

5.2. Klasy zestawów komputerowych

Analiza szesnastu lat (1954—1969) burzliwego rozwoju zastosowań komputerów wykazuje, że park tych maszyn na świecie ulegał podwojeniu przeciętnie co 2—3 lata, a jeżeli brać pod uwagę wydajność tego parku to ulegała ona podwojeniu w ciągu każdego półrocza. Pod koniec 1970 r. świat stosował około 100 tys. komputerów, przy czym znaczna ich większość (około 80%) była wykorzystywana dla celów zarządzania. Roczne przyrosty liczby komputerów w najbliższym dziesięcioleciu mają wynosić — szacunkowo — 20÷50%. Przy tym w USA dyskutowany przyrost szacuje się na 30%, w Europie na 40%, a w Japonii na 50%. Ocena ilościową światowego parku komputerowego w latach 1960—1980 przedstawiono w tablicy 5-5.

Tablica 5-5

Szacunek a) liczności światowego parku komputerowego (wszystkie rodzaje) w okresie 1960÷1980 (wg A. Empachera)

Kraj	Liczba komputerów eksploatowanych				
	w r. 1960 zob. c), d), f)	w r. 1965 zob. c), d), e), f)	w r. 1970 zob. d), e), f)	w r. 1975 zob. f)	w r. 1980 zob. b)
USA	4 500	29 000	90 000	170 000 ^{b)}	250 000 ^{j)}
Europa Zachodnia	800	7 600	29 000 ^{b)}	112 000 ^{b)}	200 000 ^{j)}
w tym:					
— NRF	200	2 000	6 000	9 000	b.d
— W. Brytania	220	1 300	6 000	9 000	b.d
— Francja	150	1 800	5 000 ^{b)}	12 000	28 000 ^{j)}
Japonia	100	1 600	8 000	40 000 ^{b)}	100 000 ^{j)}
Kraje socjalist.	500	1 200	4 000	18 000	b.d
w tym:					
— ZSRR	490	1 200	3 200	15 000	b.d
— CSRS	5 ^{m)}	55 ^{m)}	300	650	b.d
— NRD	3	45	300	800	4 000 ^{b)}
— Polska	2	60	170	500	2 000
Inne kraje ^{k)}	100	600	4 000	10 000	•
Razem na świecie ^{k)}	6 000	40 000	135 000	350 000	650 000 ^{j)}

Objaśnienia:

- a — wobec braku oficjalnych statystyk podane liczby są zaokrągleniami, wypośredkowanymi z zestawień publikowanych w ogólnodostępnych publikacjach fachowych,
- b — stan na początek roku,
- c — dane dla krajów kapitalistycznych według dwumiesięcznika *Electrocalcul* nr 3/67,
- d — dane dla krajów kapitalistycznych według czasopisma *Expansion* nr 6—7/68, cytowane za gazetą radziecką *Biulletien Inostrannoj Komerceskoj Informacji*,
- e — dane dla krajów kapitalistycznych według raportów firmy Computer consultants (Anglia),
- f — dane dla krajów kapitalistycznych według miesięcznika *International Management* nr 1/70,
- g — dane dla krajów socjalistycznych do roku 1975 według oszacowań Biura Pełnomocnika Rządu d/s ETO, eksponowanych na wystawie „Elektronika w służbie postępu” w okresie IV Zjazdu PZPR,
- h — według tygodnika zachodnoniemieckiego *Spiegel* (27.X.1969), cytowane za biuletynem PAP nr 121 (3787) z dnia 8.XI.1969, str. 36,
- i — według danych przekazanych przez specjalistów francuskich podczas „Dni informatyki francuskiej w Polsce” (w 1969 r.),
- j — dane ekstrapolacyjne,
- k — szacunek sumaryczny,
- m — według miesięcznika *Mechanizace a automatizace administrativy* nr 11/68, str. 350 i 351.

Inne orientacyjne oceny wskazują, że w 1973 r. przeciętna firma kapitalistyczna (rys. 5-19) wyda na komputery i sprzęt z nimi związany dwukrotnie więcej, niż w r. 1965, a wydajność posiadanych przez taką firmę środków technicznych do przetwarzania informacji wzrośnie mniej więcej 17-krotnie. Typowa amerykańska firma przemysłowa średniej wielkości, inwestująca obecnie w sprzęt komputerowy około 3,7 mln dolarów, będzie prawdopodobnie rozporządzała w 1973 r. sprzętem tego typu wartości 8,5 mln dolarów. Udział inwestycji komputerowych w całości inwestycji firm amerykańskich wzrósł w latach 1961—70 z około 4 do 10,3%.

Przewiduje się, że najbliższe lata przyniosą poważne zmiany w strukturze kosztów systemu komputerowego. O ile w 1954 r. koszt komputera stanowił 75% całości kosztów komputerowego systemu przetwarzania informacji, to w r. 1973 komputer będzie tylko jednym z kilku głównych elementów znacznie bardziej skomplikowanego systemu, obejmującego specjalne urządzenia i korzystającego z transmisji danych — reprezentując zaledwie około 25% kosztu całości systemu. Wzrośnie znacznie udział nakładów finansowych na opracowanie programów. Pełna ocena tempa instalowania komputerów wymaga rozróżnienia ich wielkości. O ile we wczesnym okresie rozwoju komputeryzacji (występującej przede wszystkim w obliczeniach numerycznych) wielkość tę mierzono wskaźnikiem liczby operacji wykonywanych w ciągu sekundy, to w miarę wzrostu zastosowań komputerów w przetwarzaniu danych — wskaźnik ten okazywał się niewystarczający. Komputer wolno działający, ale z pamięcią dyskową może być wydajniejszy w danej dziedzinie zastosowań od komputera szybszego, lecz wyposażonego w pamięci taśmowe. Pod koniec lat czterdziestych Herb Grosch sformułował tzw. *prawo technologiczne*, mówiące, że moc obliczeniowa komputera jest proporcjonalna do kwadratu kosztu; tzn. komputer 10 razy droższy jest 100 razy bardziej wydajny. W roku 1962 Charles W. Adams [1] udowodnił, że dla maszyn drugiej generacji moc obliczeniowa jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z krotności cen dwóch porównywanych komputerów.



Rys. 5-19. Linia montażowa komputerów IBM 360/20 w San Jose, którą opuszcza dziennie 1 komputer

Jeżeli

$$n = \frac{C_1}{C_2}$$

gdzie: C_1, C_2 — ceny dwóch porównywanych komputerów,
 n — krotność cen dwóch porównywanych komputerów,

to

$$P_2 = \sqrt{n \cdot P_1}$$

gdzie: P_1, P_2 — moce obliczeniowe dwu porównywanych komputerów.

W ten sposób Prawo Groscha $\left(\frac{V_1}{V_2} = n^2\right)$ uległo modyfikacji. W swoich wyliczeniach Ch. Adams uwzględniał pojemność oraz szybkość pamięci operacyjnej. Opierając się w pewnym stopniu na podstawowej koncepcji Adamsa — Kenneth E. Knigh [13, 14] opracował w 1966 r. ulepszoną formułę mocy obliczeniowej. Moc obliczeniowa jest definiowana przez Knighta jako iloczyn średniej szybkości przez wskaźnik wielkości pamięci

$$P = V_{sr} \cdot W$$

Wskaźnik W jest tak dobrany, aby dla komputera o „podstawowej” pojemności pamięci wynosił 10^6 , dla innych zaś pojemności pamięci był równy pierwiastkowi (kwadratowemu — dla obliczeń numerycznych oraz sześciennemu — dla przetwarzania danych) z iloczynu wskaźnika pojemności efektywnej pamięci i długości efektywnej słowa

$$W_{num} = 10^6 \sqrt{W_{poj} \cdot W_{sl}}$$

gdzie: W_{num} — wskaźnik dla komputera dla obliczeń numerycznych.

Wskaźnik efektywnej długości słowa Knight opisuje wzorem

$$W_{sl} = \frac{B_{sl} - 7}{B_{sl}^0 - 7}$$

gdzie: $B_{sl}^0 = 36$,

B_{sl} — liczba bitów w słowie,

wskaźnik zaś pojemności efektywnej pamięci wewnętrznej podaje wzorem

$$W_{poj} = \frac{W_{dsl} \cdot C_{sl}}{32000}$$

tzn. jako iloczyn wskaźnika długości słowa, równego

$$W_{dsl} = \begin{cases} 1 & \text{dla słów o stałej długości} \\ 2 & \text{dla słów o zmiennej długości} \end{cases}$$

oraz faktycznej pojemności pamięci wewnętrznej C_{sl} , wyrażonej liczbą słów. Jednostką odniesienia jest więc 32 K pamięci o stałej długości słów, albo 16 K pamięci o zmiennej długości słów. Następnie Knight wprowadza pojęcie tzw. „czasu jednodolarowego” (s/dol); pojęcie to przy porównywaniu komputerów ma prowadzić do oceny o ile większą szybkość działania (wyrażoną liczbą operacji na sekundę) można uzyskać za cenę 1 dolara. Czas jednodolarowy (C) ujmuje wzór Knighta

$$C = \frac{T}{E}$$

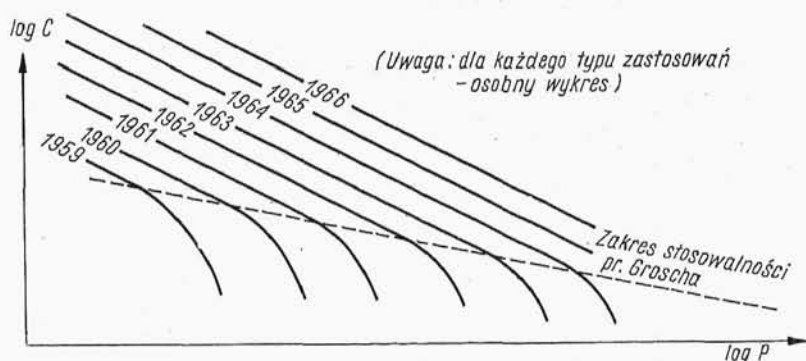
gdzie: T — miesięczny czas efektywny pracy komputera (wyrażony w sekundach),
 E — renta miesięczna za użytkowanie rozpatrywanej konfiguracji komputera (w dolarach).

Tablica 5-6

Czas jednodolarowy niektórych maszyn amerykańskich, zainstalowanych w Polsce

Lp. wg wykazu KNIGHTA	Typ	Data pierwszej instalacji	Moc umowna (op/s)		Liczba sekund pracy maszyny uzyskanych za cenę 1 dolara C
			P_{num}	P_{APD}	
146	CDC-160	lipiec 1960	119	50	354
199	NCR-315	styczeń 1962	3 408	11 460	66
234	IBM-1440	listopad 1963	1 412	5 559	183

Dla przykładu w tablicy 5-6 podano wskaźniki C charakteryzujące komputery amerykańskie użytkowane w Polsce. Z tablicy wynika, że najoszczędniej zaprojektowana została maszyna CDC 160 — przeznaczona do obliczeń numerycznych. Z maszyn do przetwarzania danych najtańsza była (w stosunku do oferowanej mocy obliczeniowej) maszyna IBM 1440, aż 3-krotnie tańsza od maszyny NCR 315*).

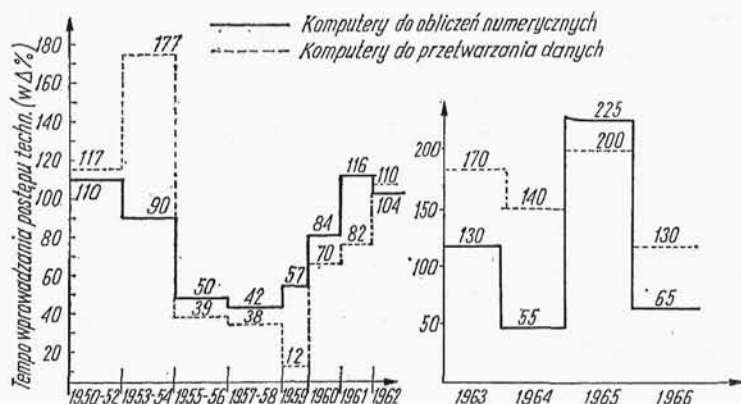


Rys. 5-20. Wykres logarytmiczny Knight'a („krzywe technologiczne”)

Wykorzystując koncepcję „czasu jednodolarowego”, Knight opracował przedstawiony na rys. 5-20 wykres logarytmiczny, ujmujący zależność $P = f(C)$. Wynika z niego, że przy tym samym wskaźniku C różnych komputerów wprowadzonych na rynek na przestrzeni tego samego roku występuje

*) Nie chodzi tu o spór, która z maszyn jest lepsza. Porównano je pod względem mocy obliczeniowej, choć bardziej wskazane byłoby porównanie mocy przetwarzaniowych. Przytacza się porównanie ze względu na jego walory metodologiczne. Posługując się przytoczoną metodą można ewentualnie takie porównanie wykonać dla innych typów maszyn w Polsce.

taka sama moc obliczeniowa. Regule tej nie podlegają komputery bardzo dużej mocy, dla których obserwuje się nieproporcjonalny spadek mocy. Ten ostatni fakt Knight tłumaczy barierą technologiczną: nie opłaca się budować komputerów zbyt szybkich. Swoje „krzywe technologiczne” Knight ustalił metodą najmniejszych kwadratów. Okazuje się [9], że maszyna IBM 1440 znajduje się na krzywej technologicznej wyznaczonej dla 1965 r. (choć wprowadzono ją w 1963 r.) — zarówno w zakresie zastosowań numerycznych, jak i przetwarzania danych; NCR 315 plasuje się między krzywymi dla r. 1960 i 1961 w zakresie zastosowań numerycznych — ale w zakresie przetwarzania danych między krzywymi z lat 1962 i 1963 (choć wprowadzono ją w 1962 r.); CDC 160 (wprowadzona w 1960 r.) dla obu typów zastosowań jest usytuowana między krzywymi dotyczącymi lat 1960 i 1961.



Rys. 5-21. Wykres tempa wprowadzania postępu technicznego w przemyśle komputerowym w latach 1950—62

Na podstawie „krzywych technologicznych” można przeanalizować tempo wzrostu postępu technicznego (tzw. umownej nowoczesności) w przemyśle komputerowym. W latach 1950—62 średnie roczne tempo ulepszania komputerów wynosi: w przypadku przeznaczonych do obliczeń numerycznych 81%; do przetwarzania danych — 87%. Z wykresu pokazanego na rys. 5-21 wynika, że w poszczególnych latach tego okresu zmiany te przebiegały nie zawsze w sposób równomierny. W latach 1950—54 i 1960—62 nastąpił większy postęp, aniżeli w latach 1955—59. Stąd można wysnuć wniosek, że producenci wprowadzają na rynek nowe komputery co 3÷6 lat.

Spośród innych metod określania mocy obliczeniowej komputera, które zresztą nie cieszyły się większym zainteresowaniem, można wymienić tzw. *próbkę Gilla*, lansującego ocenę przeciętnej liczby operacji na sekundę — na podstawie przebiegu 10 operacji arytmetycznych. Była to pierwsza „próbka” z serii później rozwiniętych tzw. „mieszanek”. Jedną z nich jest mieszanka Gibsona, który ocenia moc obliczeniową komputera na podstawie próbki złożonej z 1000 umownych rozkazów, podzielonych na 11 grup o zmiennej liczebności, jak to podano w tabeli 5-7.

Poszczególne grupy rozkazów składają się z kilku typowych sytuacji programowych, którym przyporządkowano odpowiednie „wagi” (częstotliwość występowania). Przykładowo, grupa rozkazów dodawania (odejmowania) składa się z 8 sytuacji programowych o różnej częstotliwości występowania.

Mieszanka Gibsona

Rozdzaj operacji STP	Argument		Wynik operacji	Liczba operacji	Wg Gibsona	Rozdzaj operacji STP	Argument		Wynik operacji	Liczba operacji	Wg Gibson
	I	II					I	II			
Dodawania	A	M1	A	12	ADD	Logiczne	A	M1	A	3,2	AND
	A	M1	M1	12	ADD STORE		A	M1	M1	3,2	AND STORE
	A	M1	M3	6	ADD STORE		M1	M2	A	3,2	LOAD, AND
	M1	M2	A	12	LOAD ADD		M1	M2	M1	1,6	LOAD AND STORE
	M1	M2	M1	7	LOAD ADD STORE		M1	M2	M3	3,2	LOAD AND STORE
	M1	M2	M3	12	LOAD ADD STORE		M1		A	33	LOAD
Mnożenia i dzielenia						Transfery	A		M3	33	STORE
	A	M1	A	1,6	MUL/D		M1		M3	66	LOAD STORE
	A	M1	M1	1,6	MUL/D STORE	Przesuw	A		A	30	SHIFT
	A	M1	M3	0,8	MUL/D STORE		M1		A	7	LOAD SHIFT
	M1	M2	A	1,6	LOAD MULT/D		M1		M3	7	LOAD SHIFT STORE
	M1	M2	M3	1,6	LOAD MULT/D STORE					38	SEARCH
										166	TEST
	M1	M2	M1	0,8	LOAD MULT/D					180	INDEX

Objaśnienie: A — akumulator, M1, M2, M3 — dowolne miejsca pamięci operacyjnej, STP — stałoprzecinkowe

Lista rozkazów mieszanki jest wzorcową sytuacją programową; należy ją zaprogramować według listy rozkazów ocenianej maszyny. Następnie określa się czasy trwania poszczególnych operacji i mnoży je przez częstość występowania operacji. W ten sposób dodatkowo można porównać skuteczność listy rozkazów danej maszyny. Przykładowo 878 — instrukcyjną umowną próbkę Gibsona (operacje wyłącznie stałoprzecinkowe) — można zaprogramować 978 rozkazami na maszynach ICT 1900 oraz 767 rozkazami na maszynach GE 400. W ten sposób można ponadto porównać umowny stopień wypełnienia pamięci operacyjnej.

Próbki mieszkankowe są charakterystyczne dla początkowego etapu rozwoju komputeryzacji, kiedy to przywiązywano znaczną wagę do szybkości

obliczeń jednostki centralnej, nie uwzględniając zdolności przetwarzaniowej całego komputera ani jego ceny. W rezultacie można postawić tezę, że pojęcie mocy obliczeniowej jest tak trudne do jednoznacznego ujęcia, że nie można rozpatrywać praw z nim związanych. Próby obiektywizacji mocy obliczeniowej prowadzą zwykle do takiej szczegółowości i komplikacji przeliczeń, że tracą praktyczny sens. W tej sytuacji przyjęło się w praktyce określanie mocy przetwarzaniowej (a nie obliczeniowej) za pomocą klasy komputerów. Klasa komputera znajduje odbicie w jego cenie przy odpowiedniej konfiguracji zestawu. Oznacza to, że ten sam komputer może należeć np. do dwóch klas i mieć różną moc przetwarzaniową — choć jego moc obliczeniowa nie ulega zasadniczo zmianie — ponieważ obie konfiguracje zestawu są oparte na tej samej jednostce centralnej. W tablicy 5-8 podano miesięczne ceny wynajmu wybranych komputerów w różnych konfiguracjach:

Tablica 5-8

Miesięczne ceny wynajmu wybranych komputerów w różnych konfiguracjach wg Computer Characteristics Quarterly, Third Quarter (1968)

Maszyna	Konfiguracja A	Konfiguracja B	Konfiguracja C	Konfiguracja D
B 2500	3 910	7 740	10 560	
B 3500	4 510	8 390	11 360	17 360
B 5500	12 625	17 440	21 170	27 675
B 6500			24 800	32 340
CDC 160 A	4 340	8 340		
CDC 160 G	6 990	10 960		
CDC 3100		11 100	13 410	19 320
CDC 3300		11 900	14 010	19 870
CDC 3600		19 450	20 510	34 370
CDC 6600			53 920	57 480
GE 225, 255	5 200	10 400		
GE 235, 265	6 050	12 200	13 300	
GE 415	5 140	8 540	11 890	16 850
GE 435			15 780	20 120
H 200/120	2 405	4 195		
H 200/1200	3 835	7 785	10 235	15 420
H 200/2200	4 775	8 405	11 125	16 805
IBM 360/30	3 450	7 470	9 840	
IBM 360/40	4 400	8 420	10 790	15 690
IBM 360/44		8 320	10 690	15 580
IBM 360/50			14 450	19 340
Spectra 70/25	4 220	10 650	13 040	
Spectra 70/35	4 325	11 150	13 430	
Spectra 70/45	5 875	12 225	14 770	21 910
Spectra 70/55			17 890	25 250

Konfiguracja A — podstawowy system kartowy z pamięcią główną o pojemności 4 K słów lub 16 K bajtów; z czytnikiem o szybkości 800÷1000 kart/min; perforatorem o szybkości 250÷300 kart/min; drukarką drukującą 700÷1000 wierszy/min.

Konfiguracja B — podstawowy system taśmowy z pamięcią główną o pojemności 8 K słów lub 32 K bajtów, czterema stacjami taśmy magnetycznej o szybkości $60 \div 90$ kc*) i pozostałym wyposażeniem, jak w konfiguracji A.

Konfiguracja C — podstawowy system z pamięcią pomocniczą. Pamięć główna tej konfiguracji zawiera 16 K słów lub 64 K bajtów. pamięć pomocnicza $7 \div 10$ M bajtów. Pozostałe wyposażenie — jak w konfiguracji B.

Konfiguracja D — typowy system z pamięcią pomocniczą. Pamięć główna tej konfiguracji zawiera 32 K słów lub 128 K bajtów, pamięć pomocnicza 25 M bajtów. Konfiguracja ma 8 stacji taśmy magnetycznej i pozostałe wyposażenie — jak konfiguracja A.

Na podstawie danych zawartych w tablicy 5-8, W. Turski [20] wskazuje na wyraźne podliniowy wzrost ceny ze wzrostem liczby urządzeń w zestawie (konfiguracji), przy czym:

- a) konfiguracje te odzwierciedlają jeszcze inne pojmowanie „mocy obliczeniowej”,
- b) wspomniana podliniowość wzrostu ceny jest tym silniejsza, im większe zestawy urządzeń rozpatrujemy.

Podział komputerów na klasy według ceny zestawu jest umowny; nie przestrzega się jego jednolitości, ponadto bywa różny w zależności od poglądów autorów. Jedni autorzy dzielą bardziej dokładnie komputery droższe [20], inni robią to samo z komputerami tańszymi. Większość klasyfikacji przyjmuje, że komputery małe są w cenie poniżej 200 tys. dol., a klasyfikacje japońskie przyjmują, że poniżej 111 tys. dol. [8]. W niniejszej pracy wyróżnia się następujące klasy komputerów:

- I. Mikrokomputery, w cenie do 10 tys. dol. [7]
- II. Minikomputery, w cenie do 30 tys. dol. [7,8]
- III. Małe komputery, w cenie do 200 tys. dol. [6]
- IV. Średnie komputery, w cenie do 700 tys. dol.
- V. Duże komputery, w cenie do 2 mln dol.
- VI. Wielkie komputery, w cenie do 10 mln dol.
- VII. Superkomputery, w cenie przekraczającej 10 mln dol.

Tablica 5-9

Ocena parku maszynowego USA do r. 1970 w zakresie 5 klas

Granica klas, wyznaczona opłatami za wynajem (w tys. dol.)	Liczba komputerów	Udział procentowy w całym parku maszynowym	Moc obliczeniowa (w tys. operacji/s)	Udział w całości mocy obliczeniowej parku maszynowego	Średnia moc obliczeniowa klasy (w tys. operacji/s)
do 5,5	19 519	64,65	193 340,84	4,10	9,90
5,5—10,5	7 012	23,22	582 130,67	12,35	83,02
10,5—20,0	2 221	7,36	648 749,50	13,76	292,09
20,0—50,0	1 011	3,35	917 219,75	19,45	907,24
Ponad 50,0	429	1,42	2 373 824,50	50,34	5 533,39

Korzystając z danych zawartych w literaturze [20] przedstawiono w tablicy 5-9 charakterystykę parku komputerowego w USA w zakresie 5 klas (niestety brak danych w zakresie 7 klas) określonych miesięczną ceną wynaj-

*) 1 Kc (kilocharacters) = 1000 znaków na sekundę

mu (cena zakupu odpowiada $40 \div 50$ miesięcznym tenutom dzierżawnym). Moc obliczeniowa klasy została ujęta wzorem

$$P_i = \sum_{j=1}^{T_i} C_{ij}^2 \cdot n_{ij}$$

gdzie: $i = 1, 2, 3, 4, 5$ — wskaźnik klasy,

T_i — oznacza liczbę modeli maszyn w i -tej klasie,

C_{ij} — średnia cena jednej maszyny w i -tej klasie,

n_{ij} — liczba maszyn j -tego modelu w i -tej klasie.

W. Turski [20] wskazuje, że porównanie kolumn 3 i 5 (tablica 5-9) umożliwia dobre udokumentowanie intuicyjnie wyczuwanego, lecz rzadko dowodzonego poglądu, że ilość maszyn eksploatowanych w danym kraju (na którą składają się głównie maszyny małe), nie determinuje mocy obliczeniowej tego kraju, o której decydują maszyny wielkie. Ponadto, nie trudno dostrzec, że jednostka mocy obliczeniowej uzyskiwanej z maszyn wielkich jest znacznie tańsza. I tak np., aby ograniczyć się do skrajnych przypadków — prawie $2/3$ wszystkich należących do kategorii pierwszej instalacji amerykańskich, których cena stanowi $1/4$ całości nakładów finansowych na sprzęt, daje zaledwie 4% całości mocy obliczeniowej; niecałe zaś 1,5% wszystkich maszyn, reprezentujące kategorię piątą i pochłaniające zaledwie 14% całych nakładów — daje ponad połowę całej mocy obliczeniowej firm amerykańskich.

Wniosku tego nie podważa nawet fakt, że w rozważaniach uwzględniono jedynie koszt wynajmu sprzętu. Pozostałe bowiem koszty są z reguły wprost proporcjonalne do kosztów przypadających na sprzęt, ze współczynnikiem proporcjonalności malejącym nawet ze wzrostem jednostkowej ceny instalacji (gdyż w rosnącej cenie sprzętu znajduje się coraz więcej kosztów, które klient korzystający z tańszych maszyn musi ponosić oddzielnie).

Podjęcie takie jest słuszne z punktu widzenia oceny mocy obliczeniowej sprzętu przeznaczonego dla obliczeń numerycznych. Jednakże dla przeważającej większości systemów przetwarzania danych lepiej spełniają swoje zadanie komputery mniejsze, od których nie wymaga się dużej mocy obliczeniowej, charakteryzujące się odpowiednim wyważeniem mocy przetwarzaniowej. Z tego względu duże komputery, począwszy od największych, decydują o mocy obliczeniowej kraju, a komputery mniejsze (począwszy od średnich „w dół”) decydują o jego mocy przetwarzaniowej.

5.3. Komputery mniejsze

Komputery M — mikro, mini i małe — mogą realizować prawie wszystkie zadania komputerów większych. Wykonują te same rodzaje operacji arytmetycznych i logicznych. Wykorzystują te same rodzaje urządzeń pamięciowych i wejściowo-wyjściowych. Różnica polega na tym, że ich zestawy są mniej rozbudowane i dostosowane do potrzeb ograniczonych do 1—2 zadań. Dzięki temu komputery te (aczkolwiek uniwersalnie zaprojektowane) są wyspecjalizowane.

Komputery M znajdują zastosowanie w następujących rodzajach systemów informacyjnych:

— systemy pomiarowe (w laboratoriach),

- systemy automatycznej kontroli jakości,
- systemy sterowania procesami technologicznymi,
- systemy sterowania procesami transportowymi i dystrybucyjnymi,
- systemy zbierania danych (np. identyfikacja przebiegów procesów aparaturowych w chemii),
- systemy teledancyjne (jako koncentratory i procesory),
- systemy satelitarno-wielomaszynowe (jako synchronizatory i procesory wejściowo-wyjściowe),
- systemy biomedyczne (zbieranie danych i alarmowanie),
- systemy przetwarzania danych dla celów zarządzania,
- małe systemy obliczeń numerycznych i inne.

Komputery małe, mini i mikro mogą działać samodzielnie, albo też w bezpośrednim połączeniu z komputerami większymi; działają wówczas jako człony wykonawcze w systemach realizowanych przez komputer główny, albo na zasadzie usługowej — przekazując do komputera głównego te zadania, których wykonać nie mogą (np. dlatego, że nie dysponują odpowiednią pojemnością pamięci).

Mini- i mikrokomputery znajdują zastosowanie przede wszystkim w systemach identyfikacji, występujących w automatycznym sterowaniu procesami, jako regulatory większych systemów oraz w mechanizacji przetwarzania danych. Natomiast małe komputery znajdują zastosowanie w małych systemach przetwarzania danych i małych systemach obliczeń numerycznych oraz w lokalnych systemach abonenckich (np. w ramach budynku) i w małych, samodzielnych układach sterowania. Małe komputery do przetwarzania danych są przeznaczone dla użytkowników, którzy wykorzystują systemy nie wymagające większych maszyn, bądź nie dysponują odpowiednimi środkami finansowymi. Warto zaznaczyć, że obecnie produkowane (1970 r.) małe komputery mają parametry techniczne zbliżone, a niekiedy lepsze, niż komputery większe sprzed 5—7 lat.

Nie zostały dotychczas opracowane statystyki dotyczące występowania poszczególnych rodzajów komputerów na świecie. Należy tu przytoczyć dane dla USA i Japonii. Dane dotyczące USA mają o tyle znaczenie, że w 1968 r. firmy amerykańskie wyprodukowały 67200 komputerów, podczas gdy produkcja „reszty świata” w tym samym okresie wyniosła 6800 komputerów [4]. Japonia jest natomiast krajem, który począwszy od 1965 r. zaczął w przyspieszonym tempie nadrabiać zaległości w stosunku do NRF, Anglii, Francji i innych „liczących się” na tym polu krajów.

W 1968 roku w USA było 19,5 tys. komputerów M (mikro, mini i małych). Mimo tak dużej liczby małych komputerów ich udział w całości mocy obliczeniowej kraju wynosił tylko 4,1% [20]. Na tę liczbę składa się w głównej mierze moc komputerów małych. W roku 1969 w USA sprzedano około 5 tys. mini- i mikrokomputerów [3].

W Japonii sytuacja w porównywanym okresie (1968 r.) przedstawiała się w ten sposób, że komputerów M było 2,2 tys., co stanowiło 50% całego parku. W tym mini- i mikrokomputerów — stanowiących 18% całego parku — było 749 sztuk. Liczba komputerów większych w latach 1965—68 wzrosła 3,5-krotnie, a liczba komputerów M wzrosła 3,26 razy [8]. Można więc przyjąć, że tempo wzrostu produkcji komputerów większych i komputerów M było w Japonii porównywalne.

Należy przewidywać, że zapotrzebowanie na komputery M będzie stale wzrastać. Aktualny stan charakteryzuje się jeszcze bardzo słabym rozpoznaniem zapotrzebowania na tego typu komputery [5]. Wzrost potrzeb wynikać będzie prawdopodobnie z następujących względów:

1. Dla bardzo wielu rodzajów zastosowań indywidualny mini-, czy mikrokomputer jest tańszy od samego teledatora (końcówka) przyłączonego do dużego komputera, nie mówiąc już o dodatkowym koszcie usługi abonenskiej dużego komputera,

2. Bardzo wiele zastosowań wymaga prostego oprogramowania, które można szybciej wykonać korzystając z komputerów M,

3. Wzrost wykorzystania dużych komputerów do przekazywania obliczeń na odległość (sieci teledacyjne) spowoduje zapotrzebowanie na lokalne, wejściowo-wyjściowe komputery M.

W wielu zastosowaniach trudno będzie nawet wyróżnić mini-, czy mikrokomputery. Należy tu powołać się na fakt, że większość klasycznych dotychczas maszyn do księgowania czy przetwarzania, uzupełnionych obecnie „elektroniką”, stało się de facto komputerami do przetwarzania transakcji.

Staje się zjawiskiem powszechnym, że firmy produkujące dotychczas aparaturę kontrolno-pomiarową, uzupełniają tę aparaturę mini- lub mikrokomputerami — tworząc całe systemy kontrolno-pomiarowe. Firmy te stają się producentami komputerów, które z powodzeniem konkurują z „gigantami komputerowymi”, niezbyt szybko przystosowującymi się do potrzeb (po prostu nie zajmują się systemami kontrolno-pomiarowymi). Dlatego obserwowanie programów produkcyjnych wielkich firm może doprowadzić do mylnych pod tym względem wniosków.

Obecnie można zaobserwować występowanie około 50 typów komputerów M [3, 11]. Przypuszczalnie w przyszłości liczba typów komputerów M przeznaczonych dla systemów kontrolno-pomiarowych i sterowania zostanie ograniczona, a rozbudowana — dla małych systemów przetwarzania danych (dla sklepów, restauracji, konduktorów itp.).

We wszystkich dziedzinach przemysłu występują procesy wymagające wprowadzenia systemów kompleksowej automatyzacji przy użyciu komputerów M; i tak, dla przykładu, można wymienić:

1. W hutnictwie

- proces ciągłego walcowania blach na gorąco (cel: minimalizacja czasów przygotowawczo-zakończeniowych, poprawa jakości i wydajności),
- optymalizacja cięcia blach (cel: minimalizacja odpadów),
- proces tlenowo-konwertorowy (cel: osiągnięcie wymaganych parametrów bez poprawiania),

2. W chemii

- kompleksowa automatyzacja produkcji amoniaku, etylenu, włókien sztucznych (cel: powiększenie wydajności i obniżenie kosztów produkcji),

3. W energetyce

- optymalizacja rozdziału energii elektrycznej (cel: minimalizacja strat),

4. W górnictwie

- procesy transportu dołowego (cel: polepszenie obsługi, zmniejszenie nakładów inwestycyjnych),
- procesy przewietrzania (cel: polepszenie warunków BHP).

Komputery M przeznaczone do identyfikacji i sterowania procesami technologicznymi, nie wymagają rozbudowanych masowych pamięci zewnętrznych (np. na taśmach, dyskach magnetycznych). Wymagają natomiast bogatych i zróżnicowanych urządzeń zewnętrznych, jak np. konwertery analogowo-cyfrowe, cyfrowo-analogowe i konwertery sygnałów dyskretnych w słowa kodu cyfrowego, komutatory sygnałów, rejestry buforowe, organy wykonawcze, czujniki oraz zróżnicowane urządzenia teledacyjne dla operatorów (ekrany, dalekopisy, klawiatury).

W tablicach 5-10, 5-11, 5-12 przedstawiono najbardziej popularne typy komputerów M.

Komputery o słowach 8- i 12-bitowych są znacznie tańsze od tych, które mają 16, 18 bitów, ale ich wydajność jest również mniejsza. Występuje przekonanie, że dla wielu zastosowań, jak np. dla alarmowania odchyżeń w sterowanych procesach, nie ma specjalnych wymagań jeśli chodzi o obliczenia i dlatego tańsze i mniejsze komputery są bardziej pożądane. Charakterystycznym zjawiskiem jest bardzo krótki cykl pamięci operacyjnej (w granicach $0,8 \div 1 \mu s$), porównywalny z cyklem najszybszych wielkich komputerów, takich jak ICL 1906 A ($0,7 \mu s$), czy System 4/70 ($0,9 \mu s$)

Tablica 5-10

Mikrokomputery do identyfikacji i sterowania procesami

Modely komputerów Parametry	Varian 520 I	Data General Nova	Digital Equip- ment Corp PDP 8/L	Moto- rola MOP 1000	Hewlett Packard 2114 A	Informa- tion Te- chnology Inc. ITI- 4900 model 20	Honey- well H 316
Cena (w dol.) jednostki centralnej z pamięcią operacyjną o pojemności 4 K słów	6 400	7 600	8 500	8 500	9 950	9 950	10 000
Min. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	4	1	4	4	4	4	4
Max. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	32	32	8	16	8	32	16
Długość słowa (w bitach)	8	16	12	8	16	16	16
Długość cyklu (w μs)	1,5	2,6	1,6	2,16	2,0	0,975	1,6
Czas trwania operacji dodawania dwóch słów (w μs)	4,5	5,9	3,2	4,32	4,00	1,95	3,2
Języki programowania	auto- kod	auto- kod	autokod FORT- RAN II ALGOL	auto- kod	autokod ALGOL, ASA podstaw. FORT- RAN	autokod FORT- RAN IV	b.d.
Języki konwersacyjne	nie ma	nie ma	FOCAL BASIC	nie ma	BASIC	nie ma	b.d.
System operacyjny przetwarzania na bieżąco	nie ma	nie ma	nie ma	jest	nie ma	nie ma	b.d.
Cena (w dol.) jednostki pamięci taśmowej	9 000	12 000	24 700	b.d.	od 12 500 do 15 000	18 000	b.d.
Cena (w dol.) jednostki pamięci dyskowej	b.d.	od 6 500 do 9 500	od 8 700 do 15 700	b.d.	nie ma	b.d.	b.d.

Objaśnienia: b.d. oznacza brak danych; K — 1024

Tablica 5-11

Minikomputery do identyfikacji i sterowania procesami

Modele kompu- terów	i 10010	Scientific Control Corp. 4700	Tempo Compu- ters Inc. Tempo 1	Honey- well DDP- -416	IBM 1130	Control Data Corpora- tion 1700
Parametry						
Cena (w dol.) jednostki centralnej z podsta- wowymi urządzeniami wejścia-wyjścia oraz pamięcią operacyjną o pojemności 4 K słów	12 000	14 800	15 000	15 700	25 880	29 000
Min. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	4	4	4	4	4	4
Max. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	64	65	65	16	32	32
Długość słowa (w bitach)	16	16	16	16	16	18
Długość cyklu (w μ s)	1	0,92	0,9	0,96	2,4	1,1
Czas trwania operacji dodawania dwóch słów (w μ s)	5,5	1,84	1,8	1,92	4,88	2,2
Języki programowania	ASTROL FORT- RAN	ASA (podstaw.) FORT- RAN II FORT- RAN IV	ASA (podst.) FORT- RAN	autokod	ASA (podst.) pełny FORT- RAN	ASA (podst.) FORT- RAN
Języki konwersacyjne	nie ma	nie ma	nie ma	nie ma	APL	nie ma
System operacyjny prze- twarzania na bieżąco	jest	jest	nie ma	jest	jest	jest
Cena (w dol.) jednostki pamięci taśmowej	32 000	25 000	12 000	od 23 335 do 35 430	nie ma	22 500
Cena (w dol.) jednostki pamięci dyskowej	40 000	26 000	b.d.	od 22 300 do 36 000	zawarte w cenie w.w.	27 500

Dzięki zastosowaniu obwodów scalonych i pakietów w dużej skali integracji (LSI) osiągnięto dla małych pamięci bardzo dobre parametry.

Mikrokomputery (tablica 5-13) do przetwarzania danych nazywa się czasami „komputerami z widocznym zapisem” (visible record computer). Komputery te są wyposażone w wymienną pamięć zewnętrzną na kartonach namagnetyzowanych [17]. Na pierwszej stronie kartonu maszyna do pisania (sterowana komputerem) drukuje np. aktualne saldo, a na drugiej stronie — na magnetycznym pasku — zostaje ono utrwalone. Podczas następnego cyklu księgowania zapis poprzedniego salda zostaje automatycznie odczytany i włączony do obliczeń. Obliczenia są prowadzone według uprzednio ułożonego i wczytanego do pamięci operacyjnej programu. Maszyny te nie są zatem kalkulatorami (działającymi bez programu). Znajdują one zastosowanie w mechanizacji pracochłonnych obliczeń księgowych. Wymieniony

Małe komputery do identyfikacji i sterowania procesami

Modele komputerów Parametry	CTL Modu- lar 1	Digital Equip- ment Corp LINC 8	PDP 15/20	Spear Compu- ters Inc. MICRO LINC	IBM 1800	Odra 1204
Cena (w dol.) jednostki centralnej z pamięcią operacyjną o min. pojemności	30 000	38 500	45 000	46 500	47 300	66 000 (3,9 mln zł)
Min. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	8	4	8	4	4	16
Max. pojemność pamięci operacyjnej (w tys. słów)	57	32	131	32	32	64
Długość słowa (w bitach)	16	12	18	12	16	24
Długość cyklu (w μ s)	0,75	1,5	0,8	1	2,4	6
Czas trwania operacji dodawania dwóch słów (w μ s)	1,5	3,6	1,6	2,0	4,25	19
Języki programowania	b.d.	FORT-RAN II ALGOL	b.d.	autokod	ASA FORT-RAN IV	ALGOL
Języki konwersacyjne	b.d.	FOCAL LAP-6	b.d.	nie ma	nie ma	nie ma
System operacyjny przetwarzania na bieżąco	b.d.	jest	b.d.	jest	jest	nie ma
Cena (w dol.) jednostki pamięci taśmowej	b.d.	24 700	b.d.	b.d.	15 620	nie ma
Cena (w dol.) jednostki pamięci dyskowej	b.d.	6 000	b.d.	b.d.	13 500	nie ma

w tablicy 5-14 komputer NCR 500 jest stosowany np. przy rozpatrywaniu zagadnień zaopatrzenia amerykańskich dywizji (jako komputer ruchomy). Prędkość wykonywania operacji jest niewielka, przystosowana do prędkości powolnych urządzeń piszących. Tego rodzaju mikro- i minikomputery zostały wylansowane przez producentów maszyn do księgowania i fakturowania (podobnie jak w przypadku zastosowań w zakresie identyfikacji procesów, mini- i mikrokomputery zostały wylansowane przez firmy produkujące sprzęt kontrolno-pomiarowy).

Wśród małych komputerów występują zestawy bez wymiennych masowych pamięci zewnętrznych oraz wyposażone w te pamięci. W przypadku zestawów bez wspomnianych pamięci — dane wymagają uprzedniego przesortowania na sorterze. Na pierwszy plan wysuwa się obecnie mały komputer IBM System 3 (rys. 5-22), który spowodował „rewolucję” w budowie karty dziurkowanej. Nowa karta ma 96 kolumn (dotychczas największe zastosowanie ma karta 80-kolumnowa) i jest 2,5 razy mniejsza od karty 80-kolumnowej. W budowie układów zastosowano tę samą technikę, jak w przypadku

Mikrokomputery do przetwarzania danych
(visible record computers)

Parametry	Modele komputerów	Philips P. 350	RUF Praetor II	ASCOTA 750
Cena zestawu (w dol.)		od 7 500	od 9 900	od 9 900
Min. pojemność pamięci operacyjnej (w słowach)		200	16	b.d.
Max. pojemność pamięci operacyjnej (w słowach)		1 000	256	3 584 bitów
Długość słowa (w bitach)		16 cyfr i 8 liter	15	6; 8; 14 znaków dziesiętnych
Długość cyklu pamięci (w ms)		3	2	b.d.
Czas trwania operacji dodawania (w ms)		1,3	2	kilka
Szybkość działania czytnika taśmy (zn/s)		50	200	b.d.
Szybkość działania perforatora taśmy (zn/s)		50	20	b.d.
Szybkość działania czytnika kart (kart/min)		300	200	b.d.
Szybkość działania perforatora kart (kart/min)		300	180	b.d.



Rys. 5-22. System 3 — mały komputer do przetwarzania danych

super komputera IBM 360/195. Komputer ten — w wersji dyskowej — można nabyć już w cenie od 80 tys. dolarów. Parametry maszyny są zbliżone do modelu IBM 1440 (z 1963 r.), przy cenie około 3-krotnie niższej. Charakterystyczna jest budowa urządzenia wejściowo-wyjściowego, będącego syntezą zestawu maszyn analitycznych. Maszyna realizuje funkcje czytnika, perforatora, sortera, dobieracza i opisywacza. Konkurencyjnym typem dla maszyny System 3 jest seria maszyn Gamma 50 (rys. 5-23), która jest oparta na standardowych kartach 80-kolumnowych. Pojemność pamięci operacyjnej komputera Gamma 50 wynosi do 10 K bajtów, a czas dostępu—1,2 μ s. Natomiast pojemność pamięci stałej

Tablica 5-14

Mini komputery do przetwarzania danych

Modele komputerów Parametry	FRIDEN 5610	NCR 500	Burroughs E 6000
Cena (w dol.) zestawu podstawowe	19 000	27 500	29 000
Min. pojemność pamięci operacyjnej (w słowach)	60	400	400
Max. pojemność pamięci operacyjnej (w słowach)	60	800	400
Długość słowa w bitach	13	12 cyfr, 6 liter	12
Długość cyklu pamięci (w ms)	nie ma	1,1	nie ma
Czas trwania operacji dodawania (w ms)	25	11	1,59
Szybkość działania czytnika taśmy (zn/s)	12,5	600	nie ma
Szybkość działania perforatora taśmy (zn/s)	12,5	30 ÷ 120	22
Szybkość działania czytnika kart (kart/min)	jest	100	300
Szybkość działania perforatora kart (kart/min)	jest	100	20
Szybkość działania drukarki wierszo- wej (wierszy/min)	nie ma	125	164
Pamięci zewnętrzne	na kartonach magnetyzo- wanych	na kartonach magnetyzo- wanych	na kartonach magnetyzo- wanych



Rys. 5-23. Gamma 58 — mały komputer do przetwarzania danych

Małe komputery do przetwarzania danych

Model komputera Parametry	Gamma 50 ÷ 58	Univac 9200 II	IBM System 3	GE-105	GE-115	IBM 360/20-3	ICL 1901 A	Honeywell 110
Orientacyjna cena (w dol.) ze- stawu podstawowego (bez pa- mięci zewnętrznych)	40 000	50 000	51 000	53 000	60 000	75 000	78 000	82 500
Długość cyklu pamięci (w s)	1,2	1,2	1,52	7,5	6,5	3,6	4	4
Czas trwania operacji dodawania (w s)	—	115	—	120	114	493	26	96
Szybkość działania czytnika kart (kart/min)	100; 200	400	250; 500	350	300	310	300	400
Szybkość działania perforatora kart (kart/min)	60	70 ÷ 200	60; 120	120	200	150	89	100 ÷ 400
Szybkość działania drukarki wierszowej (wierszy/min)	100; 200	250	100; 200	300	300	260	300	450
Rodzaje podłączanych maso- wych pamięci zewnętrznych	dyski	dyski taśmy	dyski	nie ma	dyski taśmy	dyski taśmy	dyski taśmy	dyski taśmy
Możliwość dostawienia szybkie- go procesora	powyżej G 58 nie ma	U 9300	nie ma	GE 115	GE 130	360/25 360/20-2 360/20-5	1902 A	H 120/125
Orientacyjna cena (w dol.) ze- stawu podstawowego z maso- wym pamięciami	80 000	80 000	od 80 000	b. d.	110 000	110 000	110 000	154 000

wynosi 6,8 K bajtów, a czas dostępu 350 ns. Czytnik kart działa z szybkością 100 i 200 kart na minutę; drukarka drukuje z szybkością 100 i 200 wierszy na minutę. Do zestawu można dołączyć dwie jednostki wymiennych dysków, każda o pojemności 2,8 M bajtów i średnim czasie dostępu 72,5 ms. Ponadto komputer może być połączony z innym komputerem (większym) siecią transmisji danych. Wprowadzanie danych może również odbywać się za pomocą taśmy papierowej. Obie maszyny charakteryzuje brak możliwości dalszej rozbudowy. Dlatego komputery te są tanie.

W miarę opanowywania kolejnych ogniw systemu przetwarzania danych — użytkownik może mały komputer kartowy rozbudować o zestawy wymiennych masowych pamięci zewnętrznych. Ceny tak rozbudowanych komputerów podano w tablicy 5-15 (w ostatnim wierszu).

5.4. Komputery średnie

Komputery średnie charakteryzuje taka wielkość zestawu, do jakiej można doprowadzić na bazie tej samej jednostki centralnej przez rozbudowę zestawu małego komputera, albo też taka, która może być rozbudowana do wielkości dużego komputera. W pierwszym przypadku, zestawu już dalej — tzn. do zestawu dużego komputera — rozbudowywać nie można. Parametry techniczne jednostek centralnych popularnych komputerów III generacji średniej klasy podano w tablicy 5-16. Przyjęto przeciętne dane wynikające z porównania zestawów w cenie 500 tys. dolarów [18]. Wybrane zestawy wchodzi w skład tzw. rodzin komputerowych, jak np. GE 415,

Tablica 5-1

Parametry techniczne jednostki centralnej popularnych komputerów średniej klasy

Model komputera	GE 435	Honeywell 200	IBM 360/40	ICL 1903 A	ICL 4/40	SDS Sigma 5	Univac 418 III	IRIS 50
Parametry podstawowe								
Średnia cena (w tys. dol.)	500	520	550	545	400	375	500	500
Max. pojemność PAO (w słowach)	131 072	262 144	262 144	65 536	131 072	131 072	131 072	262 144
Jednostka informacji	24-bitowe słowo	znak	bajt	24-bitowe słowo	bajt	32-bitowe słowo	18-bitowe słowo	bajt
Cykl PAO (w μ s)	2,7	1,25	2	1,5	1,5	$850 \cdot 10^{-3}$	$750 \cdot 10^{-3}$	$950 \cdot 10^{-3}$
Czas trwania operacji dodawania (w μ s)	14,2	34,5	40	5,8	11,8	2	1,5	4,6
Czas trwania operacji mnożenia (w μ s)	219,6	314	62,8	24,7	97	9	6,5	b.d.

425, 435, 455; IBM 360/20, 25, 40, 50, 65, 67, 85; ICT 1901, 1902, 1903, 1904, 1906 itd. Do poszczególnych modeli komputerów mogą być przyłączone te same urządzenia wejściowo-wyjściowe (tablica 5-17) i te same masowe pamięci zewnętrzne (tablica 5-18), typowe dla całej rodziny. Dzięki temu można, w miarę wzrostu zapotrzebowania na zwiększoną moc obliczeniową, wymieniać wolniejszą jednostkę centralną na szybszą, zachowując dotychczasowe urządzenia zewnętrzne.

Tablica 5-17

Parametry techniczne podstawowych urządzeń wejściowo-wyjściowych popularnych rodzin komputerowych

Model komputera Urządzenia wejścia-wyjścia	GE	Honeywell	IBM	ICL 1900	ICL System 4	SDS	Univac	IRIS
Szybkość działania czytnika taśmy (zn/s)	500	600; 2 000	1 000	1 000	300; 1 000	320	300; 1 000; 2 000	300; 2 000
Szybkość działania perforatora taśmy (zn/s)	60;150	120	1 018	110	110			300
Szybkość działania czytnika kart (kart/min)	300; 400; 600; 900	400; 800; 1 000	310; 400; 500; 600; 1 000	300; 800; 1 400	300; 1 200; 1 600	1 500	110; 400; 600	1 200
Szybkość działania perforatora kart (kart/min)	100; 300	100÷ 400	120; 160; 300; 500	100	100; 300	100; 300	200	60 ÷ 200; 300
Szybkość działania drukarki	300; 600; 730; 800; 1 100; 1 200	450; 650; 950; 1 050	350; 600; 1 100	300; 600; 1 350	300; 600; 1 350	225	250; 300; 600; 900 ÷ 1 100; 1 200 ÷ 1 600	800; 1 200

Parametry techniczne masowych pamięci popularnych rodzin komputerowych

Model komputera Rodzaje urządzeń	GE	Honeywell	IBM	ICL 1900	ICL System 4	Univac	IRIS
DYSKI WYMIENNE	b.d.					—	
czas dostępu (w ms)							
prędkość przesyłania (w tys. zn/s)		97,5	97,5	97,5	97,5		85
pojemność		208	156	208	156		156
		18,4(z)	7,25(b)	8(z)	7,25(b)		6,2(b)
DYSKI STAŁE							
czas dostępu (w ms)	199	100	165	160	100		20
prędkość przesyłania (w tys. zn/s)	83,4	197	156	243	530		188
pojemność	94(z)	300(z)	224(b)	741(b)	700(b)		24(b)
KARTY MAGNETYCZNE	—	—	—	—	—		—
czas dostępu (w ms)			300				
prędkość przesyłania (w tys. zn/s)			55				
pojemność			40(b)				
BĘBNI MAGNETYCZNE	—						
czas dostępu (w ms)		8,6	8,6	6,3	10	92	
prędkość przesyłania (w tys. zn/s)		120	1200	1400	820	160	
pojemność		4,2(z)	4,16(b)	2(z)	2(b)	132(z)	
TAŚMY MAGNETYCZNE							
prędkość przesyłania (w tys. zn/s)	21 ÷ 160	3,2 ÷ 160	15 ÷ 320	20,8 ÷ 96	20 ÷ 160	34 ÷ 192	15 ÷ 120

Objaśnienie; (z) — oznacza, że pojemność podano w mln znaków

(b) — oznacza, że pojemność podano w mln bajtów

5.5. Komputery większe

Do komputerów większych zaliczamy komputery: duże, wielkie i super. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim w przypadku rozbudowanych obliczeń numerycznych. Urządzenia zewnętrzne są takie same, jak dla komputerów niższej klasy i nie odgrywają poważniejszej roli. Komputery te dobiera się pod kątem mocy obliczeniowej, a nie mocy przetwarzaniowej.

W tablicy 5-19 podano parametry techniczne jednostek centralnych dużych komputerów. Analogiczne dane dla wielkich komputerów podano w tablicy 5-20, a dla super komputerów w tablicy 5-21.

Porównywanie tego rodzaju komputerów na podstawie jedynie ceny zestawu i podstawowych parametrów może mieć charakter tylko orientacyjny. W niektórych przypadkach komputery o gorszych parametrach mogą