innymi). Przykładowy wykres krzywej wydajności jest pokazany na rys. 6-4.

Jeżeli chodzi o metody oceny dostępności zestawu komputerowego — interesujący zestaw mierników zaproponował informatyk polski J. Sobaniec [8]. Miernikami tymi są: współczynnik czasu użytecznego (*WCU*), współczynnik średniego czasu między uszkodzeniami (*SCMU*), współczynnik cotowości operacyjnej (*WGO*), wskaźnik skuteczności kontroli (S_i).

Przez współczynnik czasu użytecznego *WCU* należy rozumieć parametr wyliczony według zależności

$$WCU = \frac{t_p - t_s}{t_p} \cdot 100\%$$

gdzie: t_p — czas pracy maszyny liczony od chwili włączenia do chwili wyłączenia zasilania komputera,

t_s — czas przeznaczony na konserwację, naprawy itp.

Badania *WCU* — dla uzyskania wiarogodnych wyników — powinny być prowadzone w łącznym czasie nie mniejszym, niż potrzebny dla wyznaczenia *SCMU* i nie mniejszym, niż czas w jakim jest przewidziane wykonanie jednego cyklu wszystkich okresowych czynności konserwatorskich. Współczynnik *SCMU* jest obliczany według zależności

$$SCMU = \frac{T_p}{L}$$

gdzie: L — suma wszystkich uszkodzeń w czasie T_p ,

T_p — czas przeprowadzania badań.

W praktyce, w odniesieniu do maszyn II generacji, wystarczającym dla pomiaru *SCMU* i *WCU* jest okres rocznej pracy maszyn (lub około 5 tys. godzin).

Koszt prowadzenia wymienionych badań jest stosunkowo niewielki, ponieważ wykorzystuje się do tego celu normalną, użytkową eksploatację maszyny, podczas której obsługę obowiązuje ścisły reżim rozliczeń czasu pracy maszyny, a co za tym idzie — jest wymagane zainstalowanie w niektórych modułach maszyny specjalnych liczników czasu ich pracy.

Wielkości *SCMU* i *WCU* w sposób bardzo istotny zależą od zestawu maszyny i ilości wykorzystywanych urządzeń wejściowo-wyjściowych. Przykładowo, dla maszyn średniej klasy i II generacji przeznaczanych do przetwarzania danych można przyjąć [4], że wartości $WCU < 75\%$ oraz $SCMU < 30$ godzin (w odniesieniu do całej maszyny) — dyskwalifikują komputer z punktu widzenia wymagań eksploatacyjnych.

Jeśli natomiast $WCU > 75\%$, jakość konserwacji jest zadowalająca. Na przykład komputer ICL 1905 (II generacji) zainstalowany w GUS, pracujący na 3 zmiany, osiąga $WCU = 90 \div 95\%$.

W przypadku komputerów III generacji średniej klasy, wydaje się, że jako kryterium wymagań eksploatacyjnych można przyjąć wartości: $WCU \geq 85\%$, $SCMU \geq 100$ godzin. Jednakże przy takich wartościach WCU i $SCMU$ komplikuje się ich pomiar, ze względu na konieczność wydłużenia okresu t_p . Następnym parametrem szczególnie przydatnym dla użytkownika — ujmującym poziom ufności, że podczas pracy maszyny sprawnej nie wystąpi uszkodzenie — jest współczynnik gotowości operacyjnej (WGO), obliczany na podstawie zależności

$$WGO = \frac{T_u}{T_u + (T_n + T_s)}$$

gdzie: T_u — czas pracy maszyny sprawnej z pominięciem stałego czasu przeznaczonego na planowe czynności konserwacyjne i badania profilaktyczne (te ostatnie czasy są zawarte w WCU),
 $T_n + T_s$ — czas trwania napraw i sprawdzanie maszyny po naprawach uszkodzeń zaistniałych w trakcie obliczeń.

Uwaga: Wylączone tutaj uszkodzenia następujące w czasie wykonywania czynności związanych z konserwacją maszyn, ponieważ w tym okresie maszyna pracuje w wymuszonych zewnętrznie, niekorzystnych dla niej warunkach.

Dla maszyn (do przetwarzania danych) II generacji średniej klasy, jako wymaganą wartość proponuje się przyjęcie $WGO \geq 0,95$. Dla maszyn omawianego typu, ale III generacji, można przyjąć, że WGO powinien wynosić co najmniej 0,98. Współczynnik WGO wyznacza się w trakcie badania WCU , biorąc do obliczeń czas T_u powiązany z T_p następującą zależnością

$$T_u = T_p - (T_n + T_s) - (T_k + QT_p)$$

gdzie: $(T_k + QT_p)$ — część czasu pracy maszyny przeznaczona na planowe czynności konserwacyjne oraz sprawdzanie poprawności działania zestawu.

Wspomniany J. Sobaniec omawia również metody oceny stanu eksploatowanych komputerów. Do tych metod zalicza:

1. Metody kontroli stanu maszyny cyfrowej,
2. Metody diagnostyki uszkodzenia,
3. Metody usuwania uszkodzeń,
4. Metody konserwacji maszyny.

W odniesieniu do każdej z wymienionych metod trudno opracować bezwzględne kryteria ilościowe oceny. W pewnym stopniu o efektywności tych metod decydują łącznie wartości WCU i WGO .

W odniesieniu do metod 1, 2, 3 można wprowadzić współczynnik charakteryzujący ich efektywność, w postaci średniego czasu usuwania uszkodzenia. Na czas usuwania skutków uszkodzenia składa się czas potrzebny na wykrycie uszkodzenia (kontrola), czas lokalizacji uszkodzenia (diagnostyka) i czas naprawy.

Jako wspólne kryterium oceny efektywności metod 1, 2, 3 można przyjąć [6], że średni czas tracony na usunięcie jednego uszkodzenia, nie powinien przekraczać 0,5 godziny dla maszyn średniej wielkości i II generacji. Zostanie obecnie przedstawiona próba ilościowej oceny efektywności metod kontroli i diagnostyki maszyn.

Skuteczność metod kontroli stanu maszyny postuluje się oceniać ilościowo za pomocą zależności (opracowanej na podstawie literatury [6])

$$S_i = \frac{\bar{N}_i}{N_i} \cdot 100\%$$

gdzie S_i — wskaźnik skuteczności i-tej (programowo-składowej) metody kontroli,
 N_i — liczba uszkodzeń wykrytych w układach kontrolowanych poszczególnymi (i-tymi) metodami,
 \bar{N}_i — liczba uszkodzeń niewykrytych podczas kontroli (daną metodą).

Badanie skuteczności systemu kontroli polega na zasymulowaniu pewnej liczby uszkodzeń trwałych i parametrycznych (proporcjonalnej do liczby pakietów), a następnie zastosowaniu odpowiednich metod kontroli i zebraniu informacji o sposobie ich działania. Skuteczność systemu kontroli jest oceniana przez zespół prowadzących badania według np. 4-punktowej skali ocen. Metoda ta była stosowana do oceny skuteczności kontroli komputera ZAM-41; dla środków kontroli wyłącznie programowej *) uzyskano wynik $S = 90,1 \pm 3\%$ na poziomie ufności 0,95. W podobny sposób przeprowadza się badania skuteczności metod diagnozy.

Podsumowując można przyjąć, że efektywność metod kontroli i diagnostyki jest wystarczająca, jeśli wartość $S > 90\%$. Jeżeli chodzi o ocenę metod konserwacji maszyny — można przyjąć, że są one zadowalające, jeśli wartość $WCU > 75$ dla przetwarzających dane maszyn II generacji, średniej klasy.

Prócz przedstawionych zobjektywizowanych metod porównywania komputerów występuje wiele dodatkowych czynników, które przy wyborze komputera powinny być brane pod uwagę. Z tego względu zostanie sformułowany ogólny zakres obowiązków producenta i użytkownika.

Użytkownik winien otrzymać od dostawcy:

- informacje o komputerach firm konkurencyjnych (wprawdzie wiele materiałów ma pieczętę „do użytku wewnętrznego”, jednak zwykle użytkownicy dysponują tego typu informacjami),
 - pomoc przy uruchamianiu instalacji i systemu APD,
 - wyniki badań dotyczących przyszłościowych systemów APD,
 - pomoc w zakresie przeszkolenia personelu,
 - pomoc w przypadku awarii,
 - dokumentację obsługi komputera, oprogramowania itp.,
 - bieżąco nadsyłane zmiany dokumentacji, informacje na temat doświadczeń zdobytych podczas instalowania innych komputerów.
- Natomiast użytkownik jest obowiązany:
- definiować założenia organizowanego systemu APD (cele, etapy, nakłady itp.),
 - zaprojektować najbardziej odpowiadający mu system APD,
 - sformułować jasno swoje wymagania wobec dostawcy,
 - opracować metodę oceny oferowanych do sprzedaży komputerów,
 - określić wysokość nakładów (czasowo-finansowych),
 - dobrać odpowiedni personel i ewentualnie przeszkolić go.

*) W modułach maszyny ZAM-41 zastosowano bardzo niewiele układów kontrolnych

Istnieje wiele metod oceny i zasad wyboru komputerów, a mimo to podczas dokonywania tego wyboru — nietrudno o popełnienie błędów. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń posiadaczy komputerów można usystematyzować najczęściej popełniane błędy [7], grupując je tematycznie.

Błędy popełniane przy modernizacji systemu APD:

1. Niewłaściwa ocena celów użytkownika z punktu widzenia nowych metod zarządzania (lub niesprecyzowanie tych celów w ogóle),
2. Przypuszczenie, że system APD zostanie zmodernizowany w tym samym czasie, w jakim będzie uruchomiony komputer,
3. Przyjęcie założenia, że wyszkoli się stosunkowo szybko własny personel, który potrafi bezbłędnie uruchomić system APD,
4. Założenie, że zwrot kosztów inwestycji komputerowej nastąpi w czasie nakreślonym (wstępnie) przez specjalistów.

Błędy popełniane przy ocenie poziomu usług producenta:

1. Zainteresowanie się tylko jednym dostawcą,
2. Branie pod uwagę przede wszystkim podnoszonych przez dostawcę zalet zestawu, a poniechanie wnikliwej oceny pod kątem przydatności w konkretnych warunkach,
3. Wyrażenie zgody na zawyżenie ceny dostaw sprzętu przez producenta, proponującego rozbudowę konfiguracji zestawów o elementy — w gruncie rzeczy — niepotrzebne, czy też oferującego pomoc (zbędną) projektową i szkoleniową.
4. Sugerowanie się dobrą ogólnie opinią konkretnego dostawcy wśród innych użytkowników sprzętu ETO.
5. Bezkrytyczne przyjmowanie sugestii personelu, który — skierowując uwagę organizatorów na pewne firmy — czyni to niejednokrotnie pod kątem prywatnych interesów.
6. Pomijanie faktu, że personel dostawcy jest zbyt wąsko wyspecjalizowany i nie ma interdyscyplinarnej wiedzy, niezbędnej z punktu widzenia danego użytkownika (np. łączenie znajomości organizacji, produkcji i handlu),
7. Nieuwzględnianie faktu, że przedstawiciel dostawcy ma wytyczone określone, krótkotrwałe zadania, które nie są zbieżne z długofalowymi celami użytkownika.

Błędy popełniane przy ocenie rozwiązań technicznych komputera:

1. Błędy popełniane przy zbyt głębokiej analizie różnych form wewnętrznego przetwarzania (zakładkowanie*, podział czasu, wieloprogramowość itp.),
2. Błędy wynikające z przeceniania znaczenia pewnych dodatkowych rozwiązań konstrukcyjnych, wprowadzonych przez producenta dla podniesienia ceny zestawu, czy też ze względów reklamowych albo po prostu wskutek naśladownictwa; rozwiązania te mogą następnie być nie uwzględnione w oprogramowaniu standardowym,
3. Błędy wynikające z sugerowania się uniwersalnymi rozwiązaniami; np. w zestawie komputerowym do przetwarzania danych, nie jest potrzebna zbyt szybko działająca jednostka centralna „ale taką się dobiera przewidując ewentualne (unikalne przecież) obliczenia numeryczne”. Nie uwzględnia się natomiast często potrzeb związanych z pamięciami zewnętrznymi, nader istotnymi dla przetwarzania danych.

*) A. Targowski: *Automatyzacja przetwarzania danych*. PWE 1970

4. Błędy wynikające z sugerowania się zawyżonymi parametrami technicznymi niektórych urządzeń. Na przykład ze względu na niezawodność zestawu — bardziej przydatne są dwa wolne działające czytniki kart, niż jeden szybki,

5. Błędna ocena faktycznych potrzeb przetwarzaniowych; można zaobserwować i tu zastosowanie prawa Parkinsona,

6. Nieuwzględnianie niezależnych dostawców urządzeń peryferyjnych, których sprzęt w wielu przypadkach jest lepszy, niż sprzęt dostawców pełnych zestawów komputerowych.

Błędy popełniane przy ocenie oprogramowania:

1. Nieprawidłowa ocena miarodajności testowania wzorcowych zadań obliczeniowych przez niedoszkolony personel,

2. Błędna ocena wydajności komputerów, polegająca m.in. na włączaniu do czasu tłumaczenia programów — czasu zużywanego przez niektóre programy systemu operacyjnego,

3. Konsekwencje tradycyjnego i nieelastycznego podejścia; np. program COBOL jest lepszy, niż FORTRAN dla zagadnień przetwarzania danych, podczas gdy w przypadku niektórych zadań obliczeniowych sytuacja — z punktu widzenia wydajności — może być odwrotna.

4. Pomijanie niektórych czynników wpływających na skuteczność oprogramowania, takich jak zbyt mała pojemność pamięci operacyjnej, szybkość dysków itp.,

5. Ocenianie perspektywicznych potrzeb na podstawie przestarzałych rozwiązań, które — jak należy sądzić — ulegną zmianie,

6. Ocenianie rozwiązań poszczególnych elementów oprogramowania z pominięciem oceny ogólnej koncepcji oprogramowania.

Ażeby dokonać najodpowiedniejszego wyboru zestawu komputerowego — należy przeanalizować wiele ilościowych i jakościowych parametrów porównywanych komputerów. Niezależnie od zastosowania przedstawionych metod, dla ujęcia ostatecznych wyników porównania można zastosować metodę punktową (tzw. „wagi”).

6.3. Badanie celowości wymiany komputerów

Nowe generacje komputerów pojawiają się, jak dotychczas, co 5÷6 lat. Każda następna generacja — wiąże się oczywiście z dalszymi udoskonaleniami maszyn. Większość użytkowników stara się zakupić nowsze typy. Jednakże wtedy powstaje problem: co robić z dotychczasowymi instalacjami komputerów, a przede wszystkim — z eksploatowanymi już programami, których bezpośrednio nie można wykorzystać dla nowych komputerów. Istnieją trzy sposoby przystosowania istniejących programów do nowych komputerów.

1. Symulowanie „starego” komputera na „nowym”; do tego celu jest wymagany program tłumaczący. Na przykład, dzięki systemowi symulacyjnemu Easycoder Liberation, przetłumaczono około 100 tys. programów z języka Autocoder (serii IBM 1400) — na język stosowany w komputerach Honeywell 200 (modele 120/200/1200/2200/4200). Tylko 5% przetłumaczonych programów wymagało pewnej interwencji programistów, a w 1% przypadków było konieczne wprowadzenie zmian i to przede wszystkim do programów wykorzystujących dyski. Podobnie system symulacyjny EXODUS