SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO w WARSZAWIE
WYDZIAŁ EKONOMICZNO – ROLNICZY, KATEDRA STATYSTYKI ROLNICZEJ

Tadeusz Walczak

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O MASZYNACH LICZĄCYCH

TRADYCYJNE I WSPÓŁCZESNE ŚRODKI TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

DZIAŁ WYDAWNICTW SGGW
WARSZAWA 1965

SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO w WARSZAWIE
WYDZIAŁ EKONOMICZNO – ROLNICZY, KATEDRA STATYSTYKI ROLNICZEJ

Tadeusz Walczak

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O MASZYNACH LICZĄCYCH

TRADYCYJNE I WSPÓŁCZESNE ŚRODKI TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

DZIAŁ WYDAWNICTW SGGW
WARSZAWA 1965

1966 K 975

Wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Warszawskiej
Nakład 300+20. Arkuszy druku 9,75. Papier offset kl. V 70 g.
Oddano do druku dnia 30. I. 1965 roku. Zamówienie nr 74.

T r e ś ć

Str.

Wprowadzenie 5

Przedmowa 7

Rozdz. I - Wiadomości wstępne 11

1. Powstanie potrzeb wykonywania czynności rachunkowych. Historia maszyn liczących . . 11

2. Ogólne zasady działania maszyn liczących. Sposoby realizacji działań rachunkowych w maszynach 22

3. Rodzaje czynności występujących w pracach obrachunkowych. Rodzaje maszyn liczących . 38

Rozdz. II - Maszyny małej mechanizacji 43

1. Maszyny czterodziałaniowe 43

Ręczne arytmometry dźwigniowe 45

Ręczne arytmometry klawiszowe 47

Elektryczne maszyny czterodziałaniowe . . 50

Maszyny półautomatyczne 51

Maszyny automatyczne 55

2. Maszyny sumujące 61

Maszyny niezapisujące 61

Maszyny zapisujące 64

Rozdz.III - Maszyny średniej mechanizacji 68

1. Maszyny księgujące 66

Zastosowanie maszyn księgujących 74

2. Maszyny fakturujące 76

Rozdz. IV - Maszyny dużej mechanizacji (maszyny liczące systemu kart dziurkowanych) 79

1. Ogólne zasady pracy maszyn liczących systemu kart dziurkowanych 79

2. Przebieg opracowania danych liczbowych na maszynach systemu kart dziurkowanych . . . 84

3. Maszyny przygotowujące karty - dziurkarki i sprawdzarki 86

4. Maszyny porządkujące i grupujące dane wydziurkowane w kartach maszynowych - sortery 89

5. Maszyny zliczające i zapisujące dane wydziurkowane w kartach - tabulatory 95
Zasada pracy mechanizmu liczącego tabulatora konstrukcji elektromagnetycznej . . 97
Zasada pracy mechanizmu zapisującego . . 99
6. Dalszy etap mechanizacji z zastosowaniem maszyn systemu kart dziurkowanych - dziurkarki sumaryczne, reproducery, kalkulatory. 106
Reproducery 107
Kalkulatory 108
7. Zastosowanie maszyn liczących systemu kart dziurkowanych w rolnictwie 110

Rozdz. V - Elektroniczne maszyny cyfrowe 112
1. Dalsze doskonalenie techniki obliczeniowej. 112
2. Ogólne zasady pracy elektronicznych maszyn cyfrowych 114
3. Sposoby wprowadzania danych do elektronicznej maszyny cyfrowej (urządzenia wejścia). 121
Karty dziurkowane 122
Taśmy dziurkowane 123
Taśmy magnetyczne 125
4. Urządzenia "pamięciowe" elektronicznych maszyn cyfrowych 128
5. Urządzenia arytmetyczne elektronicznych maszyn cyfrowych 135
6. Sposoby wyprowadzania danych z maszyn elektronicznych (urządzenia wyjścia) 137
7. Urządzenia sterujące maszyny elektronicznej i zasady programowania jej pracy 139
8. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych 144
9. Wnioski w sprawie zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych 149
10. Piśmiennictwo 154

W p r o w a d z e n i e

Znajomość tradycyjnych i współczesnych środków techniki obliczeniowej, a więc zarówno małej oraz średniej mechanizacji, jak i nowoczesnych maszyn elektronicznych jest dzisiaj konieczna również dla każdego absolwenta wyższej uczelni rolniczej, zwłaszcza pracującego w zakresie organizowania i zarządzania gospodarką rolną. Coraz bardziej staje się niezbędna umiejętność posługiwania się samemu i nauczenia innych używania środków małej i średniej mechanizacji prac obliczeniowych. Także ogólna orientacja w zakresie maszyn dużej mechanizacji (systemu kart dziurkowanych) oraz maszyn do automatyzacji prac obliczeniowych, tzn. przede wszystkim elektronicznych maszyn cyfrowych a ewentualnie i maszyn analogowych, znajduje coraz większe zastosowanie w praktyce.

Poważniejsze natomiast zadania stoją przed absolwentami, którzy zamierzają poświęcić się pracy naukowej. Powinni oni w sposób czynny opanować istotę działania maszyn elektronicznych, a zwłaszcza rozumieć, jaki materiał statystyczny, w jakim zakresie i w jaki sposób można opracować na tych maszynach.

Tak bardzo dziś aktualne stosowanie metod matematycznych w różnych badaniach rolniczych zależy m.in. od użycia do prac obliczeniowych wydajnych maszyn elektronicznych. Stosowanie metod matematycznych a tym samym i maszyn dotyczy szczególnie etapów opracowania oraz końcowej analizy materiału statystycznego.

Zatem obok powszechnej znajomości prostej techniki obliczeniowej, jak arytmometry i sumatory, wielu organizatorów i

ekonomistów rolnych spotyka się w swej pracy, np. z koniecznością programowania liniowego, wymagającego wykorzystania wydajniejszej, nowoczesnej techniki obliczeniowej. W rolnictwie technika ta może mieć zastosowanie np. przy poszukiwaniu optymalnych zestawów mieszanin (np. przy bilansowaniu pasz), przy ustalaniu struktury zasiewów lub struktury stada, rozwiązywaniu zagadnień transportu wytworów rolnych i środków produkcji, a nawet przy prognozowaniu rozwoju pogłowia zwierząt gospodarczych.

Skrypt niniejszy podaje wiadomości z zakresu praktyki obliczeniowej przy użyciu prostych środków obliczeniowych oraz wyjaśnia w sposób encyklopedyczny czym są współczesne maszyny elektroniczne, przeznaczone do automatyzacji prac obliczeniowych.

Skrypt ten został napisany przez dr Tadeusza Walczaka - wicedyrektora Zakładu Techniki Statystycznej w Głównym Urzędzie Statystycznym.

(-) Prof.dr Konstanty Czerniewski

Kierownik Katedry
Statystyki Rolniczej SGGW

P r z e d m o w a

Niezwykle szybki rozwój nauki i techniki dokonujący się w naszym stuleciu spowodował gwałtowny wzrost potrzeb w dziedzinie prac obliczeniowych. Rozwój matematyki, chemii, fizyki, atomistyki, sterowania rakietami, pojazdami kosmicznymi itp. byłby nie do pomyślenia bez dostatecznie szybkich i sprawnych środków technicznych gwarantujących terminowe wykonanie setek tysięcy i milionów działań matematycznych.

Bez przesady można stwierdzić, że rozwiązanie wielu współczesnych problemów nauki i techniki stanowi w swej istocie problem obliczeniowy. Z drugiej strony, rozwój społecznych form gospodarowania i konieczność operatywnego kierowania przedsiębiorstwami przemysłowymi, rolnymi, organizacjami handlowymi, transportowymi i instytucjami społecznymi oraz gospodarką narodową wymagają aktualnej informacji liczbowej o zatrudnieniu, stanie zapasów, kosztach produkcji, poziomie płac itp. Dostarczenie tych informacji kierownictwu przedsiębiorstw i gospodarki narodowej wymaga z kolei wykonania ogromnej ilości najprostszych działań arytmetycznych związanych z obliczaniem zarobków, norm zużycia materiałów, nakładów na produkcję itp. Samo obliczenie płac i rozliczenie z pracownikami w dużym przedsiębiorstwie przemysłowym wymaga wykonania ponad milion najprostszych działań rachunkowych miesięcznie.

Wymienione czynniki tłumaczą wzrastające wciąż zainteresowanie maszynami liczącymi, które umożliwiają w sposób szybki i pewny wykonywanie pracochłonnych i nużących operacji rachunkowych, należących do najbardziej masowych i jednostajnych prac umysłowych.

Przedmiotem szczególnego zainteresowania są skonstruowane i zastosowane po raz pierwszy około 20 lat temu elektroniczne maszyny cyfrowe, mogące wykonywać działania matematyczne z fantastyczną wprost szybkością kilku lub nawet kilkudziesięciu tysięcy operacji na sekundę. Wynalezienie elektronicznych maszyn cyfrowych można zaliczyć do najwybitniejszych osiągnięć umysłu ludzkiego XX wieku. Pod względem znaczenia dla dalszego rozwoju nauki i techniki, skonstruowanie elektronicznych maszyn cyfrowych uczeni stawiają na równi z odkryciami w dziedzinie energii atomowej i lotów kosmicznych.

W chwili obecnej w eksploatacji znajdują się tysiące najróżniejszych maszyn liczących, od najmniejszych i tanich, do najbardziej skomplikowanych i drogich. Człowiekowi, nie będącemu specjalistą w tej dziedzinie, trudno zorientować się w możliwościach poszczególnych rodzajów maszyn i celowości ich zastosowania w tej czy innej dziedzinie.

Coraz to częściej maszyny liczące znajdują zastosowanie również w rolnictwie. Potrzeba zastosowania maszyn powstaje w instytutach, laboratoriach i innych jednostkach naukowo-badawczych. Ważnym narzędziem usprawnienia i przyspieszenia wykonywania prac rachunkowych stają się maszyny liczące w administracji rolnej i w gospodarstwach spółdzielczych i państwowych. Wdzięczne pole zastosowania maszyn liczących istnieje w rolniczych zakładach usługowych, stacjach doświadczalnych itp.

Zastosowanie maszyn liczących w pracach rachunkowych zmniejsza pracochłonność zarządzania gospodarką rolną, uwalnia kwalifikowanych pracowników od prac manipulacyjnych, pozwala uporządkować gospodarkę materiałową, podnosi poziom analizy ekonomicznej itp.

Jednocześnie trzeba wyraźnie stwierdzić, że zakres i metody zastosowania maszyn liczących w rolnictwie w Polsce do chwili obecnej nie zostały w dostatecznym stopniu zbadane, brak również w tym zakresie doświadczeń praktycznych. Niewątpliwie wielu spośród dzisiejszych studentów, niezależnie od wybranej specjalizacji, zetknie się w swojej przyszłej pracy mniej lub bardziej bezpośrednio z zagadnieniami zastosowania maszyn liczących.

W opracowaniu niniejszym podjęto próbę, mającą na celu zapoznanie czytelnika z najważniejszymi rodzajami maszyn liczących, z możliwością ich zastosowania, ze szczególnym uwzględnieniem typów maszyn stosowanych w Polsce.

Praca niniejsza nie jest encyklopedią z zakresu maszyn liczących, nie jest również jej celem nauczenie czytelnika obsługi poszczególnych rodzajów maszyn. Ze względu na swój ogólny charakter może być ona pożyteczna dla szerokiego kręgu czytelników, którzy w swej pracy zawodowej korzystają lub będą korzystać z pomocy maszyn liczących przy rozwiązywaniu praktycznych zadań, związanych z wykonywaniem swego zawodu.

Praca składa się z 5 rozdziałów.

W rozdziale I znajdzie czytelnik krótki zarys historyczny rozwoju produkcji maszyn liczących, omówienie najogólniejszych zasad konstrukcyjnych, na których opiera się praca maszyn oraz wyszczególnienie ważniejszych ich rodzajów. Szczególnie ważny dla zrozumienia przedmiotu jest materiał zawarty w p.2 tego rozdziału, poświęcony ogólnym zasadom pracy maszyn liczących.

Rozdziały II i III poświęcone są odpowiednio omówieniu ważniejszych rodzajów maszyn zaliczonych przez autora do grupy małej i średniej mechanizacji, a więc maszyn rachunkowych, księgujących i fakturujących. Nieco bardziej szczegółowo omówiono maszyny rachunkowe ze względu na to, że z nimi każdy z nas styka się lub będzie się stykał prawie co dzień w swej pracy zawodowej.

W rozdziale IV omówiono maszyny pracujące na zasadzie automatycznego odczytu danych z kart dziurkowanych, zwane potocznie maszynami licząco-analitycznymi. Zwraca się w nim uwagę nie tylko na zasady pracy tych maszyn, lecz również na ważniejsze aspekty organizacyjne związane z ich zastosowaniem.

Rozdział V poświęcony jest omówieniu współczesnych elektronicznych maszyn liczących. Również w tym rozdziale, oprócz omówienia zasad działania maszyn, znajdzie czytelnik pewne sugestie, co do możliwości ich zastosowania w różnych dziedzinach nauki i życia gospodarczego.

Praca została pomyślana w ten sposób, że poszczególne jej rozdziały poświęcone są pewnej grupie maszyn, mających

wspólne cechy z punktu widzenia ich wartości użytkowej i możliwości zastosowania, poczynając od środków najprostszych do najbardziej skomplikowanych. Taka też powinna być kolejność zapoznawania się z jej treścią. Nie wyklucza to jednak wyrywkowego czytania niektórych tylko rozdziałów. W tym jednak przypadku autor zachęca czytelnika do pobieżnego bodaj zapoznania się z treścią p.2 rozdziału I, w którym mówi się o najogólniejszych zasadach pracy wszelkich urządzeń liczących.

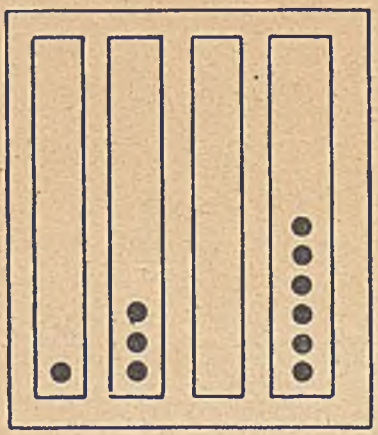
Rozdział I

WIADOMOŚCI WSTĘPNE

1. Powstanie potrzeb wykonywania czynności rachunkowych. Historia maszyn liczących

Powstanie potrzeby liczenia, podobnie zresztą jak samo wyobrażenie człowieka o liczbie, związane jest ściśle z jego działalnością wytwórczą i życiem w społeczeństwie. Konieczność policzenia wyników swojej pracy, swojego majątku, potrzeba ustalenia ilościowego ekwiwalentu w pierwszych aktach wymiany zrodziły u człowieka pojęcie o liczbach, początkowo najprawdopodobniej nie przekraczających kilku jednostek. Równocześnie powstaje potrzeba zapamiętania tych liczb, a później wykonywania najprostszych działań arytmetycznych - dodawania lub odejmowania. W miarę rozwoju produkcji oraz wymiany następuje stopniowe rozszerzenie pojęcia człowieka o liczbach oraz granic liczenia. To, co w najwcześniejszym stadium rozwoju człowieka określano mianem "mnóstwo" - zaczyna przybierać formę bardziej konkretną, ilościowo określoną, chociaż przez długi okres czasu abstrakcyjne z natury pojęcie "liczby" człowiek przedstawiał sobie w formie konkretnej, fizycznie określonej - na przykład palców u rąk, nacięć w korze pasterskiego kija, znaków na drzewach, ziaren grochu itp.

Potrzeba wykonywania najprostszych działań rachunkowych zrodziła także pierwsze prymitywne przyrządy liczące. Do najstarszych przyrządów, pozwalających w pewnym stopniu zracjonalizować proces liczenia należy najprawdopodobniej a b a k , stosowany przez starożytnych Rzymian i Greków. O stosowaniu podobnego przyrządu wspomina historyk starożytnej Grecji H e r o d o t (480 - 430 w. p.n.e.).



Rys.1. Jedna z form abaku z zapisem liczby 1306.

Jeden z typów abaku stanowił po prostu drewnianą tabliczkę podzieloną na kilka kolumn pionowych. Każda kolumna oznaczała jedną pozycję cyfrową: pierwsza od prawej - pozycję jednostek, druga - pozycję dziesiątek, trzecia - setek itd. Pewne wyobrażenie o sposobie przedstawienia liczby za pomocą abaku daje rys.1.

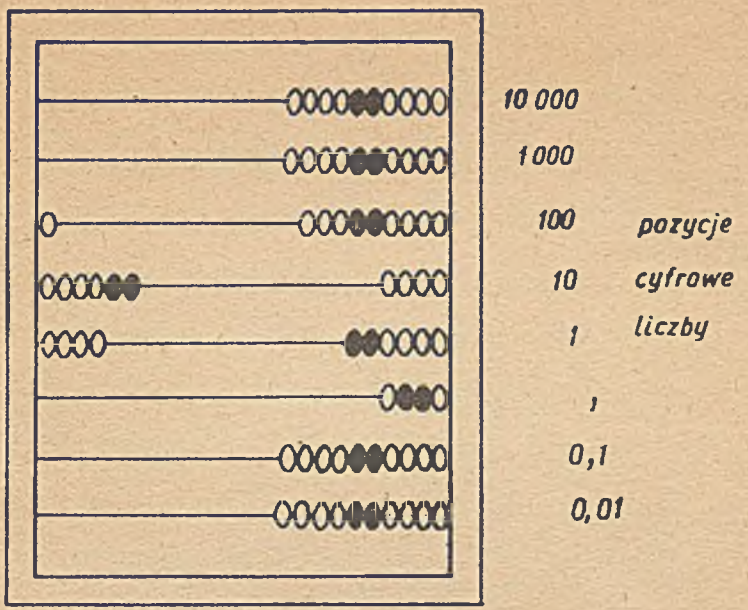
W każdej kolumnie, do zrobionych specjalnie w tym celu wyżłobień, wkładano drobne kamyki lub kościane gałki oznaczone liczbami od 1 do 9. Stosowano również abak, w którym zamiast kamyków lub gałek, nakładano na tabliczkę warstwę piasku, po czym w poszczególnych kolumnach oznaczano odpowiednie cyfry za pomocą kresek.

W wyniku nieznacznych, choć następujących prawdopodobnie stopniowo ulepszeń abaku powstały stosowane do dziś liczydła, w których przekładanie kamyków zastąpiono przesuwaniem krążków na drutach umocowanych w drewnianej ramce.

Wspólną cechą przyrządów podobnych do abaku czy liczydeł jest to, że w obydwu przypadkach liczby przedstawia się za pomocą wielkości fizycznych - odpowiedniej ilości kamieni, krążków itp., chociaż obydwa te przyrządy oparte są już na znajomości i zastosowaniu tzw. pozycyjnego układu liczenia, polegającego na tym, że wartość każdej cyfry, składającej się na określoną liczbę zależy od jej miejsca (pozycji) w danym szeregu cyfr. Tak na przykład przesunięcie w liczydle jednego krążka, znajdującego się w rzędzie jednostek oznacza zarejestrowanie liczby 1, przesunięcie jednego krążka w rzędzie na-

stępnym (dziesiątek) - oznacza już 10, przesunięcie krążka w rzędzie dalszym (setek) oznacza 100 itd.

Rysunek 2 obrazuje sposób rejestracji liczb za pomocą znanych nam liczydeł.



Rys.2. Przykład liczydła biurowego z zapisem liczby 164,00

Proces dodawania za pomocą liczydeł polega na prostym przesuwaniu drewnianych krążków od strony prawej do lewej (lub od strony lewej do prawej). Jeśli na przykład chcielibyśmy do podanej w naszym przykładzie liczby 164 dodać liczbę 123, to w rzędzie jednostek należy przesunąć w lewo 3 krążki, w rzędzie dziesiątek - dwa i wreszcie w rzędzie setek - jeden krążek. Otrzymamy w ten sposób sumę 164 + 123 = 287.

Podany przykład należy oczywiście do najprostszych. Sprawa nieco skomplikuje się, jeśli do otrzymanej liczby 287 - dwóch setek, ośmiu dziesiątek, siedmiu jednostek, zechcemy dodać liczbę 143. Dodając do dwóch setek jedną - otrzymamy trzy setki. Osiem dziesiątek dodać cztery dziesiątki - otrzymamy dwanaście dziesiątek, a więc jedną setkę oraz 2 dziesiątki.

Wreszcie po dodaniu do siedmiu jednostek - trzech, otrzymamy 10 jednostek lub jedną dziesiątkę. Otrzymamy w ten sposób:

$$\begin{array}{r} {\scriptstyle ①①} \\ 287 \\ +\ 143 \\ \hline 430 \end{array}$$

Podane w kółkach jednostki obrazują proces zamiany dziesięciu jednostek na jedną dziesiątkę i dziesięciu dziesiątek na jedną setkę itp. Proces ten, odgrywający niezwykle ważną rolę w konstrukcji wszelkich urządzeń liczących, nazywa się dziesiątkowaniem.

Czynność odejmowania za pomocą liczydeł odbywa się w odwrotny sposób - przez przesuwanie odpowiedniej ilości krążków od strony lewej ku prawej.

Istnieje również możliwość wykonywania za pomocą liczydeł czynności mnożenia, a nawet dzielenia, chociaż te ostatnie operacje na liczydłach wykonuje się rzadko ze względu na trudność osiągnięcia zadawalającej szybkości i łatwość pomyłki.

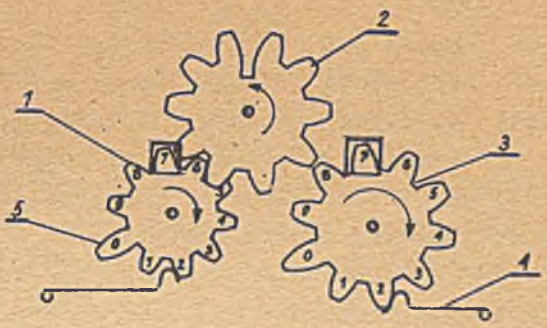
Rozwój nauki i techniki dokonujący się na przełomie XVI - XVII w., a szczególnie rozwój żeglugi, astronomii oraz rzemiosła i handlu spowodował zwiększenie się potrzeb w zakresie wykonywania wszelkiego rodzaju obliczeń, w wyniku czego wielu uczonych owego czasu zaczęło zastanawiać się nad sposobami zbudowania przyrządów lub maszyn będących w stanie pomóc człowiekowi w wykonywaniu najprostszych bodaj działań rachunkowych.

Pierwszą maszyną, która wywarła duży wpływ na dalszy rozwój konstrukcji maszyn liczących był wynaleziony w 1642 r. - przez 19-letniego wówczas, a znanego potem fizyka francuskiego B. P a s c a l a (1623 - 1662), sumator zbudowany na zasadzie kół zębatych.

Nie wdając się w szczegółowy opis konstrukcji, zasadę działania maszyny sumującej Pascala można wytłumaczyć za pomocą rys.3.

Każda pozycja cyfrowa maszyny Pascala składa się z dwóch kół zębatych: jednego podstawowego - zwanego kołem cyfrowym i drugiego koła - pośredniego. Obydwa koła mają po 10 zębów,

przedstawiających 10 cyfr systemu dziesiętnego - od 0 do 9. Ząb zerowy koła cyfrowego jest nieco dłuższy od pozostałych. Może on zczepiać się z zębatką pośrednią, która umieszczona jest w takiej odległości od koła cyfrowego, aby pozostałe zęby jej nie dosięgały. Zębatka pośrednia pozycji jednostek łączy się z zębatką cyfrową pozycji dziesiątek, zębatka pośrednia pozycji dziesiątek - z zębatką cyfrową pozycji setek itp.



Rys.3. Schemat sumatora B.Pascala

1- koło cyfrowe dziesiątek, 2 - koło pośrednie, 3- koło cyfrowe jednostek, 4- sprężynka stabilizująca, 5- wydłużony ząb dziesiątkowania.

Jak nietrudno się domyślić, dłuższy ząb zębatki cyfrowej ma na celu zasygnalizowanie pełnego obrotu (360^{0}) koła cyfrowego i przekazanie tego sygnału do następnej pozycji cyfrowej, czyli zrealizowanie w sposób mechaniczny wspomnianej przy omawianiu dodawania za pomocą liczydeł zasady dziesiątkowania. Zasada ta, genialna dzięki swojej prostocie, a wprowadzona po raz pierwszy przeszło 300 lat temu, przetrwała do dziś i wciąż jest stosowana z niewielkimi zmianami w niektórych konstrukcjach maszyn liczących.

Z punktu widzenia współczesnych wymagań konstrukcyjnych maszyna Pascala była niedoskonała. Podstawowy jej brak polegał na niewygodnym nastawianiu cyfr (cyfry nastawiano za pomocą specjalnego sztyftu metalowego) oraz na tym, że każdą pozycję cyfrową liczby trzeba było nastawiać oddzielnie, co praktycznie uniemożliwiło wykonywanie na tej maszynie operacji mnożenia i dzielenia.

Główną zaletą tej maszyny było zastosowanie po raz pierwszy zasady mechanicznego dziesiątkowania, co było bodaj najważniejszą cechą maszyny Pascala, odróżniającą ją od wszystkich dotychczasowych przyrządów liczących.

Prawie 30 lat po skonstruowaniu przez Pascala maszyny sumującej, tj. około roku 1671 znany niemiecki matematyk i filozof G.W. L e i b n i z (1646 - 1716) opracował nową konstrukcję maszyny sumującej, a następnie w 1694 r. również maszyny, za pomocą której można było wykonywać, oprócz dodawania i odejmowania, także mnożenie i dzielenie.

Konstrukcyjnie maszyna G. Leibniza oparta była na zasadzie tzw. walców schodkowych. Maszynie tej poświęcimy kilka słów nieco później (patrz rys.7).

Maszyna Leibniza z punktu widzenia konstrukcyjnego stanowiła bardzo ciekawy wynalazek, którego podstawowe założenia stosowane są do dziś w wielu konstrukcjach maszyn liczących.

Należy zwrócić uwagę na jeden istotny szczegół różniący maszynę Leibniza od sumatora Pascala, według którego wszystkie produkowane odtąd maszyny dzielą się na dwie zasadnicze grupy, a mianowicie na:

1) maszyny jednookresowe,

2) maszyny dwuokresowe.

Sumator Pascala był maszyną jednookresową, co oznacza, że równocześnie z nastawieniem poszczególnych cyfr w maszynie, w odpowiednich okienkach można było odczytać wynik. W maszynie Leibniza natomiast najpierw nastawiało się poszczególne cyfry danej liczby, a następnie (niejako w drugim okresie), za pomocą jednego przekręcenia korbką, cała liczba wprowadzana była do licznika maszyny.

Wiek XVII wydał oczywiście więcej konstruktorów maszyn liczących. Konstrukcje Pascala i Leibniza należą jednakże do najbardziej znanych i oryginalnych. One też wywarły największy wpływ na dalszy rozwój produkcji maszyn liczących.

Dwa wieki później inne, bardzo oryginalne konstrukcje maszyn liczących opracował rosyjski profesor matematyki i mechaniki P.L. C z e b y s z e w (1821 - 1894), który skonstruował w 1878 r. maszynę sumującą, a w 1881 r. również maszynę wykonującą cztery działania rachunkowe.

Oryginalność konstrukcji maszyn Czebyszewa polega na zastosowaniu przez niego nowej zasady dziesiątkowania. W poprzednich konstrukcjach maszyn "przekazywanie dziesiątek" do wyższej pozycji cyfrowej następowało w momencie zakończenia peł-

nego obrotu koła cyfrowego niższej pozycji cyfrowej, tzn. w momencie przejścia zębatki cyfrowej ze stanu 9 do 0. W maszynie Czebyszewa, zamiast nagłego "skokowego" dziesiątkowania, zastosowana została zasada jednoczesnego ruchu kół zębatych wszystkich pozycji cyfrowych, z tym że jeśli koło cyfrowe pozycji jednostek dokonało pełnego obrotu, to koło cyfrowe sąsiadującej z lewa pozycji dziesiątek wykonało 0,1 obrotu, koło pozycji setek - 0,01 obrotu itd. Zasada ta wykorzystana była następnie w wielu innych konstrukcjach maszyn liczących, ze względu na to, że pozwalała ona osiągnąć znacznie większą szybkość pracy.

Żadna z konstruowanych do początku XIX wieku maszyn liczących, mimo swej pomysłowości i sprawności, nie doczekała się szerszego rozpowszechnienia i nie wyszła, jak byśmy to dziś powiedzieli, poza granice prototypów. Podstawową przyczyną tego był niski poziom techniki, nie pozwalający produkować na skalę przemysłową tak precyzyjnych maszyn.

Pierwszym, który zorganizował produkcję maszyn na szerszą skalę był Francuz-Karol T h o m a s d e C o l m a r. Konstrukcja jego maszyny opierała się na zastosowaniu walca schodkowego Leibniza. Począwszy od 1822 r. w okresie około 50 lat wyprodukowano ponad tysiąc podobnych maszyn.

W 1874 r. mechanik Wytwórni Papierosów Wartościowych w Petersburgu W. O d h n e r skonstruował, a w 1891 r. uruchomił produkcję arytmometrów zbudowanych na zasadzie tzw. zębatki o zmiennej ilości zębów, nazwanej później "kołem Odhnera" (patrz rys.5).

Maszyny zbudowane na zasadzie koła Odhnera należą dziś do najbardziej rozpowszechnionych konstrukcji maszyn liczących. Na podobnej zasadzie zbudowano również pierwszy po wojnie polski arytmometr Mesko wyprodukowany przez Zakłady Metalowe w Skarżysku - Kamiennej.

W drugiej połowie XIX wieku powstają również pierwsze konstrukcje maszyn liczących w Stanach Zjednoczonych. Do najważniejszych jednak wynalazków należą skonstruowane w 1888 r. przez dr Hermana H o l l e r i t h a pracownika amerykańskiego Biura Spisów, maszyny pracujące na zasadzie odczytu danych przedstawionych w formie otworków wydziurkowanych na ka-

wałkach kartonu. Maszyny te, które dały początek nowej dużej grupie maszyn liczących, zwanych maszynami systemu kart dziurkowanych lub maszynami liczące-perforacyjnymi (liczące-analitycznymi) zastosowane zostały po raz pierwszy do opracowania materiałów amerykańskiego spisu ludności w 1890 r. Następnie maszyny Holleritha zastosowano do opracowania materiałów spisu 1891 r. w Kanadzie oraz spisu 1897 r. w Rosji. W Anglii maszyny systemu kart dziurkowanych zastosowano w 1911 r. a w Polsce w 1922 r.

Zasada odczytu danych z karty w maszynie skonstruowanej przez Holleritha polegała na zamknięciu obwodu elektrycznego przez otwór w karcie. Jeśli w określonym miejscu karty znajdowała się dziurka następowało zamknięcie obwodu elektrycznego, który napędzał odpowiednie koło cyfrowe liczników, rejestrując w ten sposób daną liczbę.

Nieco później inny wynalazca amerykański - P o w e r s skonstruował model podobnej maszyny opartej również na odczycie danych "zapisanych" w formie dziurek na karcie papierowej. O ile jednak w maszynie Holleritha odczyt polegał na zamknięciu lub nie zamknięciu obwodu elektrycznego zależnie od obecności lub braku dziurki w karcie, o tyle w modelu maszyny Powersa informacja odczytywana była za pomocą specjalnych tępych iglic metalowych, które przechodząc przez otwory w karcie pobudzały do działania odpowiednie mechanizmy liczące lub zapisujące. W odróżnieniu od "elektrycznego" odczytu w maszynie Holleritha, Powers zastosował w swoich maszynach odczyt mechaniczny. Może i nie warto by wspominać o tym, gdyby nie to, że obie te koncepcje dały początek rozwoju dwom zasadniczym kierunkom konstrukcji maszyn liczące-perforacyjnych.

Z idei konstrukcji maszyn Holleritha rozwinęła się grupa maszyn zwanych maszynami o konstrukcji elektromechanicznej a z modelu maszyny Powersa - maszyny o konstrukcji mechanicznej. Spośród współczesnych maszyn liczące-perforacyjnych do pierwszej grupy maszyn "elektromechanicznych" zaliczamy maszyny produkowane przez amerykańską firmę IBM, maszyny produkcji radzieckiej, maszyny francuskie produkowane przez firmę Bull, maszyny produkcji NRD i inne, a do grupy maszyn "mechanicznych" - maszyny firmy Remington Rand oraz maszyny czechosłowackie Aritma.

Podobna geneza jest oczywiście tylko częściowo słuszna. Dzisiejsze maszyny jedynie w niewielkim stopniu przypominają prototypy maszyn Hollerithа i Powersa. Wszystkie modele produkowanych obecnie maszyn liczącо-perforacyjnych są maszynami całkowicie zelektryfikowanymi, z dużym stopniem automatyzacji czynności liczącо-zapisujących. Do dziś jednak zachowały się dwa systemy odczytu informacji z kart - elektryczny i mechaniczny, co wpłynęło na różną formę zapisu danych liczbowych na kartach, w związku z czym podział na te dwie grupy maszyn zachowany został do dziś.

W XIX wieku powstały również pierwsze idee konstrukcji automatycznych maszyn liczących, z których kilkanaście lat temu rozwinęła się potężna rodzina maszyn elektronowych.

Podstawowe idee podobnej maszyny stworzył matematyk angielski Charles B a b b a g e (1792 - 1871). W 1822 r. Babbage zbudował model oryginalnej maszyny liczącej, nazwanej ze względu na sposób pracy, "maszyną różnicową", a w 1830 r. opracował ambitny projekt maszyny analitycznej. Żadna z tych maszyn nie została jednak wyprodukowana, mimo dużych nakładów finansowych przeznaczonych na ten cel przez rząd brytyjski. Stanęła temu na przeszkodzie jej zbyt skomplikowana konstrukcja, przerastająca możliwości techniczne owego czasu, jak również brak należytego zrozumienia ogromnej wagi wynalazku Babbage'a.

W 1842 r. prace nad maszyną Babbage'a zostały zaniechane. Jej nieukończony prototyp znajduje się do dziś w Muzeum Nauki w Londynie.

Z górą 100 lat po przerwaniu prac nad maszyną różnicową Babbage'a uczony amerykański prof. H o w a r d A i k e n wydobył z zapomnienia jego wynalazek i przy pomocy firmy IBM (International Business Machines Corp.) zbudował w 1944 r. pierwszą automatyczną przekaźnikową maszynę cyfrową, nazwaną Mark I.

Mniej więcej w tym samym czasie G. S t i b i t z skonstruował w fabryce Bell Telephone Laboratories małą maszynę cyfrową opartą także na technice przekaźnikowej.

Lata wojny przyniosły również wiele nowych konstrukcji maszyn cyfrowych, wykorzystywanych przeważnie dla celów wojskowych. Wspólnym ich brakiem było oparcie konstrukcji na techni-

ce przekaźnikowej (elektromagnetycznej), co przesądziło o ich ogromnych rozmiarach, nadmiernym ciężarze, skomplikowanej regulacji i stosunkowo wolnej pracy.

W 1946 r. na podstawie projektów M a u c h l y i E c k e r t a została budowana na Uniwersytecie Pensylwania pierwsza maszyna cyfrowa oparta na konstrukcji elektronicznej. Maszynę nazwano E N I A C (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Posiadała ona 18 000 lamp elektronowych oraz 1 500 przekaźników elektromechanicznych. Maszyna wykonywała operacje dodawania i odejmowania z zawrotną jak na owe czasy szybkością-5 000 liczb na sekundę. Sterowanie obliczaniem realizowane było za pomocą ręcznego ustawiania przełączników i tablic programowych, co poważnie obniżało potencjalną szybkość maszyny.

Parę lat później (1949 - 1950) skonstruowana została pierwsza elektroniczna maszyna cyfrowa (EMC) w Związku Radzieckim. Nazywała się ona MESM (Małaja Elektronnaja Sczotnaja Maszina). Była ona wynikiem pracy kolektywu konstruktorów Instytutu Matematyki Ukraińskiej Akademii Nauk kierowanego przez akademika S.A. L e b i e d i e w a.

W 1953 r. pod kierunkiem tegoż uczonego zbudowano maszynę BESM (Bystrodiejstwujuszczaja Elektronnaja Sczotnaja Maszina). Maszyna miała 5 000 lamp elektronowych, zajmowała około 100 m^2 powierzchni i zużywała 75 kVa energii. Szybkość jej pracy wynosiła około 7 000 - 8 000 operacji dodawania na sekundę. W tym samym roku skonstruowana została w ZSRR elektroniczna maszyna cyfrowa Strieła - konstruktor J.J. Bazylewski.

Jedna z najbardziej rozpowszechnionych radzieckich maszyn elektronowych - maszyna Ural skonstruowana została w 1955 roku przez inż. B.I. Ramiejewa.

W okresie ostatnich lat skonstruowano w ZSRR wiele typów bardziej nowoczesnych maszyn cyfrowych. Szczególnie wymienić tu należy maszyny tranzystorowe - Mińsk-2 i Mińsk-22 oraz budowane obecnie maszyny Ural-11 i Ural-14.

W okresie powojennym powstają także pierwsze polskie konstrukcje elektronicznych maszyn cyfrowych. Pierwszą taką maszynę zbudowano w końcu 1958 r. w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN; maszyna ta została nazwana przez konstruktorów XYZ.

Pracuje ona z szybkością około 1 000 operacji dodawania na sekundę. Następnymi konstrukcjami tego Zakładu - to maszyna ZAM-2 oraz budowana obecnie ZAM-3.

W tejże instytucji opracowano i realizuje się projekt budowy całej rodziny maszyn ZAM, z której każdy poszczególny typ maszyny przystosowany będzie do wykonywania określonego kręgu zadań, a jednocześnie wszystkie typy maszyn należące do tej rodziny opierają się na jednolitych zasadach budowy zespołów i podzespołów technicznych oraz stosują jednolite zasady programowania.

Drugim ośrodkiem budującym EMC w Polsce jest Politechnika Warszawska. Wynikiem pracy kadry naukowej tej Uczelni jest oryginalna konstrukcja elektronicznej maszyny cyfrowej - UMC. Obecnie na PW opracowywany jest prototyp nowej EMC przystosowanej do prac administracyjnych, noszący nazwę AMC. Maszyny elektroniczne produkowane są również w Zakładach ELWRO we Wrocławiu. W zakładach tych produkuje się EMC typu Odra.

W okresie ostatnich lat czynione są także wysiłki w kierunku znacznego rozszerzenia stosowania maszyn liczących do wykonywania najbardziej pracochłonnych prac obrachunkowych w gospodarce narodowej. Świadczy o tym na przykład fakt, że w okresie 11 lat - od 1951 do 1961 r. - importowano do Polski ogółem prawie 155 tys. maszyn należących do grupy maszyn tzw. małej i średniej mechanizacji. Ogólna liczba tych maszyn w Polsce w połowie 1962 wynosiła:

maszyn sumujących	59 331
maszyn 4-działaniowych	101 229
maszyn księgujących	1 543
maszyn fakturujących	1 357

Rozwija się także mechanizacja prac obrachunkowych z zastosowaniem maszyn liczących systemu kart dziurkowanych. Od strony ilościowej proces ten charakteryzuje następujące zestawienie:

	według stanu na 31.XII			
	1959	1960	1962	1963
Liczba stacji maszyn liczących	32	40	56	59
Liczba zestawów maszyn systemu kart dziurkowanych	151	177	198	257

Rozwija się także proces mechanizacji prac obliczeniowych z zastosowaniem nowoczesnych elektronicznych maszyn cyfrowych. W 1963 r. ogólna liczba tych maszyn zainstalowanych w Polsce wynosiła 28 sztuk.

Powyższe dane świadczą niezbicie o tym, że ze strony państwa czynione są poważne wysiłki w kierunku systematycznego podnoszenia poziomu mechanizacji prac obrachunkowych, wykonywanych dotąd ręcznie z dużym nakładem pracy. Tym niemniej z uwagi na duże opóźnienia w tym zakresie istniejąca liczba maszyn w Polsce nie zaspokaja w dalszym ciągu najpilniejszych potrzeb gospodarki narodowej. Pod względem liczby maszyn liczących Polska pozostaje także w tyle za wieloma krajami europejskimi.

2. Ogólne zasady działania maszyn liczących. Sposoby realizacji działań rachunkowych w maszynach

Gdybyśmy zdjęli obudowę z jakiejkolwiek maszyny liczącej, aby obejrzeć jej mechanizm od wewnątrz, to oprócz ogromnej ilości kółek, dźwigienek, płytek, śrubek, sprężyn i innych części metalowych nic byśmy w niej nie zobaczyli, i jeśli ta dziedzina nie jest naszą specjalnością zawodową, nie potrafilibyśmy prawdopodobnie nic powiedzieć o tym, w jaki sposób można przy jej pomocy wykonywać działania rachunkowe. Bardzo trudno byłoby także powiedzieć nam czym różni się jeden model maszyny od drugiego, poza oczywiście takimi łatwo dostrzegalnymi cechami jak rozmiar, kolor, ciężar itp.

Nic w tym dziwnego, ponieważ współczesne maszyny liczące stanowią wysoce skomplikowane mechanizmy, przy czym ilość typów, modeli i odmian tych maszyn jest tak duża, że nawet wtajemniczonemu trudno zorientować się w szczegółach konstrukcyjnych poszczególnych maszyn.

Jeśli jednak spojrzymy na sprawę od strony podstawowych zasad budowy każdej z maszyn, to zobaczymy, że ogromna ich różnorodność da się sprowadzić do kilku zasadniczych systemów. Właśnie owo spojrzenie "analityczne" na maszynę od strony podstawo-

wych idei konstrukcyjnych realizowanych w poszczególnych maszynach stanowić będzie przedmiot niniejszego paragrafu.

W poprzednim rozdziale wspominaliśmy o tym, że w bardzo dawnych czasach, kiedy ludzie zaczęli stosować abak lub jego późniejszą formę - liczydła - ich wyobrażenie o liczbie związane było ściśle z odpowiednią ilością sztuk kamieni, krążków itp. Liczby nie rozpatrywano w sposób abstrakcyjny, w oderwaniu od jej konkretnej, fizycznej, niejako namacalnej treści. Świadczy o tym na przykład fakt, że najstarsze systemy pisma nie przedstawiają cyfr w formie rysunków, lecz w formie kresek, które trzeba kolejno policzyć, aby odczytać napisaną liczbę.

Rozwój geometrii i matematyki abstrakcyjnej umożliwił skonstruowanie przez B.Pascala jego sumatora, w którym wielkości liczbowe przedstawione zostały za pomocą odpowiednich układów mechanicznych. W odróżnieniu od wszystkich dotychczasowych sposobów w sumatorze Pascala liczba została przedstawiona w formie odpowiedniego kąta obrotu koła zębatego (patrz rys.3). Obrót koła o 36 stopni (o jedną dziesiątą) oznaczał zarejestrowanie cyfry 1, obrót tegoż koła o 180 stopni oznaczał cyfrę 5 itp.

Idea Pascala przetrwała do dziś. Jest ona realizowana w niektórych konstrukcjach maszyn, z tym że bardzo niewygodne i powolne obracanie kół zębatych za pomocą igliey metalowej zastąpiono naciskiem odpowiednich klawiszy.

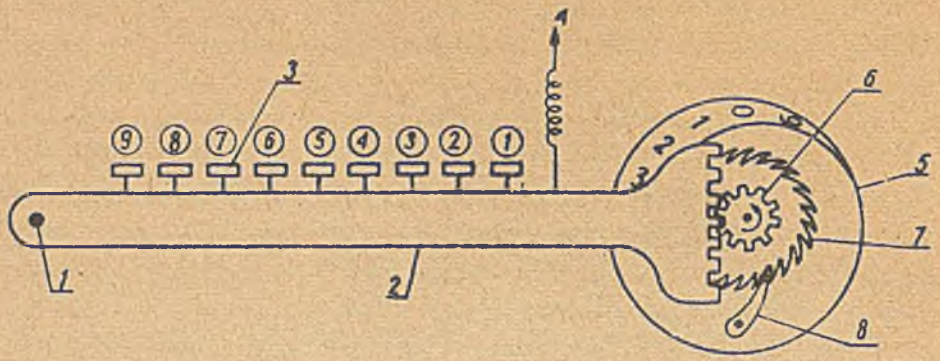
Omówimy najważniejsze zasady budowy maszyn liczących.

System dźwigni o ruchu wahadłowym

Zasadę konstrukcji maszyn liczących, w których stosuje się system dźwigni o ruchu wahadłowym spróbujemy omówić na przykładzie rysunku 4.

Na rysunku 4 przedstawiono schemat konstrukcji jednego elementu cyfrowej maszyny sumującej zbudowanej na zasadzie tzw. dźwigni o ruchu wahadłowym. Elementów takich, czyli podobnych dźwigni i kół zębatych jest tyle, ile wynosi pojemność liczbowa takiej maszyny, a więc praktycznie od 7 do 13. Wszystkie dźwignie umocowane są na jednej wspólnej osi(1) w ten sposób, aby mogły za naciśnięciem klawiszy cyfrowych (3) odchylać się w dół. Powrót dźwigni do stanu wyjściowego umożliwia sprężyna

(4). Naciśnięcie klawisza cyfrowego (3) wywołuje odchylenie dźwigni w dół. Zakończenie trybowe dźwigni sczepione na stałe



Rys.4. Element konstrukcyjny maszyny liczącej zbudowanej na zasadzie dźwigni o ruchu wahadłowym

1- dźwignia, 2- oś dźwigni, 3- klawisze cyfrowe, 4- sprężyna, 5- koło cyfrowe, 6- zębatka koła cyfrowego, 7- mechanizm zapadkowy, 8- zapadka.

z zębatką przyczynia się do jej obrotu o odpowiedni kąt zależny od wielkości kąta odchylenia dźwigni. W czasie opuszczania się trybowego segmentu dźwigni w dół zębatka sczepiona na stałe z dźwignią obraca się w kierunku pokazanym na rysunku strzałką. Nie ten obrót jednak nas interesuje. Nie wywoła on bowiem obrotu koła cyfrowego, ponieważ zębatka nie ma bezpośredniego połączenia z kołem cyfrowym.

W czasie obrotu zębatki w kierunku przeciwnym od ruchu wskazówki zegara (w lewo) zapadka umocowana na kole cyfrowym (5) ślizga się po urządzeniu zapadkowym (7). Z chwilą jednak, kiedy zwolniony zostanie nacisk na klawisz i dźwignia pod wpływem sprężyny (4) zacznie się podnosić z powrotem do góry nastąpi sczepienie się zębatki (6) z kołem cyfrowym (5) za pomocą mechanizmu zapadkowego i koło cyfrowe zacznie się obracać w kierunku zgodnym z ruchem wskazówki zegara, "rejestrując" w ten sposób cyfrę, której wartość zależy od stopnia odchylenia dźwigni.

Klawiatura maszyny ustawiona jest w ten sposób, aby przez naciśnięcie każdy klawisz opuszczał się na jednakową głębokość w dół. Ponieważ jednak klawisze znajdują się w niejednakowej odległości od osi, to jednakowy ruch każdego klawisza wywołuje

niejednakowe opuszczenie dźwigni. Im dalej znajduje się dany klawisz od osi wahania dźwigni, tym mniejsze będzie jej odchylenie od normalnego poziomu i tym mniejszy będzie w związku z tym obrót koła cyfrowego w czasie ruchu powrotnego dźwigni. Największe odchylenie dźwigni nastąpi w przypadku naciśnięcia na klawisz 9 ze względu na to, że znajduje się on najbliżej osi.

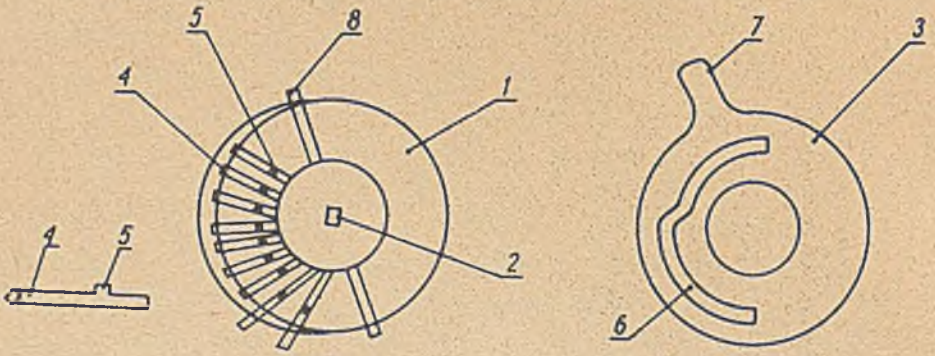
Pozostaje do wyjaśnienia drobny szczegół, a mianowicie dlaczego konstruktorzy postanowili zastosować obrót koła cyfrowego w czasie ruchu powrotnego dźwigni. Łatwiej by przecież wyobrazić można sobie konstrukcję maszyny, w której koło zębate sczepione jest na stałe z kołem cyfrowym, w związku z czym jego obrót następuje w czasie naciskania na odpowiedni klawisz, to znaczy w czasie ruchu segmentu trybowego w dół. Wystarczyło by w tym przypadku zastosować urządzenie rozłączające zębatkę z dźwignią na okres jej powrotu do stanu wyjściowego, aby zachować na kołach cyfrowych zarejestrowaną liczbę. Czy przy takim rozwiązaniu maszyna potrafiłaby liczyć? Oczywiście tak. Rozwiązanie pokazane na rys.4 jest po prostu bardziej celowe ze względów eksploatacyjnych, a mianowicie uniezależnia ono obrót kół cyfrowych od siły uderzenia w klawisz.

Dodawanie na maszynie zbudowanej na zasadzie dźwigni o ruchu wahadłowym polega na kolejnym naciskaniu na klawisze cyfrowe, przy czym zaraz po zwolnieniu nacisku na klawisze w specjalnych okienkach ukazuje się wynik dodawania. Jest to więc przykład konstrukcji maszyny tzw. jednookresowej. Sprowadzenie całego mechanizmu liczącego do stanu wyjściowego, czyli tzw. "zerowanie" lub "kasowanie" licznika następuje za pomocą półobrotu specjalnej dźwigni umieszczonej z boku maszyny. Maszyny zbudowane na tej zasadzie przeznaczone są głównie do wykonania działań dodawania i odejmowania.

System kół o zmiennej ilości zębów (taroza Odhnera)

W oparciu o konstrukcję tarozy Odhnera zbudowane są wszystkie współczesne arytmometry dźwigniowe. Na podobnej zasadzie zbudowane są również 10-klawiszowe arytmometry typu Facit, polski arytmometr Mesko, radziecki typu WK i inne.

Przybliżone pojęcie o konstrukcji koła Odhnera daje rys.5.

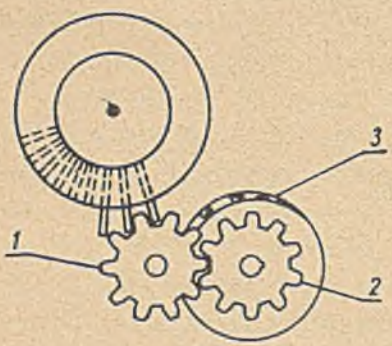


Rys.5. Konstrukcja koła Odhnera

1- koło podstawowe, 2- oś koła podstawowego, 3- koło nastawcze, 4- kołeczki, 5- sztyfciki, 6- rowek koła nastawczego, 7- dźwigienka nastawcza, 8- zęby dziesiątkowania.

Jak widać na rys.5 tarcza Odhnera składa się z dwóch kół. Koło podstawowe (1) umocowane jest nieruchomo na osi (2), a koło nastawcze (3), ściśle przylegające do koła podstawowego może się w stosunku do niego obracać o pewien kąt. Koło podstawowe ma 9 rowków wyżłobionych w jego wnętrzu, w których znajduje się 9 kwadratowych kołeczków (4). Każdy kołeczek ma specjalny wystający sztyfcik (5). Sztyfcik ten wchodzi w rowek (6) koła nastawczego (3).

W pozycji wyjściowej wszystkie kołeczki (4) koła podstawowego (1) wchodzą swoimi sztyfcikami (5) do rowka (6) znajdującego się bliżej środka koła nastawczego. Sztyfciki te są wtedy schowane wewnątrz koła podstawowego w ten sposób, że żaden z nich nie wystaje poza obwód koła. Jeśli jednak, za pomocą dźwigienki (7) dokonamy obrotu koła nastawczego (3) w stosunku do koła podstawowego, to skos znajdujący się w środkowej części rowka zacznie wypychać kołeczki, których sztyfciki, jak już mówiliśmy, wcho-



Rys.6.Zasada rejestracji liczby za pomocą koła Odhnera 1- zębatka pośrednia, 2- zębatka koła cyfrowego, 3- koło cyfrowe

dzą do rowka koła nastawczego. Zależnie od wielkości kąta obrotu koła nastawczego wypchnięta zostanie odpowiednia ilość kołeczków poza obwód koła. Następnie wystarczy jedynie dokonać pełnego obrotu osi z umocowanymi nań kołami, aby nastawioną w powyższy sposób cyfrę zarejestrować w liczniku. Proces ten obrazuje rys.6.

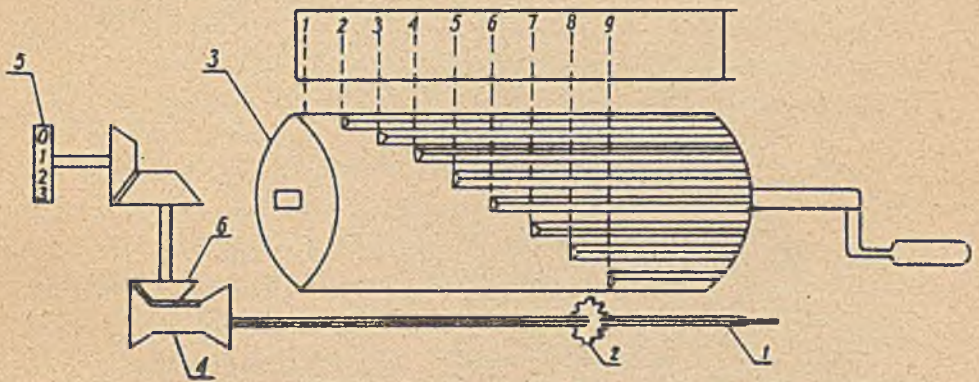
Zależnie od tego, ile kołeczków zostało wypchniętych w czasie nastawiania liczby, o taki kąt zostanie obrócona zębatka pośrednia (1) oraz zębatka koła cyfrowego (2) (rys.6).

Dwa wystające zęby koła podstawowego (8) (rys.5) służą dla dziesiątkowania; jeden w czasie odejmowania, drugi w czasie dodawania.

System waloów schodkowych

Zasada konstrukcji maszyny liczącej opartej na systemie waloów schodkowych została wprowadzona po raz pierwszy przez Leibniza (patrz str.16).

Zasadę jej pracy wyjaśnimy na przykładzie rys.7.



Rys.7. Zasada konstrukcji maszyn zbudowanych według systemu walca schodkowego

1- kwadratowa oś, 2- koło nastawcze, 3- walec schodkowy, 4- sprzęgło, 5- koło cyfrowe, 6- sprzęgło stożkowe.

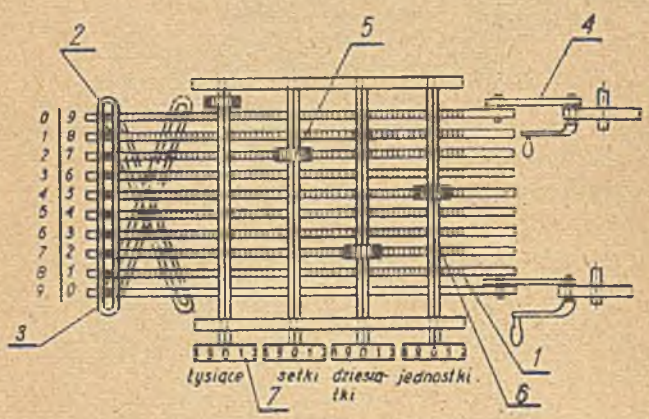
Wyobraźmy sobie wałek posiadający 9 zębów różnej długości (9 schodków)(rys.7). Na przeciw walca, na kwadratowej osi (1) umieszczone jest koło zębate (2), które może się przesuwać wzdłuż osi w ramach całej długości walca (3). Nabieranie cyfr na klawiaturze takiej maszyny polega na odpowiednim ustawieniu

zębatki (2) w stosunku do określonej ilości zębów waloa. Zależnie od tego, w którym miejscu ustawiona zostanie zębatka o taki kąt będzie ona przekręcona w czasie obrotu walca. Przy dodawaniu waleo dokonuje pełnego obrotu, jego zęby schodkowe sczepiają się z zębatką (2), która obraca o odpowiedni kąt swą oś (1) wraz z umocowanym na niej sprzęgłem (4), które za pośrednictwem sprzężonych z sobą przekładni wywołuje odpowiedni obrót koła cyfrowego (5). W ten sposób dodaje się lub mnoży. Dla wykonania odejmowania lub dzielenia wystarczy przesunąć w lewo sprzęgło (4) w ten sposób, aby jego prawa część sczepiła się z trybami sprzęgła stożkowego (6). Spowoduje to zmianę kierunku obrotu koła cyfrowego (5) przy jednakowym kierunku obrotu walców schodkowych.

System zębatek ruchomych

Jednym z dość szeroko rozpowszechnionych systemów konstrukcji czterodziałaniowych maszyn liczących jest zasada tzw. zębatek ruchomych. Zasadę ich pracy pokazuje rys.8.

Maszyna zbudowa na podobnej zasadzie ma 10 płytek zębatych (1) wchodzących za pomocą wystających sztyfcików (2) do opaski (3). Nastawienie odpowiednich cyfr polega na sczepieniu kół zębatych (5) umieszczonych na kwadratowej osi (6) z płytką zębatą (1).



Rys.8. Konstrukcja maszyn opartych na zasadzie zębatek ruchomych. Rysunek pokazuje nastawienie liczby 725
1- płytka zębata, 2- sztyft zębatki, 3- opaska, 4- ciegło, 5- koło zębate, 6- kwadratowa oś, 7- koło cyfrowe

Szczepienie koła zębatego z górną płytką oznacza nastawienie cyfry 9, z następną od góry - oznacza nastawienie cyfry 8 itd. Połączenie koła zębatego z pierwszą płytką od dołu - oznacza nastawienie zera.

Zasada liczenia za pomocą podobnej maszyny jest następująca: po nastawieniu odpowiedniej liczby, tzn. po ustawieniu poszczególnych kół zębatych w ten sposób, aby weszły one w trybiki płytek zębatych,. za pomocą cięgła (4) górna "dziewiąta" płytka zostaje pociągnięta w prawo, przy czym zostaje zastopowana dolna płytka (zerowa). W czasie swego ruchu w prawo płytka górna (dziewiąta) pociąga za sobą wszystkie pozostałe płytki umocowane, jak to widać na rys.8, za pomocą swoich okrągłych sztyftów w opasce (3). Ponieważ płytka dolna (zerowa) jest wtedy nieruchoma, to stopień odchylenia od pozycji wyjściowej każdej z płytek jest różny. Na największą odległość przesunie się płytka górna (dziewiąta), na nieco mniejszą płytka ósma, na jeszcze mniejszą płytka siódma itd. Odległość na jaką przesunie się każda z płytek jest proporcjonalna do odległości płytki od osi wahania, tzn. w naszym przypadku od osi zerowej. Ponieważ w czasie nastawiania liczb za pomocą klawiatury wprowadziliśmy koła cyfrowe do trybików odpowiednich płytek, to zależnie od tego, z którą płytką koło zębate zostało sczepione, nastąpi odpowiedni obrót kół zębatych. Jeśli koło zębate weszło w trybiki płytki 9, zostanie ono obrócone o 9/10 (o 324 stopnie), jeśli koło zębate ustawiliśmy w trybach płytki ósmej - obróci się ono o 8/10 (o 288 stopni) itd. aż do zera. Koło "zerowe" pozostanie nieruchome, ponieważ jak już wspominaliśmy w czasie ruchu w prawo płytki górnej (dziewiątej) - płytka dolna (zerowa) jest unieruchomiona.

W czasie swego obrotu koła zębate (5) osadzone na kwadratowej osi obracają koła cyfrowe (7), rejestrując w ten sposób w liczniku kolejno nastawioną liczbę.

Nietrudno się domyślić, że po to, aby zarejestrowana w liczniku liczba nie została skasowana w czasie powrotnego ruchu płytek, niezbędne jest wtedy rozłączenie kół zębatych z płytkami.

W przykładzie podanym na rys.8, przedstawiającym dla uproszczenia tylko cztery koła cyfrowe (cztery pozycje cyfrowe), podano przykład zarejestrowania liczby 725.

Wielokrotne nastawianie liczb i przesuwanie płytek zębatych pozwala wykonać operacje dodawania, a wielokrotne dodawanie tej samej liczby - operacje mnożenia.

Wyobraźmy sobie teraz, że unieruchomiona zostanie płytka górna (dziewiąta),a pociągnięta w prawo płytka dolna - zerowa. Będziemy mieli wtedy sytuację odwrotną. Koło zębate sczepione z płytką górną - "dziewiątą" pozostanie nieruchome, a koło połączone z zębatką zerową zostanie obróoone o 9/10 - tzn. zarejestruje wartość 9. W jakim celu potrzebna nam jest owa pozbawiona na pozór sensu manipulacja? Nie wyciągajmy jednak zbyt pochopnych wniosków. W ten sposób bowiem za pomocą maszyn opartych na konstrukcji zębatek ruchomych dokonuje się operacji odejmowania. Odejmowanie w danym przypadku odbywa się za pomocą tzw. metody dodawania do odjemnej odjemnika wyrażonego w uzupełnieniu do dziewięciu. Ze względu na bardzo dużą rolę tej metody w operacjach rachunkowych wykonywanych za pomocą maszyn liczących zmuszeni jesteśmy prosić czytelnika o prześledzenie wraz z nami następującego przykładu.

Przypuśćmy, że mamy od liczby 672 odjąć liczbę 345. Stosując znaną nam ze szkoły podstawowej metodę napiszemy:

$$\begin{array}{r} 672 \\ -\ 345 \\ \hline 327 \end{array}$$

Okazuje się jednak, że odejmowanie możemy zastąpić dodawaniem, z tym, że odjemną trzeba napisać nie jak to zrobiliśmy wyżej - 345, lecz w sposób szczególny, a mianowicie w ten sposób, aby każda z cyfr naszej odjemnej stanowiła różnicę pomiędzy jej wartością rzeczywistą a 9, to znaczy 999 - 345 = 654, a więc zamiast jak wyżej 672 - 345 możemy napisać:

$$\begin{array}{r} 672 \\ +\ 654 \\ \hline \boxed{1}\ 326 \\ \hline 327 \end{array}$$

Okazuje się, że po dodaniu do liczby 672 naszej odjemnej (345) w postaci jej uzupełnienia do 9 otrzymamy wymaganą różnicę, a mianowicie liczbę 327. Trzeba jedynie jednostkę dziesiątkowania (znajdującą się w naszym przykładzie w kratce) dodać do pozycji jednostek naszej różnicy, co właśnie zostało pokazane za pomocą strzałki na umieszczonym wyżej przykładzie liczbowym.

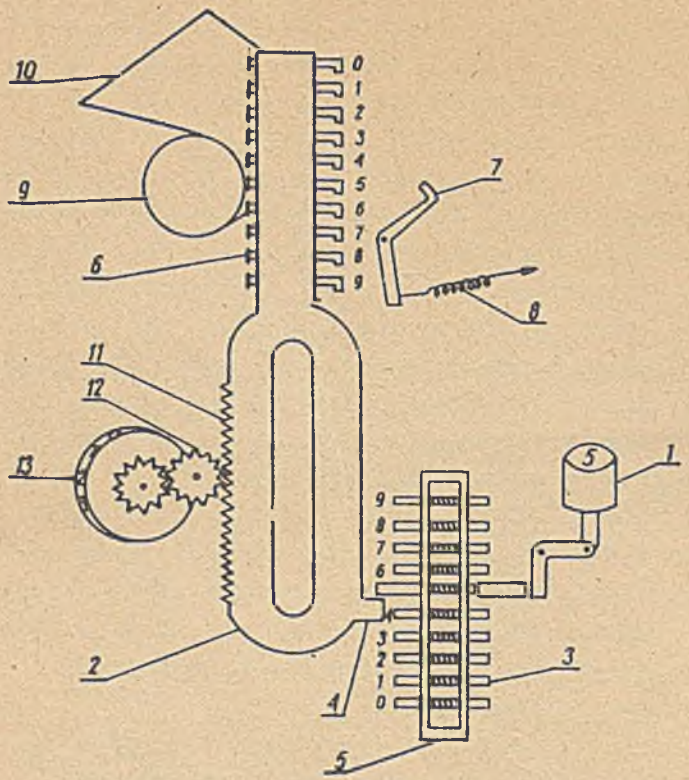
W podobny mniej więcej sposób odbywa się odejmowanie na maszynie opartej na konstrukcji zębatek ruchomych, których zasada działania została omówiona wyżej.

We wszystkich wspomnianych maszynach liczących jedynie sam proces liczenia wykonywany jest w sposób zmechanizowany. Po to, aby mogło być wykonane jakieś działanie, człowiek musi najpierw odczytać liczbę, nastawić ręcznie odpowiednie wielkości na klawiaturze maszyny, po czym dopiero maszyna wykona obliczenie w sposób mechaniczny. Są to więc tak zwane maszyny z ręcznym wprowadzaniem danych. Szybkość pracy podobnych maszyn jest w poważnym stopniu ograniczona i zależy nie tyle od szybkości wykonywania operacji arytmetycznych przez maszynę, ile od szybkości, z jaką obsługujący tę maszynę człowiek (operator) nabierał będzie cyfry na jej klawiaturze; udział bowiem czynności ręcznych znacznie przewyższa czas pracy maszyny. Jeśli przyjąć całkowity czas pracy na podobnych maszynach za 100, to około 80% czasu przypada na manipulacje ręczne (odczyt, nabieranie cyfr, zapis wyników itp.) a tylko około 20% na czas pracy samej maszyny. Jednak czas zużywany na prace ręczne został częściowo zredukowany w wyniku wmontowania do maszyny liczącej również mechanizmu piszącego umożliwiającego zapis składników liczbowych oraz wyników obliczeń.

Ze względu na duże rozpowszechnienie maszyn liczących wyposażonych w urządzenie do zapisu cyfr spróbujemy wyjaśnić zasadę ich działania na przykładzie (rys.9).

Rysunek 9 przedstawia jedną płytkę z zębatką służącą do ustawiania i zapisu jednej pozycji cyfrowej. W maszynie sumującej znajduje się kilkanaście takich zębatek, zależnie od pojemności cyfrowej maszyny. Zasada działania podobnych maszyn jest następująca. Za pomocą klawiszy (1) następuje "nabieranie" cyfr w mechanizmie nastawczym (5), które polega na naciśnięciu odpowiedniego sztyfcika (3). Naprzeciw mechanizmu nastawczego znajduje się komplet płytek metalowych (2), posiadających w dolnej prawej części wystające zęby (4). W pozycji wyjściowej wszystkie płytki ustawione są w ten sposób, że ich wystające zęby (4) znajdują się poniżej mechanizmu nastawczego (5). Po nastawieniu odpowiedniej liczby naciskamy na klawisz "+" w maszynach elektrycznych lub pociągamy za specjalną

rączkę w maszynach ręcznych; następstwem tego jest podniesienie się pionowe wszystkich płytek. Każda z płytek podnosi się dopóty, dopóki swym wystającym zębem (4) nie zaczepi wystającego z mechanizmu nastawczego sztyftu (3). W górnej części płytki znajdują się czcionki (6) z wyżłobionymi znakami cyfrowymi od 0 do 9, przy czym pierwsza od góry czcionka ma znak zero, następna - jeden itd. Pierwsza od dołu czcionka oznacza cyfrę dziewięć.



Rys.9. Zasada działania maszyny sumującej z urządzeniem do zapisu danych. Na rysunku pokazano moment zarejestrowania cyfry 5.

1- klawisz cyfrowy, 2- płytka metalowa, 3- sztyft nastawczy, 4- ząb zatrzymania płytki, 5- mechanizm nastawczy, 6- czcionki cyfrowe, 7- młoteczek, 8- sprężyna młoteczka, 9- wałek gumowy, 10- taśma papierowa, 11- zębatka, 12- zębatka pośrednia, 13- koło cyfrowe.

Po zakończeniu ruchu wznoszącego płytek (2), w jednym momencie dla wszystkich płytek następuje zwolnienie młoteczków (7). Młoteczki te pod wpływem sprężyny (8) uderzają mocno o nasadę czcionek (6) poszczególnych płytek. Na przeciw czcionek cyfrowych znajduje się wałek gumowy (9) z taśmą papierową (10). Pomiędzy papierem a czcionkami przesuwa się taśma barwiąca, podobna do taśmy maszyn do pisania. Zależnie od tego, jaka cyfra zostanie nastawiona na maszynie, a zatem i jaki sztyft zostanie wysunięty w mechanizmie nastawczym danej pozycji cyfrowej, na takiej wysokoś-

oi zostanie zatrzymana dana płytka i młoteczki, uderzając o nasadę ozcionek cyfrowych, wydrukują na papierze odpowiednią liczbę.

Z lewej strony płytek znajdują się zębatki (11), z którymi sozepione jest koło zębate pośrednie (12) i koło oyfrowe (13). Koła te stanowią licznik maszyny. Obracają się one w ozasie wznoszenia się płytek (operacja dodawania) lub w ozasie opadania (operacja odejmowania). Wielkość kąta, o jaki obrócą się koła cyfrowe poszczególnych pozycji cyfrowych, jest proporcjonalna do odległości, którą przebywa dana płytka, a więc zależy od wartości cyfry nastawionej na klawiaturze maszyny.

Opisana zasada konstrukcji maszyny sumującej pozwala zmechanizować oprócz operacji arytmetycznych również zapis składników i wyników obliczeń. Pozostaje jednak w dalszym ciągu ręczne nabieranie danych potrzebnych do obliczeń lub jak mówimy ręczne wprowadzenie danych.

Dopiero wynalazek H. H o l l e r i t h a , dzięki zastosowaniu karty, w której dane zapisuje się w postaci dziurek, stworzył podstawy automatycznego odczytu informacji przez maszynę. O zasadzie pracy maszyn opartych na zastosowaniu kart dziurkowanych szczegółowiej będziemy mówić w rozdziale IV,który będzie poświęcony wyłącznie tym maszynom. Tutaj wspomnieć tylko należy, że maszyny te, mimo zastosowania automatycznego odczytu danych, w zakresie sposobu wykonania działań arytmetycznych oraz techniki przedstawienia cyfr (koła zębate, dziesiątkowanie w momencie zakończenia pełnego obrotu koła cyfrowego itp.) przypominają w dużym stopniu konstrukcje omówione przez nas pokrótce wyżej.

Występowanie w maszynach pracujących na zasadzie odczytu kart dziurkowanych dużej ilości elementów mechanicznych w postaci wałów, przekładni, kół zębatych itp. postawiło wyraźne granice ich wydajności, które trudno przekroczyć ze względu na dużą inercyjność i stosunkowo małą wytrzymałość fizyczną części mechanicznych tych maszyn.

Dopiero zastosowanie lamp elektronowych, materiałów magnetycznych, półprzewodników itp. w konstrukcji maszyn liczących pozwoliło w sposób radykalny i nieosiągalny dotąd zwiększyć

prędkość tych maszyn. Przedtem jednak musiało się dokonać przewartościowanie samej formy przedstawienia liczb.

W paragrafie poprzednim mówiliśmy już, że na przestrzeni wieków zmieniały się pojęcia człowieka o liczbach, zmieniały się również sposoby przedstawiania liczb. Pierwsze wyobrażenia człowieka o liczbach były nierozerwalnie związane z określonymi przedmiotami fizycznymi i "nie istniały" w oderwaniu od tych przedmiotów. W sposób "fizyczny" przedstawiano również wielkości za pomocą określonych przyrządów liczących. Wynalezienie w wieku XVII maszyn liczących dokonało w tym zakresie rewolucji. Liczbę zaczęto rozpatrywać w formie odpowiedniego obrotu koła zębatego, przesunięcia skali suwaka logarytmicznego itp.

Mimo ogromnego postępu umysłowego i technicznego obie te formy przedstawiania liczb przetrwały do dziś. Zaczęto się jednak zastanawiać, jak inaczej można by przedstawić wielkości liczbowe, aby uniknąć bądź co bądź uciążliwego obracania kół zębatych, szczególnie w przypadku obliczeń masowych oraz tam, gdzie wymagana jest duża szybkość.

Rys.10. Przedstawienie cyfr za pomocą zapalania lamp elektrycznych. Na rysunku pokazano zapis liczby 318

W swych poszukiwaniach lepszego sposobu przedstawiania cyfr człowiek wpadł na pomył wykorzystania w tym celu prądu elektrycznego.

Wyobraźmy sobie, że zamiast kół cyfrowych, które w wyniku odpowiedniego obrotu wskazują na "zarejestrowanie" danej liczby zastosujemy tablicę z umieszczonymi obok siebie lampkami elektrycznymi, jak to obrazuje rys.10.

Wyobraźmy sobie następnie, że do zapalenia lampy w rzędzie jedynek potrzebny jest prąd elektryczny o napięciu 10 V, w rzędzie dwójek - 20 V, w rzędzie trójek - 30 V itd. Wystarczy wtedy zamknąć obwód elektryczny o odpowiednim napięciu, aby uzyskać zapis liczby w formie zapalenia się określonych lampek. Na przykład po to, aby zapalić

lampki przedstawione na rys.10 w formie zakreskowanych kółek trzeba w kolumnie jednostek zamknąć obwód prądu o napięciu 80 V, w kolumnie dziesiątek - 10 V, a w kolumnie setek - 30 V.

Sposób przedstawienia liczb w formie różnych napięć elektrycznych, jak to pokazano na rys.10, okazał się bardzo trudny do zrealizowania w praktyce. Trzeba by bowiem posiadać źródła prądu o dziesięciu różnych napięciach oraz odpowiednie lampy, które zapalałyby się przy ściśle określonej wysokości napięcia, inaczej mogłyby powstać pomyłki w rejestracji liczb. Prócz tego po to, aby maszyna taka mogła liczyć trzeba by zrealizować możliwość dodawania napięć w poszczególnych pozycjach cyfrowych oraz "przekazywania" napięć do wyższej pozycji cyfrowej w chwili, kiedy napięcie w niższej pozycji cyfrowej przekroczy 90 V, tzn. zrealizować znaną nam już zasadę dziesiątkowania.

Sprawa się niezmiernie uprościła z chwilą zastosowania tzw. dwójkowego systemu liczenia. Ze względu na to, że we wszystkich niemal elektronicznych maszynach cyfrowych system ten jest szeroko stosowany, musimy z nim się zapoznać.

Dla przedstawienia dowolnej liczby w systemie dwójkowym stosujemy tylko dwa symbole - 0 i 1. W znanym nam systemie dziesiątkowym mamy dziesięć różnych symboli - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, przy czym jedynka stojąca w wyższej pozycji cyfrowej jest dziesięciokrotnie większa od jedynki zapisanej w sąsiedniej, niższej pozycji cyfrowej, a więc liczba 10 jest dziesięć razy większa od 1, liczba 100 jest dziesięć razy większa od 10 itp. Stąd właśnie wywodzi się nazwa samego systemu liczenia zwanego dziesiętnym.

Przy zapisie liczb w systemie dwójkowym posiadamy jak wspomnieliśmy tylko dwa symbole - 0 i 1, a jedynka zapisana w wyższej pozycji cyfrowej jest tylko dwukrotnie większa od jedynki stojącej w sąsiedniej, niższej pozycji cyfrowej. Tak liczba 10 (dwójkowa) jest dwa razy większa od 1, liczba 100 (dwójkowa) jest dwa razy większa od liczby 10 (dwójkowej)itp.

Dla przykładu podamy zapis liczb od zera do dziesięciu w obydwu systemach liczenia:

system dziesiętny	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
system dwójkowy	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001

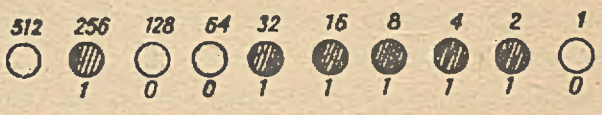
Skoro w warunkach dwójkowego systemu liczenia stosuje się tylko dwa różne symbole, to dla przedstawienia liczb w tym systemie wystarczą nam dwa różne stany elektryczne, a nie jak w systemie dziesiętnym - dziesięć. O wiele prościej zrealizować można sumator elektryczny pracujący w systemie dwójkowym. Spróbujmy przedstawić tę samą liczbę 318 (podaną na rys.10 w formie zapalonych lampek elektrycznych) za pomocą licznika elektrycznego zbudowanego w systemie dwójkowym.

Jak widzimy zastosowanie zapisu dwójkowego znacznie wydłużyło zapis, bowiem zamiast trzech pozycji cyfrowych dla zapisu liczby 318 w systemie dziesiętnym, musieliśmy zająć 9 pozycji dla zapisu tej samej liczby, która w systemie dwójkowym ma postać

100111110 (256+0+0+32+16+8+4+2+0=318)

zamiast jednak dziesięciu różnych stanów elektrycznych wystarczą nam dwa - np. wysokie i niskie napięcie.

Ten zapis jeszcze bardziej się uprości, jeśli umówimy się, że zapalona lampka oznaczać będzie jedynkę, a nie paląca się zero. Wtedy tę samą liczbę 1 0 0 1 1 1 1 1 0 zapiszemy:

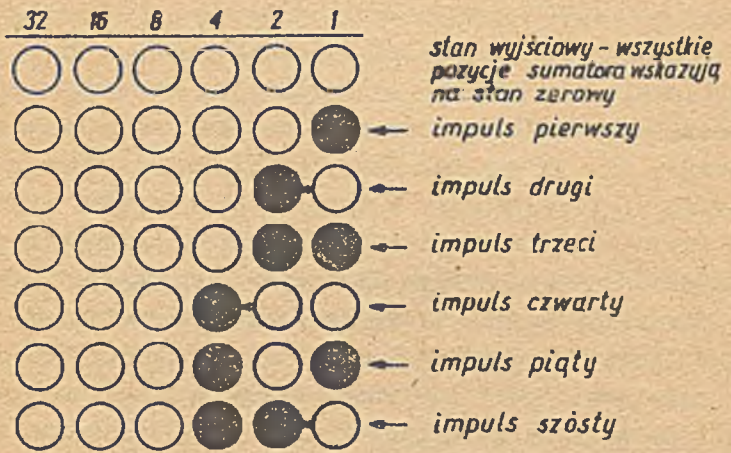


Taka właśnie forma przedstawienia liczb została przyjęta w maszynach elektronicznych, z tym że zapalanie i gaszenie lampek elektrycznych zostało zastąpione przez układy lamp elektronowych lub półprzewodników, w których obecność impulsu elektryoznego oznacza 1, brak impulsu - 0.

Układy takie, zdolne do "zapamiętywania" dwóch stanów - 0 i 1 noszą nazwę przerzutników. Są one jednym z najważniejszych elementów "pamięci" każdej maszyny elektronowej. Jeśli

połączymy kilka przerzutników w jedno ogniwo w taki sposób, aby w momencie przejścia przerzutnika ze stanu 1 do stanu 0 pojawiał się jednocześnie impuls przeniesienia jedynki w sąsiednim, lewym przerzutniku - to otrzymamy tzw. licznik dwójkowy.

Licznik dwójkowy, zwany także sumatorem, działa na następującej zasadzie. Jeśli w danej pozycji cyfrowej było zero, to impuls podany na tę pozycję zmieni jej stan na 1, jeśli w pozycji tej był 1 - to podany następny impuls stan tej pozycji zmieni na zero, a jednostka przeniesiona zostanie do sąsiedniej pozycji z lewej strony. Odpowiednie układy zapewniają przenoszenie jednostki do wyższej pozycji cyfrowej. Działanie sumatora dwójkowego przedstawia w sposób graficzny rys.11.



Rys.11. Sumator dwójkowy. Impuls przesłany do pozycji zmienia stan sumatora na przeciwny

Na tym zakończymy omówienie ogólnych zasad przedstawiania liczb za pomocą różnych metod. W następnych rozdziałach omówimy krótko najbardziej rozpowszechnione w Polsce typy maszyn. Autor ma nadzieję, że po uważnym przeczytaniu niniejszego rozdziału czytelnik bez większego trudu zrozumie zasadę działania każdej z tych maszyn, rola autora ograniczy się więc jedynie do podania ważniejszych szczegółów dotyczących ich stosowania, sposobów pracy itp.

3. Rodzaje czynności występujących w pracach obrachunkowych. Rodzaje maszyn liczących

W poprzednim paragrafie mówiliśmy o ogólnych zasadach konstrukcyjnych, na jakich opierają się maszyny liczące. Ułatwi to nam zrozumienie metod działania poszczególnych maszyn, o których mówić będziemy w następnych rozdziałach.

Najdoskonalsza nawet znajomość konstrukcji maszyn nie pozwoli nam odpowiedzieć jednak na najważniejsze bodaj pytanie nurtujące każdego z nas jako użytkownika maszyn, a mianowicie jakie maszyny do jakich prac są przydatne najbardziej? Czy przydatność i korzyści, jakie przynosi maszyna są proporcjonalne do jej ceny?

Często ludzie, stojący wobec konieczności wykonania wzrastających stale ilości prac manipulacyjno-rachunkowych uważają, że im doskonalszą, a więc zwykle bardziej skomplikowaną i droższą maszynę uda im się zakupić, tym większą zdobędą pomoc i ułatwienie w swojej pracy. W tym, niestety, tkwi nierzadko źródło wielu rozczarowań i sceptycyzmu, co do możliwości efektywnego zastosowania maszyn liczących. Dlatego należy z całą mocą podkreślić, że w dziedzinie zastosowania maszyn liczących, podobnie jak w wielu innych dziedzinach naszego życia, efekt zastosowania tej lub innej maszyny zależy od trafności doboru typu maszyny do określonego rodzaju prac, jakie chcemy na tej maszynie wykonać.

Jako kryterium przydatności nie może służyć cena maszyny, praktyka wykazuje bowiem, że często bardzo prosta i tania maszyna jest bardziej efektywna niż maszyna droga i bardzo skomplikowana.

Maszyny liczące skonstruowane zostały z myślą o ułatwieniu wykonania najczęściej występujących w pracy umysłowej człowieka jednorodnych czynności technicznych[1]. Do czynności tych

---

[1] Jak wykazują odpowiednie badania, udział czynności technicznych, które można wykonać za pomocą maszyn jest dość wysoki. Tak np. w pracach rachunkowo-księgowych udział prac technicznych dochodzi do 80%. Znaczy to, że tylko około 20% tych prac zajmują czynności wymagające czynnego zaangażowania umysłu ludzkiego (analiza, wyciąganie wniosków, podejmowanie decyzji, wydawanie poleceń, instruktaż itp.).

zaliczamy: pisanie, grupowanie oraz działania arytmetyczne.

Przez pisanie rozumiemy zapis liczb oraz krótkiego tekstu objaśniającego w zestawieniach, dokumentach, sprawozdaniach itp. Pomijamy więc zagadnienie pisania samego tekstu, ze względu na to, że występuje on w pracach obrachunkowych stosunkowo rzadko oraz do jego mechanizacji służą inne urządzenia techniczne, których omawianie nie mieści się w ramach tematu niniejszej pracy.

Przez grupowanie lub sortowanie rozumiemy odpowiednie uporządkowanie (uszeregowanie) informacji liczbowej według wymaganej kolejności, na przykład zgrupowanie dokumentów materiałowych według numerów magazynów wydania materiałów, zgrupowanie gospodarstw rolnych według powierzchni zasiewów, według wydajności z ha itp.

Spośród działań arytmetycznych najczęściej występuje dodawanie oraz mnożenie.

Rodzaje maszyn liczących

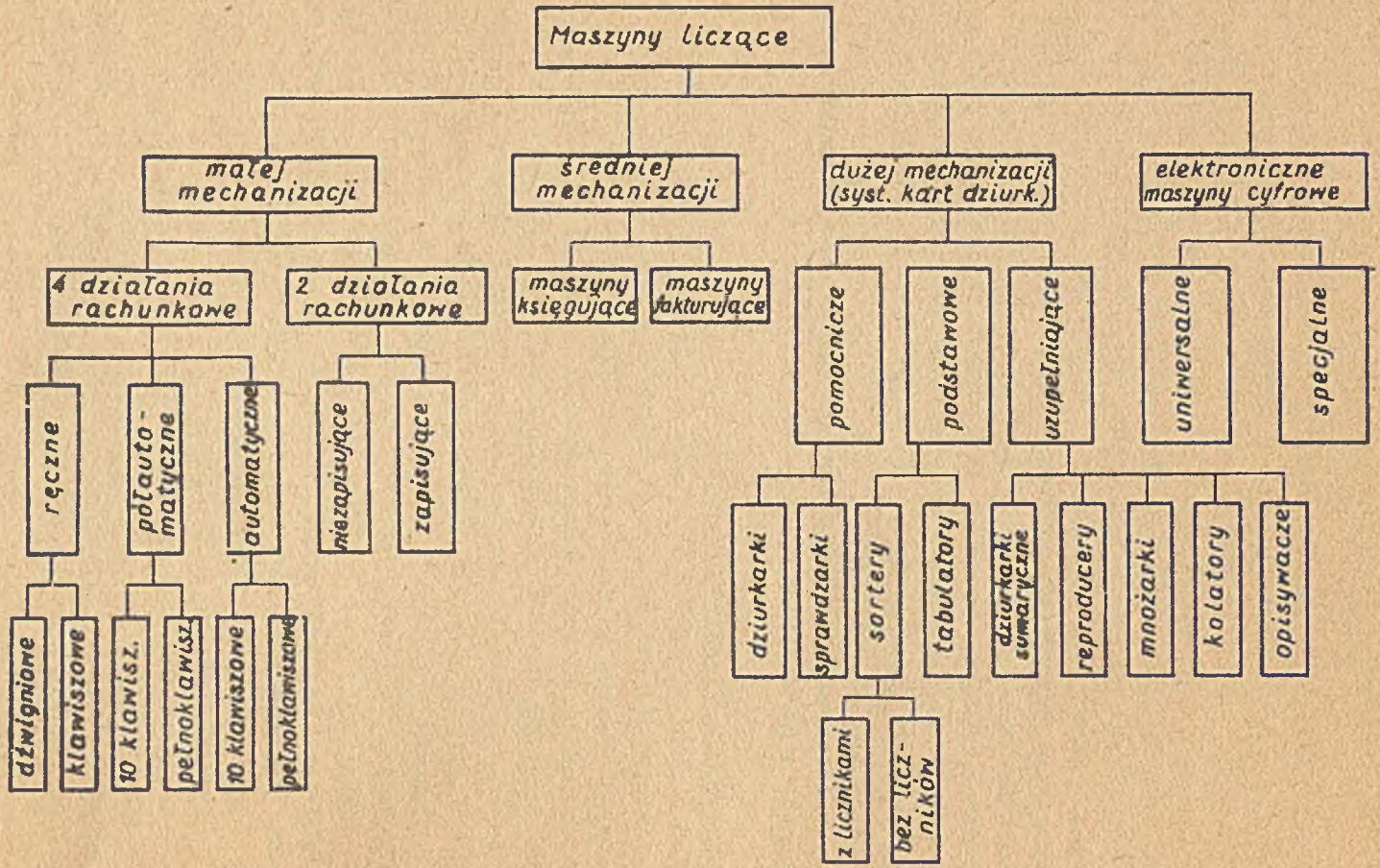
Zanim przejdziemy do omówienia poszczególnych rodzajów maszyn dokonamy schematycznego podziału wszystkich maszyn na kilka grup. Ułatwi to nam bardzo zapoznanie się z poszczególnymi maszynami, a jednocześnie pozwoli określić rolę każdej maszyny w całym systemie środków techniki obliczeniowej.

Obecnie na świecie istnieje kilka tysięcy różnych typów maszyn. Z punktu widzenia jednak przeznaczenia i możliwości ich zastosowania i roli w procesie opracowania danych liczbowych - wszystkie maszyny sprowadzić można do kilkunastu rodzajów. Podział ten obrazuje rys. 12 (patrz s.40).

Zgodnie z klasyfikacją pokazaną na rys.12 wszystkie maszyny dzielimy na 4 podstawowe grupy, a mianowicie:

- maszyny małej mechanizacji,
- maszyny średniej mechanizacji,
- maszyny dużej mechanizacji,
- elektroniczne maszyny cyfrowe.

Podział ten jest oczywiście w poważnej mierze umowny, trudno bowiem ustalić ściśle granice pomiędzy poszczególnymi stop-



Rys.12. Rodzaje maszyn liczących według ich roli w procesie opracowania danych liczbowych

niami mechanizacji. Wprowadzając ten podział kierowaliśmy się kryteriami, które omówimy poniżej.

Do grupy maszyn małej mechanizacji zaliczyliśmy maszyny, które pozwalają zmechanizować jedynie pojedyncze czynności obliczeniowe i wymagają w związku z tym stałej ingerencji człowieka w czasie wykonywania pracy. W pracach obrachunkowych odgrywają one przeważnie rolę pomocniczą. Do tej grupy maszyn należą maszyny czterodziałaniowe (kalkulacyjne), zwane także arytmometrami oraz maszyny wyspecjalizowane w wykonywaniu 2 działań rachunkowych - dodawania i odejmowania, zwane sumatorami. Na tych maszynach można również wykonywać operacje mnożenia, a nawet dzielenia, jednakże zwykle z mniejszą wydajnością.

Do maszyn średniej mechanizacji zaliczyliśmy maszyny, za pomocą których mechanizować można określone grupy czynności, na przykład wypisanie listy płac z jednoczesnym podliczeniem zarobków, potrąceń oraz obliczeniem sumy do wypłaty, wypisanie rachunku za sprzedane przez gospodarstwo produkty rolne z jednoczesnym obliczeniem wartości sprzedanych produktów itp.

Do maszyn średniej mechanizacji należą maszyny księgujące oraz maszyny fakturujące.

Do maszyn dużej mechanizacji zaliczyliśmy maszyny pracujące na zasadzie automatycznego odczytu danych wydziurkowanych na kartach maszynowych. Zastosowanie kart oraz elementów sterowania elektrycznego pozwala mechanizować za pomocą tych maszyn znacznie większe zespoły czynności obrachunkowych, szczególnie czynności grupowania materiału; czynności tej za pomocą środków małej i średniej mechanizacji nie można wykonać.

Do maszyn dużej mechanizacji należą:

a) maszyny służące do przygotowania samych kart, a więc do dziurkowania oraz do sprawdzania kart. Spełniają one rolę pomocniczą i same nie biorą bezpośredniego udziału w opracowaniu danych liczbowych, dlatego nazywamy je maszynami pomocniczymi;

b) maszyny podstawowe - sortery, służące do porządkowania (sortowania) kart maszynowych oraz tabulatory, dokonujące samoczynnego liczenia oraz zapisu danych wydziurkowanych w kartach maszynowych;

c) maszyny uzupełniające: dziurkarki sumaryczne, reproducery, kalkulatory, kolatory, opisywacze. Stosowanie tych maszyn

ma głównie na celu zwiększenie stopnia automatycznego dziurkowania (dziurkarki sumaryczne, reproducer), obliczeń (kalkulator) oraz sortowania i grupowania (kołator).

Do czwartej grupy zaliczyliśmy elektroniczne maszyny cyfrowe. Są to maszyny działające w sposób automatyczny na podstawie specjalnego programu napisanego przez człowieka i zapisanego wewnątrz w "pamięci" maszyny. Ich zastosowanie pozwala wykonywać w sposób samoczynny (bez bezpośredniego udziału człowieka) duże zespoły czynności, na przykład obliczanie przychodów i rozchodów oraz pozostałości towarów w magazynach z wypisaniem towarów, których zapasy znajdują się poniżej lub powyżej normy, wypisanie zamówień na towary itp.

Elektroniczne maszyny cyfrowe z punktu widzenia zakresu zastosowania dzielimy z kolei na maszyny uniwersalne i specjalne.

Do maszyn uniwersalnych zaliczamy maszyny, które przeznaczone są do rozwiązywania bardzo szerokiego kręgu zadań, zarówno o charakterze matematyczno-technicznym, jak i z dziedziny rachunkowości, planowania, statystyki itp. Maszyny te charakteryzuje duża prędkość liczenia, różnorodne wyposażenie techniczne oraz wysoko rozwinięty system programowania, pozwalający na rozwiązywanie różnorodnych zadań.

Maszyny specjalne konstruowane są w celu wielokrotnego rozwiązywania pewnego wąskiego, określonego z góry kręgu podobnych do siebie zadań. Maszyny te są zwykle znacznie prostsze pod względem konstrukcji, w związku z czym ich produkcja i eksploatacja jest o wiele tańsza.

Istnieją na przykład maszyny specjalne do rozwiązywania systemów równań różniczkowych, maszyny do rozwiązywania zadań z dziedziny teorii prawdopodobieństwa, do przewidywań pogody, sterowania pociskami rakietowymi itp.

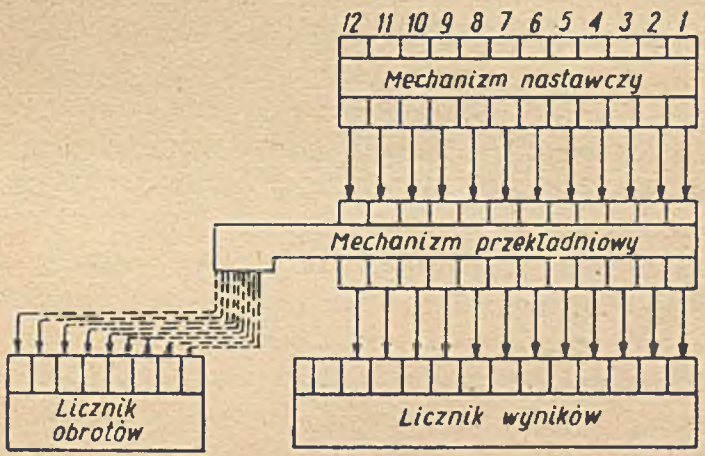
Rodział II

MASZYNY MAŁEJ MECHANIZACJI

1. Maszyny czterodziałaniowe

Jak wynika z nazwy na maszynach czterodziałaniowych można wykonywać wszystkie cztery działania rachunkowe - dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie. Najbardziej jednak wydajne są te maszyny przy wykonywaniu mnożenia i dzielenia.

Na rys.13 widzimy schemat maszyny czterodziałaniowej. Składa się ona z mechanizmu nastawczego (klawiatury lub dźwigni), mechanizmu przekładniowego lub transmisyjnego, licznika wyników oraz licznika obrotów.



Rys.13. Schemat czterodziałaniowej maszyny liczącej

Zasadę działania tych maszyn wyjaśnimy na przykładzie mnożenia liczb 432 x 234.

Za pomocą mechanizmu nastawczego (klawiszy lub dźwigni) nastawia się mnożną - 432. Następnie wprawia się w ruch maszynę za pomocą korbki lub przez naciśnięcie odpowiedniego klawisza, dzięki czemu za pośrednictwem mechanizmu przekładniowego

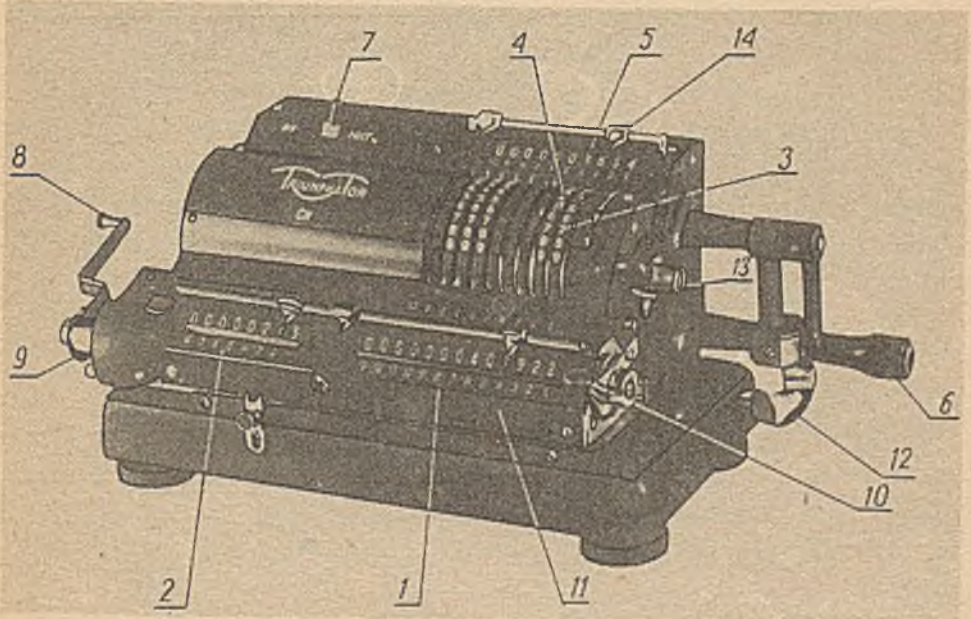
liczba 432 przekazana zostaje do licznika wyników i jednocześnie zarejestruje się jedynka w liczniku obrotów. Nastawiona liczba 432 pozostaje "zapamiętana" w mechanizmie nastawczym. Ponieważ w mnożniku 234 w pozycji cyfrowej jednostek mamy 4, to czynność przekazywania liczby 432 zarejestrowanej w mechanizmie nastawczym do licznika wyników trzeba powtórzyć jeszcze 3 razy, aż na liczniku obrotów utworzy się wartość 4. Licznik wyników pokaże w tym czasie liczbę 1728, co odpowiada iloczynowi 432 x 4. Kontynuując nasz przykład pomnożymy mnożną przez następny rząd mnożnika, a mianowicie przez 30. W tym celu przesuwamy o jedną podziałkę w prawo mechanizm, na którym umocowany jest licznik wyników i licznik obrotów. Następnie trzykrotnie wprawiamy w ruch szynę, w wyniku czego nastawiona liczba 432 zostanie trzykrotnie przekazana do licznika wyników przesuniętego o jedno miejsce w prawo, wykazując wartość 14 688, która to liczba jest iloczynem liczb 432 x 34. Dalej przesuwamy znowu o jedno miejsce w prawo licznik wyników i licznik obrotów i wprowadzamy dwukrotnie maszynę w ruch, co oznacza pomnożenie liczby 432 przez 200. Po zakończeniu tych czynności na liczniku obrotów będziemy mieli liczbę 234, która jest w naszym przypadku mnożnikiem, a na liczniku wyników utworzy się liczba 101 088, która stanowi iloczyn liczb 432 x 234.

Czynność dzielenia będzie się odbywać w kolejności odwrotnej, a więc najpierw należy przesunąć licznik wyników i licznik obrotów w stosunku do mechanizmu nastawczego do końca w prawo, następnie nastawić w mechanizmie nastawczym dzielną, wprowadzając ją do licznika wyników. Po skasowaniu nastawionej w mechanizmie nastawczym dzielnej, nastawiamy dzielnik, po czym wprawiamy w ruch maszynę w odwrotnym kierunku jak przy mnożeniu (na odejmowanie), odejmując kolejno dzielnik od dzielnej i przesuwając licznik obrotów i wyników w lewo aż do całkowitego wyczerpania się dzielnej. Po zakończeniu dzielenia w liczniku obrotów otrzymamy wynik dzielenia - iloraz, a w liczniku wyników ewentualną resztę.

Ręczne arytmometry dźwigniowe

Ze względu na prostotę obsługi, nieduże wymiary, miały ciężar oraz stosunkowo niewysoką cenę ręczne arytmometry dźwigniowe zdobyły sobie dużą popularność. Konstrukcja ich oparta jest na zasadzie koła Odhnera (patrz rys.5).

Maszyny te scharakteryzujemy na przykładzie jednej z najbardziej rozpowszechnionych maszyn marki Triumphator, której model przedstawia rys.14. Z punktu widzenia konstrukcji oraz metod pracy wszystkie arytmometry dźwigniowe są do siebie bardzo podobne.



Rys.14. Ręczny arytmometr dźwigniowy Triumphator model CN

1- licznik wyników, 2- licznik obrotów, 3- mechanizm nastawczy, 4- dźwigienki nastawcze, 5- okienko kontrolne nastawień, 6- korbka, 7- przełącznik "mnożenie-dzielenie", 8- korbka kasowania licznika obrotów i licznika wyników, 9- wyłącznik kasowania licznika obrotów, 10- wyłącznik kasowania licznika wyników, 11- wózek, 12- przesuwacz wózka, 13- kasownik nastawień, 14- wskaźniki przecinkowe

Arytmometr ten posiada trzynastomiejscowy licznik wyników (1), ośmiomiejscowy licznik obrotów (2) oraz dziesięciomiejscowy mechanizm nastawczy (3). Liczby nastawia się za pomocą przesuwania w kierunku "do siebie" dźwigienek nastawczych (4).

Jednocześnie nastawiona za pomocą dźwigienek liczba ukazuje się w okienkach kontrolnych nastawień (5). Nastawiona liczba przenosi się do licznika wyników za pomocą pełnego obrotu korbki (6). Przy dodawaniu i mnożeniu korbkę obraca się w prawo, a przy odejmowaniu i dzieleniu - w lewo. Jednocześnie należy pamiętać, że przy mnożeniu trzeba przesunąć przełącznik (7) w prawo (w kierunku napisu MULT), a przy dzieleniu-w lewo (w kierunku napisu DIV). Przełącznik ten steruje kierunkiem obrotu licznika obrotów. Przy dodawaniu i odejmowaniu położenie tego przełącznika nie ma znaczenia.

Do kasowania (zerowania) licznika obrotów i licznika wyników służy korbka (8) umieszczona z lewej strony arytmometru. Dla sprowadzenia do zera obydwu liczników należy najpierw nacisnąć wyłączniki kasowników - licznika obrotów (9) i licznika wyników (10), a następnie wykonać półobrót korbką (8) w kierunku "do siebie". Naciśnięcie jednego tylko wyłącznika kasowników (9) lub (10) wywołuje kasowanie tylko jednego z liczników.

Do przesuwania w lewo lub w prawo wózka (11) wraz z umieszczonymi w nim licznikami służy przesuwacz wózka (12) umieszczony tuż pod korbką arytmometru. W lewo wózek przesuwa się przez naciśnięcie przesuwacza palcem wskazującym w kierunku do siebie, a w prawo - przez naciśnięcie płytki przesuwacza kciukiem w kierunku od siebie. Przesuwacz jest umocowany w ten sposób, aby można było go używać nie zdejmując ręki z korbki.

Do skasowania (sprowadzenia do zera) dźwigien nastawczych (4) służy kasownik nastawień (13). Gdy chcemy, aby wszystkie dźwignie powróciły do pozycji wyjściowej należy kasownik podnieść za pomocą kciuka do góry; wtedy w okienkach kontrolnych nastawień (5) pojawią się zera.

Dla zaznaczenia miejsca przecinka przy operowaniu liczbami ułamkowymi oraz dla ułatwienia odczytu dużych liczb służą wskaźniki przecinkowe (14).

Zastosowanie arytmometrów dźwigniowych. Mimo że arytmometr dźwigniowy jest maszyną czterodziałaniową efektywnie wykonuje się na nim jedynie mnożenie i dzielenie. Dodawanie i odejmowanie na arytmometrach dźwigniowych odbywa się bardzo

wolno z uwagi na to, że nastawianie liczb za pomocą dźwigni jest uciążliwe i wolne. Takie właśnie nastawianie liczb jest podstawową wadą konstrukcyjną tych maszyn.

Mimo swych wad arytmometry dźwigniowe są w dalszym ciągu produkowane i znajdują na całym świecie chętnych nabywców. Stosuje się je przeważnie do wykonywania niewielkich stosunkowo obliczeń.

Arytmometry dźwigniowe są niezastąpionym narzędziem mechanizacji obliczeń przy pracach terenowych, w ekspedycjach naukowych itp.

Ręczne arytmometry klawiszowe

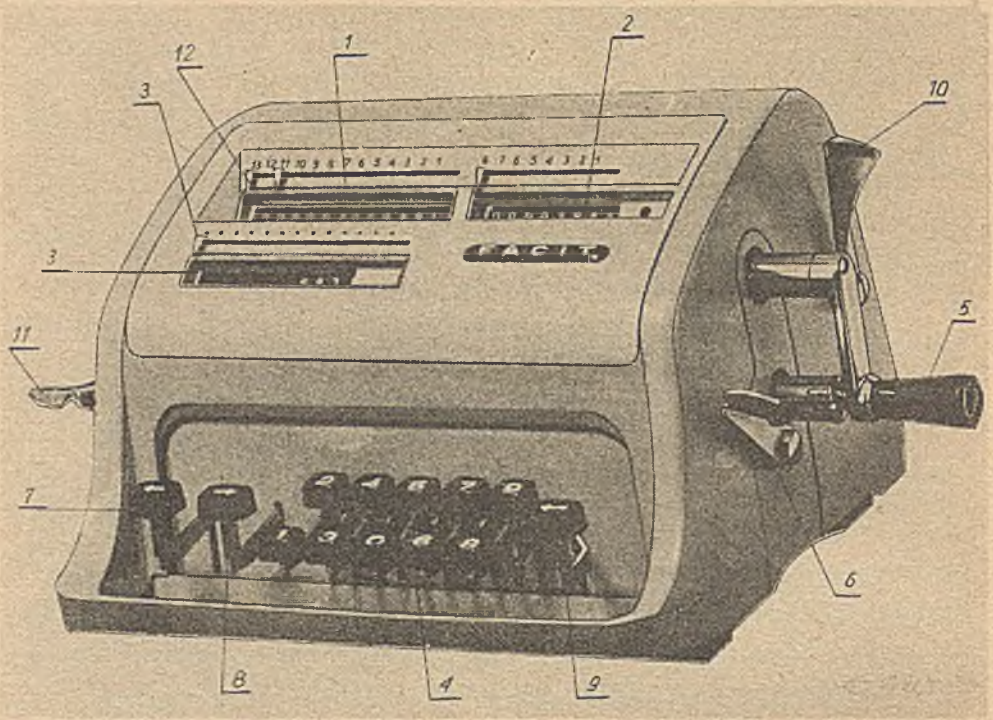
W wyniku poszukiwań maszyny, która zachowałaby wszystkie zalety arytmometru dźwigniowego, a jednocześnie byłaby wolna od jego zasadniczej wady - konieczności nastawiania liczb za pomocą niewygodnych dźwigni, konstruktorzy opracowali arytmometr, w którym zamiast dźwigni zastosowano 10 klawiszy przedstawiających cyfry od 0 do 9, co pozwala osiągnąć 4-5 razy szybsze nastawianie liczb w porównaniu do arytmometrów dźwigniowych. Dzięki zastosowaniu klawiszowego nastawiania liczb na arytmometrze tym oprócz mnożenia i dzielenia z dużą efektywnością wykonywać można również dodawanie i odejmowanie. Konstrukcyjnie arytmometr klawiszowy oparty jest także na zasadzie koła Odhnera, z tym jednak, że w maszynach tych zostało ono nieco zmodyfikowane.

Na rys.15 widzimy ręczny arytmometr klawiszowy marki Facit model C 1-13.

Z punktu widzenia możliwości eksploatacyjnych i metod obsługi arytmometr klawiszowy jest bardzo podobny do arytmometru dźwigniowego pokazanego na rys.14. Posiada on trzynastomiejscowy licznik wyników (1), ośmiomiejscowy licznik obrotów (2) oraz dziewięciomiejscowy mechanizm nastawczy z okienkiem kontrolnym nastawień(3).

Dane liczbowe wprowadza się do maszyny za pomocą klawiatury cyfrowej (4) składającej się z 10 klawiszy. Nastawianie liczb odbywa się poczynając od najstarszej pozycji cyfrowej liczby; na przykład kiedy chcemy wprowadzić do maszyny liczbę

486, to najpierw naciskamy na klawisz 4, następnie 8 i wreszcie 6. Nastawioną liczbę możemy zobaczyć w okienku (3).



Rys.15. Ręczny arytmometr klawiszowy

1- licznik wyników, 2- licznik obrotów, 3- okienko mechanizmu nastawczego, 4- klawiatura cyfrowa, 5- korbka, 6- dźwignia kasowania mechanizmu nastawczego, 7- klawisz przesuwu mechanizmu nastawczego w lewo, 8- klawisz przesuwu mechanizmu nastawczego w prawo, 9- klawisz całkowitego przeskoku mechanizmu nastawczego w lewo, 10- dźwignia kasowania licznika obrotów, 11- dźwignia kasowania licznika wyników, 12- wskaźniki przecinkowe.

Rozpatrzymy krótko metody pracy na arytmometrze klawiszowym.

D o d a w a n i e. Nastawiamy pierwszy składnik za pomocą klawiszy cyfrowych, następnie wykonujemy pełny obrót korbką (5) w kierunku zgodnym z ruchem wskazówki zegara. Dla obrócenia korbki należy najpierw jej uchwyt odciągnąć lekko w prawo, inaczej obrót korbki będzie niemożliwy ze względu na blokujący ją bolec. W wyniku obrotu korbki nastawiona w mechaniźmie nastawczym liczba przeniesiona zostanie do licznika wyni-

ków (1). Następnie naciskając kciukiem na dźwignię (6) kasujemy mechanizm nastawczy i wprowadzamy w analogiczny sposób następną liczbę. Sumę otrzymamy w liczniku wyników.

O d e j m o w a n i e. Pierwszy składnik (odjemną) wprowadza się w sposób analogiczny - za pomocą obrotu korbki w prawo. Po skasowaniu mechanizmu nastawczego, nastawiamy następną liczbę (odjemnik) i obracamy korbkę w kierunku odwrotnym (w lewo). Otrzymamy w ten sposób wynik odejmowania (różnicę) w liczniku wyników.

M n o ż e n i e. Mnożenie, podobnie jak za pomocą innych maszyn, odbywa się metodą kolejnego dodawania. Przypuśćmy, że wykonujemy mnożenie liczb 613 x 24. Nastawiamy za pomocą klawiszy mnożną 613 i czterokrotnie obracamy korbkę w prawo, mnożąc w ten sposób 613 x 4. Licznik obrotów wykaże 4, a licznik wyników 613 x 4 = 2 452. Następnie naciskamy na klawisz 7 oznaczony [—•—] , dzięki czemu następuje przesunięcie mechanizmu nastawczego o jedno miejsce w lewo, co równa się pomnożeniu mnożnej 613 przez 10. Potem obracamy znowu dwukrotnie korbkę w prawo, otrzymując w ten sposób na liczniku wyników (1) liczbę 14 712, która stanowi iloczyn naszego działania 613 x 24. W ten sposób po wykonaniu mnożenia mnożna widoczna będzie w okienku kontrolnym mechanizmu nastawczego (3), iloczyn w okienku licznika wyników (1), a mnożnik - na liczniku obrotów (2).

D z i e l e n i e. Przy wykonywaniu operacji dzielenia na arytmometrze należy: nastawić dzielną za pomocą klawiatury cyfrowej, nacisnąć klawisz pełnego przeskoku mechanizmu nastawczego (9) i dokonać jednego obrotu w prawo korbką. W ten sposób dzielna zostaje zarejestrowana w liczniku wyników, poczynając od jego najstarszej (pierwszej od lewej) pozycji cyfrowej. Następnie kasujemy mechanizm nastawczy za pomocą dźwigni (6) oraz licznik obrotów - za pomocą dźwigni (10). Z kolei nastawiamy na klawiaturze dzielnik, naciskamy na klawisz pełnego przeskoku (9) i obracamy korbkę w kierunku odejmowania (w lewo) aż do momentu, kiedy dźwięk dzwonka znajdującego się wewnątrz arytmometru nie zasygnalizuje ujemnego wyniku na liczniku wyników, co oznacza, że dokonaliśmy o jeden obrót korbką za dużo. Trzeba więc dokonać korygującego obrotu korbką w pra-

wo (w kierunku dodawania), po czym naciśnięciem na klawisz 8 oznaczony [——→] przesunąć mechanizm nastawczy o jedno miejsce w prawo. Następnie obracamy korbkę w lewo (odejmowanie) aż do ponownego sygnału dzwonka itd.

Po zakończeniu dzielenia jego wynik (iloraz) odczytamy na liczniku obrotów, dzielnik zostanie w mechanizmie nastawczym, a dzielna zarejestrowana przed rozpoczęciem dzielenia na liczniku wyników - zostanie sprowadzona do zera. W przypadku, gdy dzielenie nie wykonuje się bez reszty, reszta pozostanie w liczniku wyników.

Kasowanie licznika odbywa się za pomocą dźwigni (11).

Zastosowanie ręcznych arytmometrów klawiszonych. W arytmometrach klawiszowych nastawianie liczb, dzięki zastosowaniu klawiatury, odbywa się 4-5 razy szybciej w porównaniu z arytmometrami dźwigniowymi.

Pomimo niewątpliwej przewagi nad arytmometrami dźwigniowymi, arytmometry klawiszowe nie wyparły jednak całkowicie tych pierwszych. Tłumaczy się to przede wszystkim niższą ceną arytmometrów dźwigniowych, a także ich większą pewnością działania ze względu na mniej skomplikowaną budowę.

Pod względem ciężaru oba typy maszyn są bardzo podobne. Tak np. arytmometr pokazany na rys.14 waży 6,7 kg, a model 10-klawiszowy pokazany na rys.15 - 6,5 kg.

Ręczne arytmometry 10-klawiszowe, podobnie jak i arytmometry dźwigniowe stanowią pomocnicze narzędzie mechanizacji niemasowych operacji obliczeniowych. Z wielkim powodzeniem mogą być stosowane przez agronomów powiatowych, służbę rolną, stacje doświadczalne roślin itp., tj. wszędzie tam, gdzie czynności obliczeniowe nie stanowią podstawowego zajęcia pracownika posługującego się tą maszyną.

Elektryczne maszyny czterodziałaniowe

Elektryczne maszyny czterodziałaniowe dzielą się na dwie podstawowe grupy:

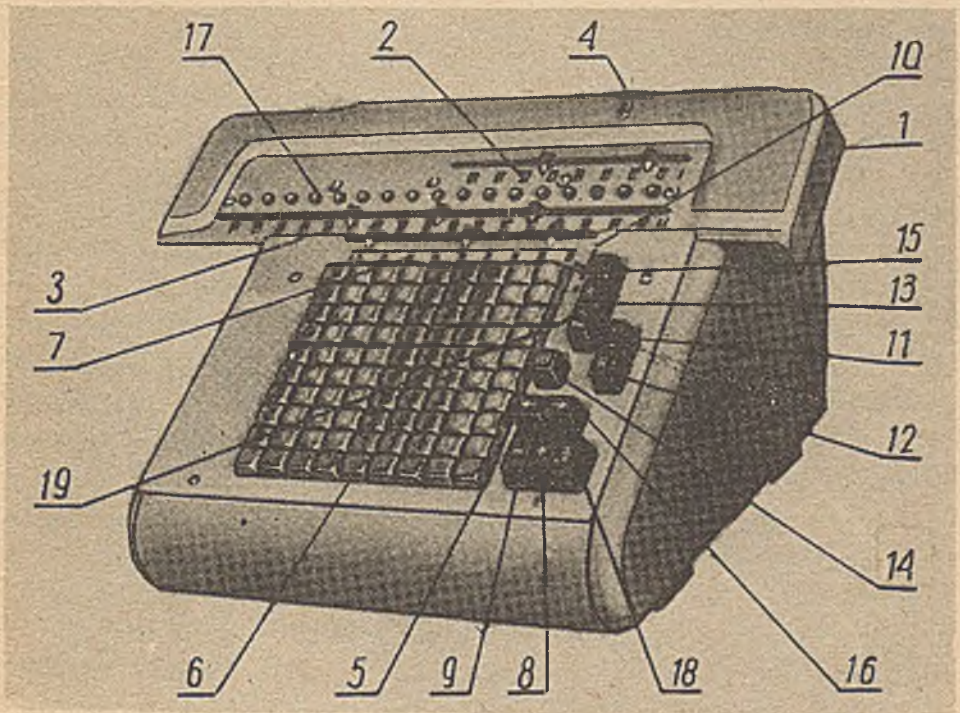
a) maszyny półautomatyczne,

b) maszyny automatyczne.

W obydwu grupach spotykamy zarówno maszyny 10-klawiszowe, jak i maszyny z tak zw. pełną klawiaturą.

Maszyny półautomatyczne różnią się od automatycznych tym, że wykonują automatycznie jedynie operację dzielenia, przy mnożeniu natomiast konieczny jest udział człowieka dla regulowania ilości obrotów wału maszyny i przesuwania karetki. Maszyny automatyczne wykonują samoczynnie zarówno dzielenie,jak i mnożenie.

Maszyny półautomatyczne. Sposoby zastosowania maszyn półautomatycznych rozpatrzymy na przykładzie maszyny produkcji NRD model KEL II c (patrz rys.16).



Rys.16. Elektryczna maszyna czterodziałaniowa - półautomatyczna + model KEL IIc

1- karetka, 2- licznik obrotów, 3- licznik wyników, 4- wskaźnik ustawienia karetki, 5- klawisz przesuwu karetki w lewo, 6- klawiatura cyfrowa, 7- okienka kontrolne mechanizmu nastawczego, 8- klawisz dodawania, 9- klawisz odejmowania, 10- dźwigienka przełącznika licznika obrotów, 11- klawisz kasowania licznika obrotów, 12- klawisz kasowania licznika wyników, 13- klawisz utrzymania mechanizmu nastawczego, 14- klawisz kasowania klawiatury, 15- klawisz odblokowania klawisza "R",16- klawisz przesuwu karetki w prawo, 17- nastawiacze liczb w liczniku wyników, 18- klawisz automatycznego dzielenia, 19- klawisz przerwania dzielenia

Konstrukcyjnie maszyna ta oparta jest na zasadzie walców schodkowych (patrz rys.7). Wykonuje się na niej z dużą efektywnością wszystkie cztery działania arytmetyczne. Zasady pracy na tego rodzaju maszynie są bardzo podobne do pracy arytmometrów ręcznych omówionych poprzednio. Maszyna ma ruchomą karetkę (1), w której wmontowany jest licznik obrotów (2) oraz licznik wyników (3). Ustawienie karetki w stosunku do mechanizmu nastawczego określa się według wskaźnika (4).

Działania arytmetyczne na tych maszynach wykonujemy w sposób następujący.

D o d a w a n i e i o d e j m o w a n i e. Przesuwamy karetkę(1)do końca w lewo za pomocą klawisza (5) oznaczonego strzałką [←] , po czym nastawiamy na klawiaturze cyfrowej (6) pierwszy składnik liczbowy. Nastawioną liczbę możemy jednocześnie przeczytać w okienku kontrolnym mechanizmu nastawczego (7). Następnie naciskamy na klawisz (8) oznaczony [+]. Spowoduje to uruchomienie silnika oraz obrót wału maszyny i nastawiona liczba przeniesiona zostanie do licznika wyników (3). Jednocześnie automatycznie skasuje się mechanizm nastawczy. Naciśnięcie na klawisz [+] w maszynie elektrycznej wywołuje analogiczne działanie jak obrót korbki w prawo w arytmometrach ręcznych.

Przy odejmowaniu zamiast klawisza [+] naciskamy na klawisz [-]. Sumę po wykonaniu dodawania oraz różnicę przy odejmowaniu otrzymujemy w liczniku wyników (3). Jednocześnie na liczniku obrotów możemy odczytać ilość składników biorących udział w dodawaniu lub odejmowaniu. W tym celu dźwigienkę (10) należy przesunąć w kierunku "do siebie", jeśli wykonujemy dodawanie lub "od siebie" - przy odejmowaniu. Kasowanie licznika obrotów następuje przez naciśnięcie na klawisz [I] (11), a licznika wyników - na klawisz [II] (12). Jeśli chcemy skasować obydwa liczniki, to klawisze (11) i (12) można nacisnąć równocześnie.

M n o ż e n i e. Przed wykonaniem mnożenia należy nacisnąć na klawisz utrzymania klawiatury i mechanizmu nastawczego (13), a dźwigienkę (10) przesunąć do siebie. Następnie nastawiamy na klawiaturze mnożną, po czym naciskamy na klawisz [+] (8) oraz na klawisz przesuwu karetki (5) aż w okienku licznika obrotów pojawi się liczba odpowiadająca mnożnikowi. Iloczyn

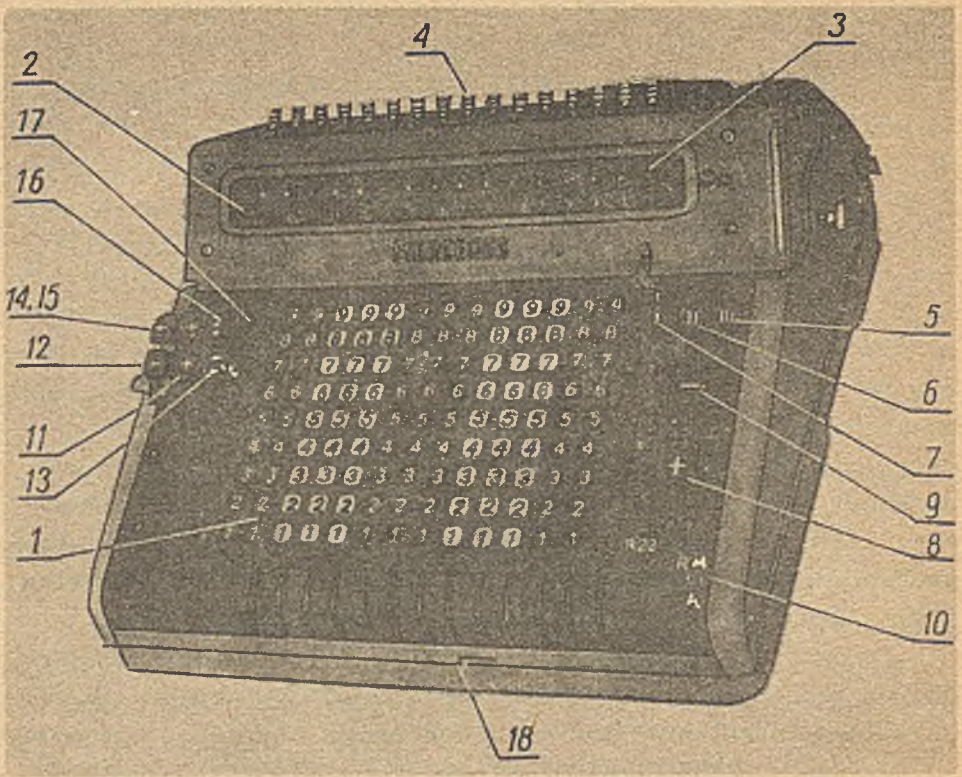
utworzy się w liczniku wyników. Dla skasowania nastawionej na klawiaturze liczby należy nacisnąć na klawisz [III] (14). Klawisz (15) służy do odblokowania klawisza utrzymania klawiatury (13).

D z i e l e n i e. W celu wykonania dzielenia przesuwamy karetkę w prawo za pomocą klawisza [→] (16) i wprowadzamy do licznika wyników dzielną. Można tego dokonać przez nastawienie dzielnej na klawiaturze i naciśnięcie klawisza [+] lub bez użycia klawiatury - przez odpowiednie pokręcenie nastawiaczy (17). Następnie kasujemy licznik obrotów oraz nastawiamy na klawiaturze dzielnik w ten sposób, aby najwyższa pozycja cyfrowa dzielnika znajdowała się na jednym poziomie z najwyższą pozycją dzielnej. Naciśnięciem na klawisz [÷] (18) włączamy mechanizm automatycznego dzielenia. Maszyna rozpocznie dzielenie, dokonując samoczynnego odejmowania dzielnika od dzielnej i przesuwając karetkę w lewo aż do pozycji wyjściowej. Iloraz otrzymamy w liczniku obrotów, dzielnik zostanie w mechanizmie nastawczym, a reszta w liczniku wyników. Klawisz (19) służy do przerwania dzielenia w dowolnym miejscu.

Innym przykładem czterodziałaniowej maszyny półautomatycznej są pełnoklawiszowe maszyny produkcji NRD Mercedes Euklid. Z punktu widzenia możliwości zastosowania maszyny te są podobne do maszyn marki Rheinmetall (obecnie Soemtron). Konstrukcyjnie jednak różnią się od nich w sposób zasadniczy. Maszyny Rheinmetall oparte są jak mówiliśmy na zasadzie walców schodkowych Leibniza, a w maszynach Mercedes Euklid zastosowany jest system zębatek ruchomych pokazanych na rys.8. Zastosowanie tych maszyn omówimy na przykładzie jednego z wielu modeli znanych w Polsce, a mianowicie modelu R 22 (patrz rys.17).

Maszyna posiada 13-miejscową klawiaturę nastawczą (1), 16-miejscowy licznik wyników (2) oraz 8-miejscowy licznik obrotów (3). W celu bezpośredniego nastawienia liczby w liczniku wyników bez użycia klawiatury służą nastawiacze (4). Z obu stron klawiatury znajdują się klawisze funkcyjne. Klawisz (5) służy do kasowania nastawionych liczb na klawiaturze, klawisze (6) i (7) - odpowiednio do kasowania licznika obrotów i licznika wyników. Klawisze (8) i (9) służą do uruchomienia maszyn w celu wykonania dodawania (klawisz [+]) oraz odejmowania

(klawisz [-]). W czasie dodawania lub odejmowania, jeśli chcemy, aby po dodaniu lub odjęciu każdego składnika została



Rys.17. Półautomatyczna maszyna czterodziałaniowa Mercedes model R 22

1- klawiatura nastawcza, 2- licznik wyników, 3- licznik obrotów, 4- nastawiacze, 5- klawisz kasowania klawiatury, 6- klawisz kasowania licznika obrotów, 7- klawisz kasowania licznika wyników, 8- klawisz dodawania, 9- klawisz odejmowania, 10- dźwignia automatycznego kasowania klawiatury, 11- klawisz dodawania, 12- klawisz odejmowania, 13- klawisz sterowania licznikiem obrotów, 14, 15- klawisze przesuwu karetki, 16- klawisz dzielenia, 17- klawisz dzielenia ujemnego, 18- dźwignia wyłączenia kasowania klawiatury

automatycznie skasowana klawiatura nastawcza, należy dźwigienkę (10) ustawić na literę "A". Przy mnożeniu dźwignię ustawia się na "M". Klawisze [+] (11) oraz [-] (12) znajdują się z lewej strony klawiatury (1). Służą one do uruchomienia maszyny na dodawanie lub odejmowanie. Używane są one również przy mnożeniu. Różnica pomiędzy tymi klawiszami, a klawiszami (8) i

(9), znajdującymi się z prawej strony klawiatury, polega jedynie na tym, że przy ich użyciu nie kasuje się klawiatury nastawczej, niezależnie od położenia dźwigni (10). Klawisz COR (13) sterujący licznikiem obrotów może zajmować jedną z trzech pozycji:

- położenie normalne - licznik obrotów pracuje w sposób analogiczny jak licznik wyników, tzn. w czasie dodawania obraca się w kierunku dodatnim, a w czasie odejmowania - w kierunku ujemnym;

- klawisz COR zostanie naciśnięty do końca, licznik obrotów pracuje w kierunku odwrotnym - w czasie dodawania odejmuje jednostki, a w czasie odejmowania - dodaje;

- położenie pośrednie (klawisz COR wciśnięty do połowy) - licznik obrotów zostaje całkowice wyłączony.

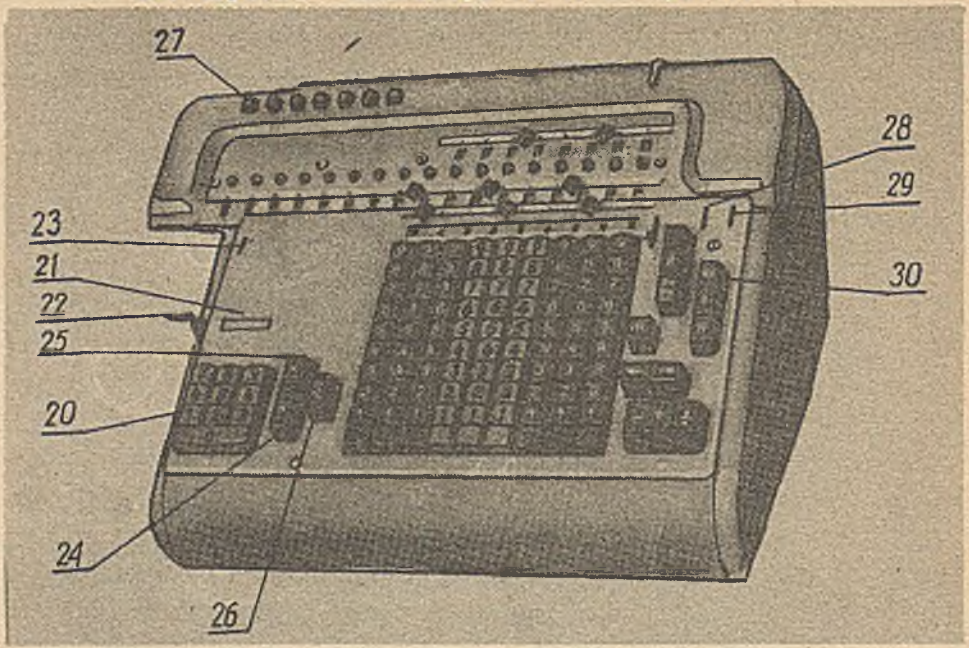
Klawisze (14) i (15) służą do przesuwania karetki w kierunkach wskazanych przez strzałki znajdujące się na tych klawiszach. Klawisze (16) i (17) pozwalają uruchomić maszynę przy wykonywaniu operacji dzielenia. Klawisz "DIV" (16) stosujemy przy normalnym dzieleniu, a klawisz "DIV" przy dzieleniu ujemnym, tzn. kiedy iloraz chcemy jednocześnie odjąć od liczby znajdującej się w liczniku obrotów, na przykład przy wykonywaniu obliczenia typu $\frac{A}{B} - \frac{C}{D}$.

Dźwignia "N - D" (18) w położeniu "D" wyłącza kasowanie (6) prawych miejsc klawiatury. Stosuje się ją przy dzieleniu w tych przypadkach, kiedy dzielna nie przewyższa 7, a dzielnik 6 miejsc cyfrowych.

Podobną maszyną - z punktu widzenia możliwości eksploatacyjnych - chociaż zupełnie inną z wyglądu, jest półautomatyczna maszyna licząca 10-klawiszowa. Najbardziej rozpowszechnionym modelem tych maszyn są maszyny firmy Facit oraz radzieckie typu WK-2. Wyglądem przypominają one maszynę pokazaną na rys.15.

Maszyny automatyczne. Jak wspominaliśmy (patrz str. 51) do maszyn automatycznych zaliczamy maszyny, które wykonują w sposób samoczynny nie tylko dzielenie, lecz również mnożenie. Działanie tej maszyny omówimy krótko na przykładzie jednej z najbardziej rozpowszechnionych maszyn tego typu w Polsce, a

mianowicie maszyny marki Supermetall (dawn. Rheinmetall) - model SAR IIc (rys.18 - numeracja do 20 na rys.16).



Rys.18. Automatyczna maszyna czterodziałaniowa "Supermetall" model SAR IIc.

20- klawiatura nastawiania mnożnika, 21- okienko kontrolne, 22-dźwignia kasowania mnożnika, 23- dźwignia automatycznego powrotu karetki przy mnożeniu, 24- klawisz automatycznego mnożenia, 25- klawisz mnożenia ujemnego, 26- klawisz przeniesienia dzielnej do licznika wyników, 27- klawisz ograniczenia przesuwu karetki przy dzieleniu, 28- dźwignia automatycznego kasowania licznika wyników, 29- dźwignia automatycznego kasowania licznika obrotów, 30- klawisz przeniesienia liczby z licznika wyników do mechanizmu nastawczego.

Z wyglądu maszyna ta jest bardzo podobna do maszyny pokazanej na rys.16. Oba te rodzaje maszyn są również bardzo podobne do siebie z punktu widzenia zasad konstrukcji. Obie konstrukcje są bowiem oparte na zastosowaniu walców schodkowych, pokazanych na rys.7. Omówimy więc jedynie niektóre szczególne właściwości eksploatacyjne tej maszyny w porównaniu z pokazaną na rys.16. Jeśli któryś z elementów lub klawiszy funkcyjnych maszyny SAR IIc nie zostanie omówiony, to należy rozumieć, że wykonuje on analogiczną funkcję jak w maszynie KEL IIc (rys.16).

W celu automatycznego wykonywania mnożenia maszyna ma dodatkową klawiaturę (20), za pomocą której nastawia się mnożnik. Nastawienie mnożnika skontrolować można w okienku kontrolnym (21). Jeśli w czasie nastawiania mnożnika popełnimy pomyłkę, to możemy go skasować za pomocą dźwigni (22). Dźwignia (23) służy do automatycznego powrotu karetki do pozycji wyjściowej po wykonaniu mnożenia. Jeśli dźwignia zostanie wyłączona(przesunięta w kierunku "do siebie"), to po zakończeniu mnożenia karetka zatrzyma się w tej pozycji, w której zakończyło się mnożenie. Stosować to można w tych przypadkach,kiedy po zakończeniu mnożenia otrzymany iloczyn bierze udział w następnej operacji jako dzielna przy dzieleniu.

Klawisz [x] (24) służy do rozpoczęcia automatycznego mnożenia. Naciskamy go po nastawieniu mnożnej i mnożnika. Jeśli chcemy, aby otrzymany iloczyn został jednocześnie odjęty od zarejestrowanej liczby w liczniku wyników, to zamiast klawisza (24) naciskamy klawisz (25) oznaczony przez [x] . Stosujemy go np. jeśli mamy wykonać operację według wzoru (a · b) - (c · d).

Klawisz (26) używamy do zarejestrowania dzielnej w liczniku wyników. Po nastawieniu dzielnej na klawiaturze maszyny naciskamy na klawisz (26). Spowoduje on uruchomienie maszyny, przesunięcie karetki w prawo i przeniesienie liczby nastawionej na klawiaturze do licznika wyników oraz skasowanie nastawionej na klawiaturze dzielnej. Wystarczy wtedy nastawić na klawiaturze dzielnik, nacisnąć na klawisz dzielenia (18) (patrz rys.16), aby wykonana została operacja dzielenia.

W tych przypadkach, kiedy przy wykonywaniu dzielenia potrzebujemy mniej niż 8 znaków cyfrowych w ilorazie, możemy, w celu skrócenia czasu tej czynności, korzystać z klawisza (27) znajdującego się w lewym górnym rogu karetki.

Sposób korzystania z tych klawiszy jest następujący.Przed wykonaniem dzielenia naciskamy na jeden z 7 klawiszy zależnie od tego na ile miejsc w prawo chcemy przesunąć karetkę. Jeśli na przykład przy dzieleniu chcemy otrzymać tylko 4 miejsca w ilorazie, to naciskamy na klawisz z napisem 4 (trzeci od prawej). Maszyna SAR może być nastawiona w taki sposób, aby przed wykonaniem następnej operacji mnożenia zostały wykasowane w

sposób automatyczny wyniki z poprzednich działań. Do tego celu służą dźwignie (28) i (29). Włączenie (przesunięcie w kierunku "ku sobie") dźwigni (28) zabezpiecza automatyczne skasowanie licznika wyników, a dźwigni (29) - licznika obrotów.

Klawisz(30) [RÜ] służy do przeniesienia liczby znajdującej się w liczniku wyników do mechanizmu nastawczego. Wykorzystuje się go m.in. przy potęgowaniu, na przykład chcemy obliczyć:

$$X = 116^3$$

Podniesienie do potęgi trzeciej polega jak wiemy na wykonaniu mnożenia 116 x 116 x 116. Nastawiamy na klawiaturze podstawowej mnożną 116, na klawiaturze dodatkowej(20) nabieramy mnożnik 116 i naciskamy na klawisz 24 uruchamiający automatycznie mnożenie. Na liczniku wyników otrzymamy liczbę 13 456, która jest iloczynem liczb 116 x 116. Naciskając na klawisz 30 przenosimy tę liczbę z licznika wyników do mechanizmu nastawczego oraz nabieramy mnożnik 116 na klawiaturze dodatkowej(20), po czym uruchamiamy za pomocą klawisza (24) automatyczne mnożenie. Na liczniku wyników otrzymamy 1 560 896, co jest wynikiem 116^3.

Oprócz omówionego wyżej modelu stosuje się maszyny automatyczne marki Mercedes oraz Facit. Maszyny te powstały w wyniku dalszego rozwoju analogicznych modeli maszyn półautomatycznych i są do nich podobne zarówno z wyglądu, jak i z punktu widzenia metod pracy.

Zastosowanie elektrycznych maszyn czterodziałaniowych. W porównaniu z maszynami ręcznymi elektryczne maszyny czterodziałaniowe pozwalają osiągnąć większą wydajność liczenia, a także są wygodniejsze w użyciu. Największe znaczenie zastosowania elektryczności w maszynach liczących polega jednak nie na tym, że pozwoliło ono wyeliminować napęd ręczny, ale że umożliwiło zastosowanie elementów automatycznego sterowania procesami obliczeniowymi, szczególnie dzieleniem i mnożeniem, co bez zastosowania prądu elektrycznego byłoby niemożliwe.

Elektryczne maszyny czterodziałaniowe, niezależnie od typu i stopnia zautomatyzowania operacji rachunkowych, mogą wykonywać bardzo szeroki zakres obliczeń. Pomiędzy omówionymi

typami maszyn nie ma tak zasadniczej różnicy, która by pozwoliła zaleciś określony typ maszyny do wykonania określonej pracy.

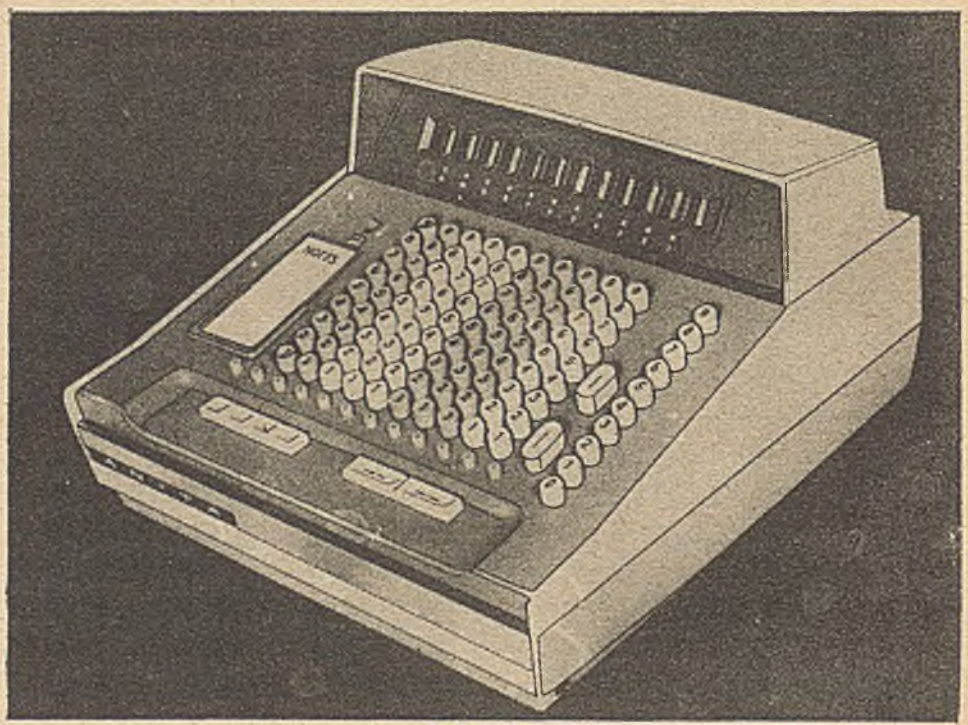
Z punktu widzenia celowości zastosowania maszyny te mają raczej charakter uniwersalny. Należy jedynie pamiętać, że na ogół im większy stopień zautomatyzowania maszyny, tym większej staranności wymaga ona od posługującego się nią pracownika, przy czym zwykle jest droższa od maszyn prostszych, co również nie powinno być pomijane przy podejmowaniu decyzji zakupu. Dla wyrobienia sobie ogólnego bodaj poglądu na temat możliwości poszczególnych maszyn czterodziałaniowych podajemy orientacyjne zestawienie dotyczące wydajności poszczególnych maszyn oraz ich ciężaru. Przy określaniu wydajności (liczby działań arytmetycznych na godz.) zakładamy, że operujemy liczbami składającymi się z 4 - 5 znaków cyfrowych.

Rodzaj maszyny	Dodawanie i odejmowanie (ilość składników)	Mnożenie (ilość działań)	Dzielenie (ilość działań)	Ciężar maszyny w kg[x])
Arytmometry dźwigniowe	350-400	150-200	80-100	6-7
Ręczne arytmometry 10-klawiszowe	800-900	300-350	180-200	6-8
Elektryczne arytmometry 10-klawiszowe	1000-1100	380-400	300-350	6-8
Pełnoklawiszowe maszyny 4-działaniowe półautomatyczne (Rheinmetall, Archimedes, Mercedes)	800-900	380-400	250-300	15-18
Pełnoklawiszowe maszyny 4-działaniowe automatyczne (Rheinmetall, Mercedes)	800-900	400-450	250-300	20-21

x) Podany ciężar maszyny należy traktować jako przybliżony, zależy on bowiem od modelu maszyny, jej pojemności liczbowej itp.

Pomimo dużego postępu, jaki się dokonał w okresie ostatnich lat w dziedzinie maszyn liczących, maszyny te dalekie są od doskonałości. Podstawową ich wadą jest duża ilość części mechanicznych, a w związku z tym stosunkowo mała pewność dzia-

łania, częste przypadki awarii itp., hałas stwarzany przez maszyny w czasie pracy a także ich nadmierny ciężar. Dużą rewelacje w tej dziedzinie zapowiada zastosowanie w produkcji maszyn liczących nowoczesnych elementów elektronicznych. Jeden z prototypów podobnych maszyn eksponowany był na Światowej Wystawie Maszyn Biurowych w 1963 r. w Paryżu. Jest nim elektroniczna maszyna czterodziałaniowa, pokazana na rys.19.



Rys.19. Elektroniczna maszyna czterodziałaniowa Anita produkcji angielskiej

Oparcie tej maszyny na technice elektronowej pozwala osiągnąć niespotykaną dotychczas prędkość obliczeń. Wyniki obliczeń w tej maszynie otrzymuje się praktycznie równocześnie z naciśnięciem odpowiedniego klawisza. Godnym uwagi jest fakt, że maszyna w czasie pracy nie stwarza absolutnie żadnego hałasu. Ciężar tej maszyny wynosi 12,7 kg.

2. Maszyny sumujące

Maszyny omówione w poprzednim paragrafie były maszynami, na których można było wykonywać wszystkie cztery działania arytmetyczne,a więc również dodawanie i odejmowanie. Tym niemniej na maszynach tych wykonuje się przede wszystkim mnożenie i dzielenie ze względu na to, że do dodawania i odejmowania istnieją wyspecjalizowane w tych działaniach maszyny, na których działania te wykonuje się szybciej, a są one tańsze od maszyn czterodziałaniowych. Z drugiej strony również na maszynach wyspecjalizowanych w wykonywaniu 2 działań rachunkowych można także mnożyć a nawet i dzielić. Zwykle jednak przy tych dwóch ostatnich działaniach osiąga się małą wydajność.

Jak wynika z rys.12 maszyny sumujące dzielą się na dwie grupy:

- maszyny niezapisujące,
- maszyny zapisujące.

Maszyny niezapisujące

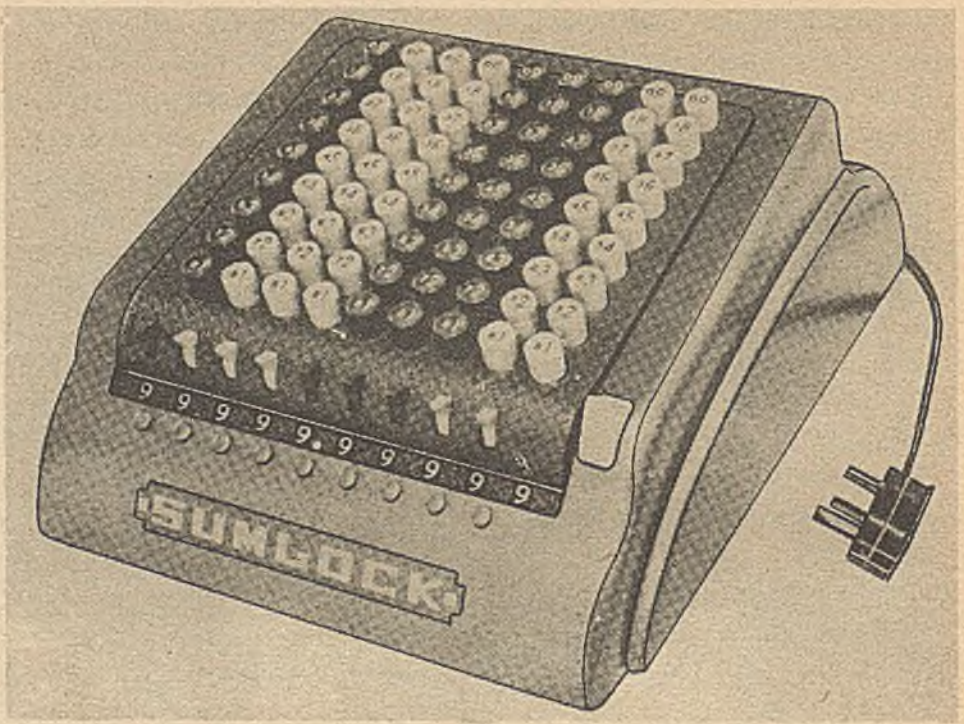
Z maszyn sumujących, pozbawionych mechanizmu zapisującego do najbardziej rozpowszechnionych należą maszyny typu Sumlock (patrz rys.20).

Maszyny te zbudowane są na zasadzie dźwigni o ruchu wahadłowym, której zasada działania została omówiona na przykładzie podanym na rys.4.

W odróżnieniu od wszystkich omówionych poprzednio maszyn, maszyna pokazana na rys.20 należy do tzw. maszyn jednookresowych.

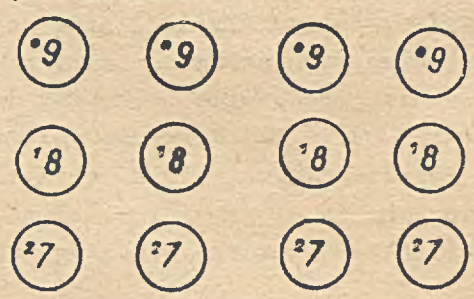
W większości maszyn proces obliczeń polega na tym, że najpierw nastawiamy liczbę na klawiaturze, a następnie za pomocą korbki lub klawisza przekazujemy tę liczbę na licznik maszyny. W maszynach jednookresowych natomiast samo naciśnięcie na klawisz cyfrowy wywołuje przekazanie tej cyfry do licznika maszyny. Proces dodawania na takiej maszynie polega więc na kolejnym nastawianiu poszczególnych cyfr na klawiaturze maszyny. Z tego względu maszyna ta nie ma jak widzimy żadnych klawiszy funkcyjnych, z wyjątkiem klawisza służącego do kasowania licznika maszyny.

Na maszynach jednookresowych wykonywać można również mnożenie, jeśli mamy do czynienia ze stosunkowo niewielkimi liczbami. Mnożenie odbywa się metodą kolejnego dodawania.



Rys.20. Jednookresowa maszyna sumująca Sumlock

Odejmowanie na maszynach typu Sumlock odbywa się metodą dodawania do odjemnej odjemnika wyrażonego w uzupełnieniu do 9. W tym celu na każdym klawiszu cyfrowym maszyny wypisane są dwie cyfry: jedna duża oznaczająca normalną wartość danego klawisza, a druga mniejsza oznaczająca uzupełnienie wartości danej cyfry do 9, na przykład:



itd.

W czasie dodawania kierujemy się wyłącznie cyframi dużymi, natomiast odejmowanie wykonujemy w następujący sposób:

Chcemy na przykład wykonać odejmowanie

$$\begin{array}{r} -\ 989 \\ \underline{877} \end{array}$$

naciskamy więc na klawisze 989, kierując się dużymi cyframi. Następnie nastawiamy odjemnik 877, naciskając na klawisze 877 według cyfr małych, co w rzeczywistości oznacza dodanie do liczby 989 odjemnika 877 wyrażonego w uzupełnieniu do 9,a więc:

$$\begin{array}{rr} & +\ 989 \\ & \underline{122} \\ \boxed{1} & 111 \end{array}$$

jednostkę pokazaną z lewej strony w ramce należy dodać do naszej różnicy 111, otrzymując wynik 112, który jest różnicą liczb 989-877.

Uzyskanie dostatecznej szybkości w czasią odejmowania na tego rodzaju maszynach wymaga pewnej wprawy.

Oprócz maszyn z pełną klawiaturą stosuje się modele jednookresowych maszyn sumujących z tzw. skróconą klawiaturą. Mają one tylko 5 klawiszy cyfrowych w każdym rzędzie - od 1 do 5. W przypadkach, kiedy trzeba policzyć cyfrę większą od 5, naciska się odpowiednie klawisze dwa razy, np. cyfrę 6 nastawia się przez dwukrotne naciśnięcie klawisza 3, cyfrę 9 - przez naciśnięcie klawisza 5 i 4 itd.

Przy stosowaniu podobnych maszyn należy wykonać znacznie większą ilość uderzeń w klawisze, jednak zwykle opłaca się to dzięki łatwiejszemu opanowaniu ślepej metody pracy polegającej na tym, że operator w czasie pracy nie patrzy na klawiaturę, lecz na dokumenty, z których odczytuje liczby wyjściowe.

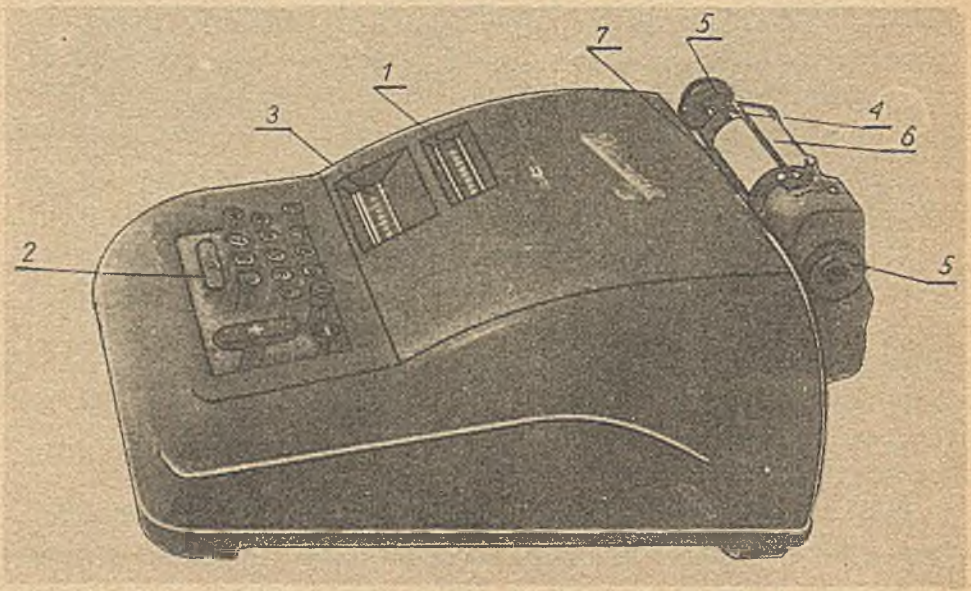
Opanowanie ślepej metody pracy na maszynach z pełną klawiaturą jest znacznie trudniejsze.

Zastosowanie maszyn niezapisujących. Maszyny te niesłusznie nie znalazły szerszego zastosowania w Polsce. W wielu krajach są one stosowane z dużą efektywnością przy wykonywaniu dodawania w tych przypadkach, kiedy nie wymagane jest otrzymanie jednoczesnego zapisu danych biorących udział w rachunku oraz wyników obliczeń. Maszyna ta należy do najprostszych ma-

szyn z punktu widzenia konstrukcji, w związku z czym jest tania, prosta w obsłudze oraz pewna w działaniu.

Maszyny zapisujące

Najbardziej rozpowszechnionymi maszynami tej grupy są maszyny 10-klawiszowe. Pewne wyobrażenie o zasadach ich pracy daje rys.9. Wszystkie modele maszyn sumujących 10-klawiszowych z punktu widzenia możliwości eksploatacyjnych oraz metod obsługi są do siebie bardzo podobne. Do najbardziej rozpowszechnionych i niewątpliwie bardzo udanych maszyn sumujących należy maszyna Rheinmetall - model AES pokazana na rys.21.



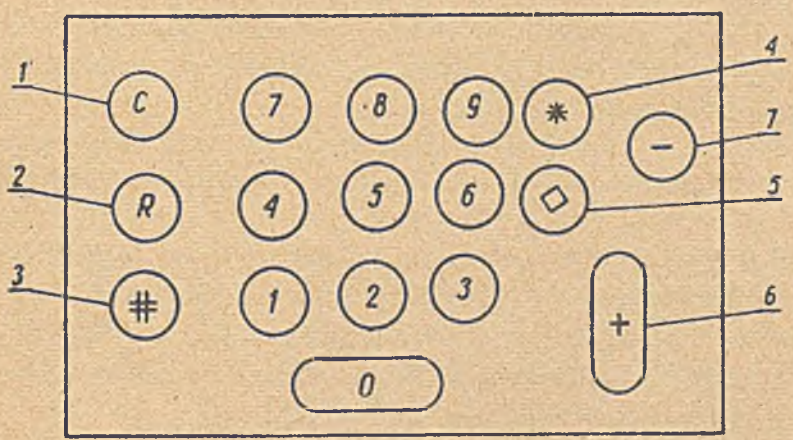
Rys.21. 10-klawiszowa maszyna sumująca Rheinmetall model AES
1- okienko kontrolne licznika, 2- klawiatura cyfrowa,3- okienko kontrolne mechanizmu nastawczego, 4- wałek, 5- pokrętło wałka, 6- dźwignia regulacji odstępu wierszowego, 7- drążki cyfrowe

Maszyna ma jeden licznik, którego stan można odczytać przez okienko kontrolne (1). Liczby biorące udział w działaniach arytmetycznych nastawia się na klawiaturze (2), składającej się z 10 klawiszy cyfrowych. Nastawioną za pomocą klawiatury liczbę można odczytać w okienku kontrolnym mechanizmu nastawczego (3).

Zarówno liczby, biorące udział w obliczeniach, jak i wyniki wykonanych obliczeń mogą być wypisane na pasku papierowym o szerokości 10 cm. Pasek papierowy wkręca się pod wałek gumowy (4). Z obydwu stron wałek ma pokrętła (5), za pomocą których zakłada się papier do maszyny. W czasie pracy maszyny wałek obraca się w sposób automatyczny w czasie każdego ruchu roboczego, przesuwając pasek papieru na określony odstęp. Wielkość odstępu wierszowego można regulować w pewnych granicach za pomocą dźwigni (6). Ustawiając dźwignię na przeciw podziałki "1" - pasek papierowy przesuwać się będzie o jeden wiersz (4,25 mm), a jeśli dźwigienkę ustawimy na przeciw podziałki "2" - otrzymamy podwójny odstęp wynoszący 8,5 mm. W położeniu dźwigni w pozycji "0" - wyłączony zostanie mechanizm podawania papieru.

Drukowanie cyfr i symboli umownych dokonuje się za pomocą drążków (7) oraz taśmy barwiącej. Mechanizm drukujący można wyłączyć za pomocą specjalnej dźwigni znajdującej się koło wałka (na rys.21 niewidocznej).

Klawisze funkcyjne maszyny modelu AES rozmieszczone są po obu stronach klawiatury cyfrowej (2) (patrz rys.22).



Rys.22. Klawisze cyfrowe i funkcyjne maszyny AES

1- klawisz korekty, 2- klawisz powtarzania, 3- klawisz "nie liczyć", 4- klawisz sum końcowych, 5- klawisz sum pośrednich, 6- klawisz dodawania, 7- klawisz odejmowania

Klawisz korekty (1) służy do skasowania omyłkowo nastawionej liczby, jeśli pomyłka zostanie spostrzeżona przed przeka-

zaniem liczby do licznika maszyny. Klawisz powtarzania (2) naciskamy po nastawieniu określonej liczby, jeśli chcemy tę liczbę kilkakrotnie dodawać. Jeśli klawisz (2) znajduje się w pozycji wyjściowej, nastawiona w mechanizmie nastawczym liczba zostaje po dodaniu każdorazowo skasowana. Klawisz "nie liczyć" (3) służy do zapisu liczb, które nie podlegają liczeniu. Stosuje się go wtedy,gdy chcemy na pasku papierowym wypisać pewne cechy informacyjne, na przykład datę, liczbę porządkową itp. Klawisz ten naciska się po nastawieniu interesującej nas liczby. Liczba ta zostanie wydrukowana na pasku, a z prawej strony liczby napisany zostanie znak # , który oznacza, że liczba nie została policzona.

Klawisz sum końcowych [*] (gwiazdka) (4) służy do wypisania sumy z licznika maszyny. W efekcie naciśnięcia tego klawisza zostaje napisana na papierze suma, równocześnie z prawej strony sumy zostaje napisany znak gwiazdki oraz następuje skasowanie licznika.

Klawisz sum pośrednich [◊] (romb) (5) służy podobnie jak klawisz (4) do wypisania sumy znajdującej się w liczniku, z tym jednak, że znajdująca się na liczniku liczba nie ulegnie zmianie.

Za pomocą klawisza dodawania (6) nastawioną na klawiaturze liczbę przenieść można do licznika maszyny z jednoczesnym jej wypisaniem na pasku kontrolnym.

Klawisz (7) służy do uruchomienia maszyny na odejmowanie. W tym przypadku z prawej strony liczby wypisany zostanie znak "-".

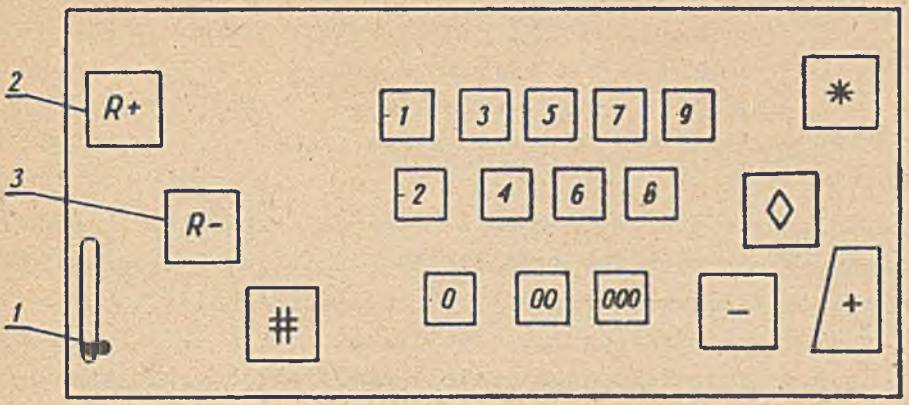
Inną grupę 10-klawiszowych maszyn sumujących produkcji NRD rozpowszechnionych w Polsce są maszyny marki Astra (Ascota)[1].

Zewnętrznie maszyny te są bardzo podobne do maszyny Rheinmetall pokazanej na rys.21. Omówimy więc jedynie niektóre różnice w przeznaczeniu klawiszy funkcyjnych.

Dźwignia (1) służy do skasowania błędnie nastawionej w mechanizmie nastawczym liczby przed jej przeniesieniem do licznika. Wykonuje ona analogiczną funkcję jak klawisz [C] pokazany na rys.22.

1) W 1960 r. przedsiębiorstwo Astra produkujące maszyny liczące zmieniło nazwę na Ascota.

Klawisz R+ (2) spełnia analogiczną funkcję jak klawisz R (2) w maszynie AES. Klawisz powtarzania (3) oznaczny jest



Rys.23. Klawisze cyfrowe i funkcyjne maszyny Ascota model 110

R- . Przez naciśnięcie tego klawisza liczba nastawiona w mechanizmie nastawczym utrzymuje się w nim tak długo,dopóki klawisz (3) nie zostanie zwolniony. Klawisz ten stosuje się przy wielokrotnym odejmowaniu tej samej liczby.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na różny układ klawiatury cyfrowej stosowany w maszynach Rheinmetall i Astra, pokazanych na rys.22 i 23. Ostatnio układ klawiatury we wszystkich maszynach klawiszowych został ujednolicony. Za powszechnie obowiązujący uznano układ klawiatury pokazany na rys.22.

Zastosowanie maszyn zapisujących. Maszyny sumujące z zapisem danych przeznaczone są przede wszystkich do wykonywania działań dodawania i odejmowania. Mnożenie wykonuje się przy ich pomocy metodą kolejnych dodawań, chociaż przy mnożeniu trudno na tych maszynach osiągnąć wymaganą wydajność.

Maszyny 10-klawiszowe dają największą efektywność, kiedy mamy do czynienia z liczbami wielocyfrowymi. Zapis liczb na pasku papierowym ułatwia odnalezienie i poprawienie błędu bez uciekania się do powtórnego przeliczania całego materiału. Wydajność pracy przy dodawaniu liczb 4-5 cyfrowych na maszynach 10-klawiszowych wynosi około 1 600 - 1 800 liczb na godzinę.

Rozdział III

MASZYNY ŚREDNIEJ MECHANIZACJI

1. Maszyny księgujące

Zastosowanie w omówionych w poprzednim rozdziale maszynach mechanizmu zapisującego dane liczbowe umożliwiło zmechanizowanie nie tylko działań arytmetycznych, lecz również zapisu. Maszyny te mają jednak dwa istotne braki:

1) pozwalają zapisywać jedynie dane liczbowe bez tekstu,

2) dane liczbowe można zapisywać z ich pomocą jedynie na wąskich paskach papieru, co uniemożliwia sporządzanie gotowych zestawień, tablic itp.

Braki te są powodem tego, że wszystkie omówione maszyny, zarówno czterodziałaniowe, jak i sumujące stanowią jedynie pomocnicze (choć niezwykle potrzebne) narzędzie mechanizacji pracy biurowej.[1)]

Jeśli mamy, na przykład, sporządzić listę płac na podstawie dokumentów źródłowych, to musimy najpierw opracować te dokumenty pod względem rachunkowym (np. pomnożyć ilość przepracowanych godzin przez stawkę za godz.), następnie zestawić listę płac, przepisać ją na maszynie do pisania, sprawdzić, podliczyć sumy ogólne itp. Maszyny liczące, chociaż nam tę pracę ułatwiają, tym niemniej pozwalają zmechanizować jedynie poszczególne czynności, a nie cały proces wykonania tej pracy.

Jedną z pierwszych prób zbudowania maszyny, która wykonuje nie tylko najprostsze działanie rachunkowe, ale sporządza wielokolumnowe zestawienia tablicowe, było zbudowanie na podstawie 10-klawiszowej maszyny sumującej - maszyny z szerokim wałkiem, który może przesuwać się podobnie jak w maszynie do pisania.

1) Należy zaznaczyć, iż w niektórych przypadkach, kiedy mamy do czynienia z niezbyt dużą ilością działań arytmetycznych, a nie jest wymagane sporządzanie zestawień, tablic itp. maszyny te mogą być podstawowym i jedynie efektywnym narzędziem mechanizacji prac obrachunkowych.

Maszyna taka, umożliwiając sporządzenie zestawienia liczbowego na arkuszu papieru, w dalszym ciągu nie pozwala na zapis tekstu. Ponieważ ma jeden licznik można na niej dodawać tylko jeden rząd liczb najczęściej według poziomych wierszy tablicy. W tym przypadku sumy według kolumn pionowych zlicza się oddzielnie po zakończeniu danej tablicy.

Produkuje się również tak zwane maszyny symbolowe, które oprócz klawiatury cyfrowej mają kilka lub nawet kilkanaście klawiszy z umownymi symbolami stosowanymi najczęściej w danej dziedzinie, w której maszyna taka ma zastosowanie, np. skróty nazw miesięcy, P-d (przychód), R-d (rozchód), kg, ha itp. Określony zestaw klawiszy symbolowych producent maszyny może dobrać według życzeń odbiorców.

Dalszym krokiem na drodze doskonalenia konstrukcji tych maszyn było połączenie możliwości eksploatacyjnych maszyny do pisania z maszyną sumującą, posiadającą kilka lub nawet kilkadziesiąt liczników, pozwalających na równoczesne dodawanie różnych liczb i otrzymanie gotowej tablicy z sumami poziomymi i pionowymi. Maszyny te z uwagi na swe funkcje nazwano maszynami licząco-piszącymi, a ponieważ zastosowano je przede wszystkim w księgowości - przyjęła się również nazwa-maszyny księgujące.

Do najbardziej rozpowszechnionych w Polsce typów maszyn księgujących należą maszyny marki Mercedes, Astra (obecnie Ascota) oraz Continental (obecna nazwa Optimatic).

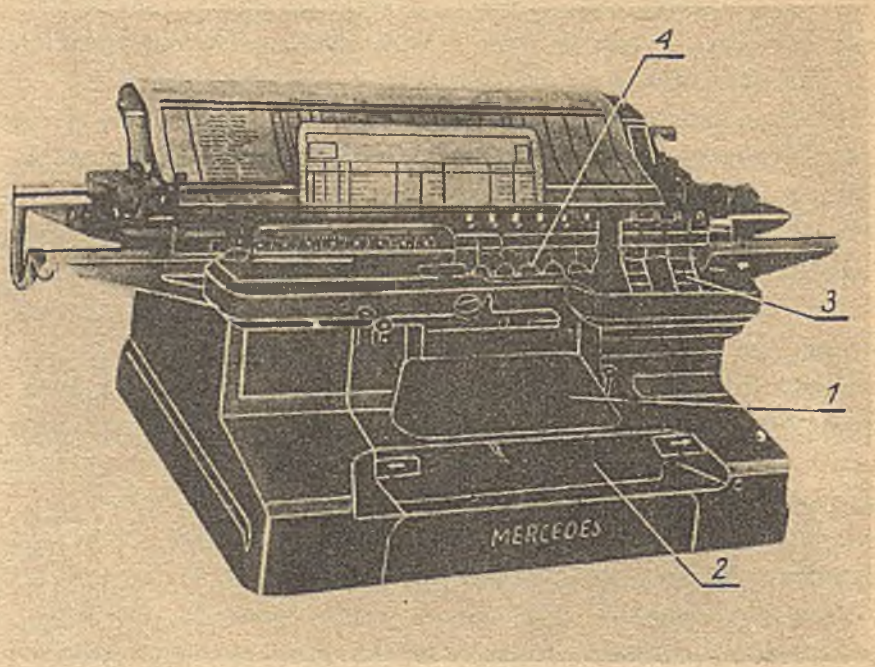
Maszyna księgująca Mercedes (obecna nazwa Celatron)

Jeden z kilku modeli maszyny Mercedes pokazano na rys.24.

Maszyna ta opiera się na konstrukcji elektrycznej maszyny do pisania i wyposażona jest w liczniki wykonujące dwa działania rachunkowe - dodawanie i odejmowanie.

Maszyna ma klawiaturę tekstową (1), podobną do klawiatury maszyny do pisania. Klawiatura ta składa się z 4 rzędów klawiszy. Rząd górny ma 10 klawiszy cyfrowych (od 0 do 9). Z ich pomocą wypisuje się cyfry nie biorące udziału w obliczeniach, np. nr rachunku, nr gospodarstwa, symbol wyrobu itp. Następne

3 rzędy klawiszy - to klawisze literowe, za pomocą których można wypisywać dowolny tekst na całej szerokości wałka, wynoszącej 61 cm.



Rys.24. Maszyna księgująca Mercedes model SR-22
1- klawiatura tekstowa, 2- klawisze cyfrowe, 3- liczniki poziome, 4- liczniki pionowe

W dolnej części maszyny znajdują się 2 rzędy klawiszy (2). W pierwszym rzędzie od góry są klawisze służące do automatycznego ustawienia się karetki maszyny w odpowiednim miejscu w ten sposób, aby w czasie sporządzania zestawień poszczególne liczby wypisane zostały w równych rzędach pionowych. Klawisze te nazywają się tabulatorami.

Ostatni (pierwszy od dołu) rząd klawiszy - to klawisze cyfrowe; z ich pomocą wprowadza się do maszyny liczby, które biorą udział w działaniach arytmetycznych. Zarówno klawiatura literowa, jak i cyfrowa są zelektryfikowane.

Mechanizm liczący maszyny księgującej Mercedes składa się z dwóch rodzajów liczników, a mianowicie:

z tzw. liczników poziomych (3) (zwanych czasem również krzyżowymi) oraz z liczników pionowych (4).

Każda maszyna ma zwykle 2 liczniki poziome. Ich nazwa pochodzi stąd, że służą one do dodawania liczb wypisanych w poszczególnych wierszach tablicy, a więc sum poziomych.

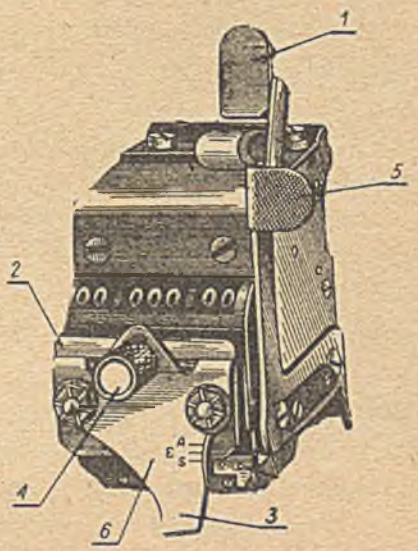
Liczniki pionowe (4) służą do dodawania liczb w poszczególnych kolumnach pionowych. Liczniki te są wymienne, można je zdejmować i ustawiać w maszynie zależnie od wzoru sporządzanej tablicy. Na szynie ustawić można tyle liczników, na ile pozwoli długość szyny. Ilość liczników pionowych, które można jednorazowo ustawić w maszynie zależy więc od długości szyny liczników (a więc i długości wałka) oraz od wielkości samych liczników (od ilości miejsc cyfrowych w licznikach).

Na maszynie o długości wałka wynoszącej 60 cm można ustawić około 20 liczników pionowych. W tym przypadku można sporządzić tablicę posiadającą tyleż rubryk pionowych.

Ilość i sposób rozmieszczenia liczników zależy od wzoru tablicy, którą mamy sporządzić. Zarówno liczniki pionowe, jak i poziome można ustawić na dodawanie oraz na odejmowanie.

Liczniki pionowe maszyny Mercedes odgrywają bardzo ważną rolę w pracy maszyny. Pozwalają one podliczać dane liczbowe w kolumnach pionowych oraz przekazują nastawione liczby do jednego lub obu liczników poziomych. Bez udziału liczników pionowych żadna z liczb nie może być przekazana do liczników poziomych.

Wymienny licznik pionowy pokazano na rys.25.



Rys.25. Licznik pionowy maszyny księgującej Mercedes model SR-22

1- sprężynująca dźwignia, 2- ruchoma płytka, 3- wystająca końcówka płytki, 4- pokrętło, 5- dźwignia automatycznego powrotu karetki, 6- szyna sterująca pracą liczników poziomych

Sprężynująca dźwignia (1) służy do umocowania licznika na szynie. Z przodu licznik ma ruchomą płytkę (2), która steruje działaniem liczników poziomych. Płytkę tę można przesuwać w

ten sposób, aby zajęła jedną z trzech pozycji, a mianowicie: A, E lub S. W pozycji A (Addition) - dodawanie - licznik poziomy współpracujący z danym licznikiem poziomym dodaje liczby nastawione w liczniku. W pozycji S (Subtraktion) - odejmowanie - licznik poziomy odejmują, a w pozycji pośredniej E (Entkuppelt) - licznik poziomy zostaje odłączony i nie rejestruje danych liczbowych nastawianych na liczniku pionowym. Dla odpowiedniego nastawienia płytki należy obluźnić pokrętło (4).

Licznik pionowy łączy się z licznikiem poziomym za pomocą wystającej końcówki (3). Dźwignia (5) umocowana z prawej strony licznika włącza mechanizm automatycznego powrotu karetki. Umieszcza się ją tylko w ostatnim liczniku z prawej strony.

Z dołu licznik pionowy ma specjalną szynę 6. Szerokość tej szyny decyduje o tym, do którego z liczników poziomych przekazywane będą liczby nastawiane w danym liczniku pionowym. W zależności od rodzaju szyn liczniki pionowe dzielą się na 3 rodzaje:

1) liczniki z wąską szyną (4,8 mm) włączają do pracy tylko licznik poziomy pierwszy (I),

2) liczniki z szeroką szyną (6,2 mm) włączają do pracy tylko licznik poziomy drugi (II),

3) liczniki z szyną średnią (5,4 mm) włączają do pracy obydwa liczniki poziome (I + II).

Prócz tego istnieją jeszcze tzw. liczniki pionowe puste. Różnią się one od normalnych tym, że wewnątrz nie mają kół cyfrowych. Liczniki takie same nie liczą, umożliwiają jedynie liczenie nastawionych na nich liczb w licznikach poziomych.

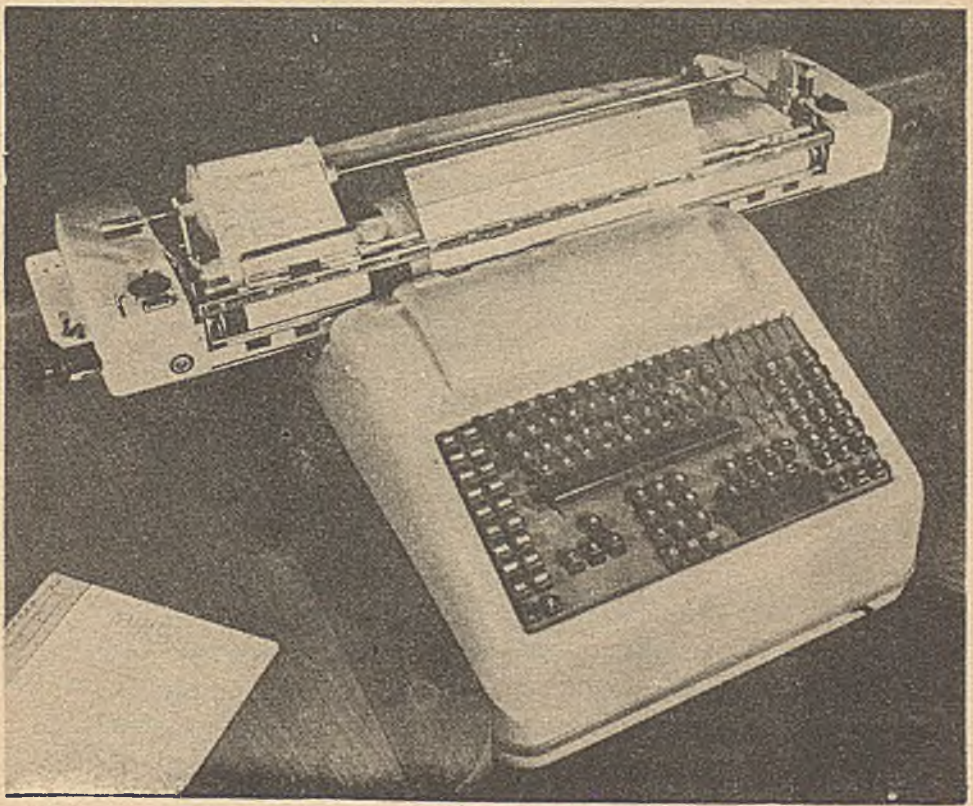
Przygotowanie maszyny księgującej Mercedes do pracy polega na odpowiednim ustawieniu liczników oraz zastawek marginesowych sterujących zatrzymaniem się maszyny w miejscu, w którym mają być wypisane liczby lub tekst.

Maszyny księgujące Ascota (dawn. Astra)

W odróżnieniu od omówionych maszyn marki Mercedes, w których liczniki można było zdejmować i ustawiać na maszynie ręcznie zależnie od potrzeb, maszyny Ascota (Astra) mają od kilku do kilkudziesięciu liczników(zależy to od modelu), które są wbudowane wewnątrz maszyny.

Obecnie produkowane są maszyny Ascota należące do klasy 170 i 171. Maszyny klasy 170 posiadają od 2 do 55 liczników oraz pełną klawiaturę tekstową. Maszyny klasy 171 różnią się od maszyn 170 tylko brakiem klawiatury tekstowej.

Jeden z modeli maszyny Ascota pokazano na rys.26.



Rys.26. 55-licznikowa maszyna księgująca Ascota, klasa 170/55

Maszyna ma klawiaturę czterech rodzajów: u góry klawiatura tekstowa, z lewej strony dwa rzędy - to klawiatura symbolowa, pozwalająca na wypisanie często używanych skrótów słownych, w środku klawiatura cyfrowa, składająca się z 12 klawiszy (od 1 do 9 oraz 0,00 i 000) oraz z boku z prawej strony - klawiatura ręcznego wywołania liczników.

Maszyny Ascota należą do klasy maszyn w wysokim stopniu zautomatyzowanych. Na przykład przesuwanie kartki, wypisywanie sum, sald są w nich automatyczne.

Automatyczną pracę maszyny zapewnia się za pomocą odpowiedniego nastawienia specjalnych zastawek metalowych w wymiennym mostku sterującym, znajdującym się z tyłu karetki maszyny. Mostek sterujący długości 62 cm ma 159 szczelin pionowych, do których wstawia się zastawki kolumnowe zapewniające zatrzymanie się maszyny w odpowiednim miejscu w celu dokonania zapisu składników oraz sum.

Oprócz szczelin pionowych na mostku sterującym znajduje się 45 rzędów szczelin poziomych, do których wstawia się zastawki funkcyjne sterujące pracą odpowiednich mechanizmów maszyny. Każdy z 45 rzędów szczelin poziomych spełnia ściśle określoną funkcję w czasie pracy maszyny.

Przemysł maszyn liczących NRD produkuje również przystawki elektroniczne typu Robotron, które można podłączyć do maszyn księgujących Ascota klasy 170. Zastosowanie tych przystawek pozwala wykonywać operacje mnożenia. Mnożenie odbywa się w czasie przesuwania karetki maszyny od miejsca, w którym nastawiony został mnożnik do miejsca, w którym ma być wypisany iloczyn.

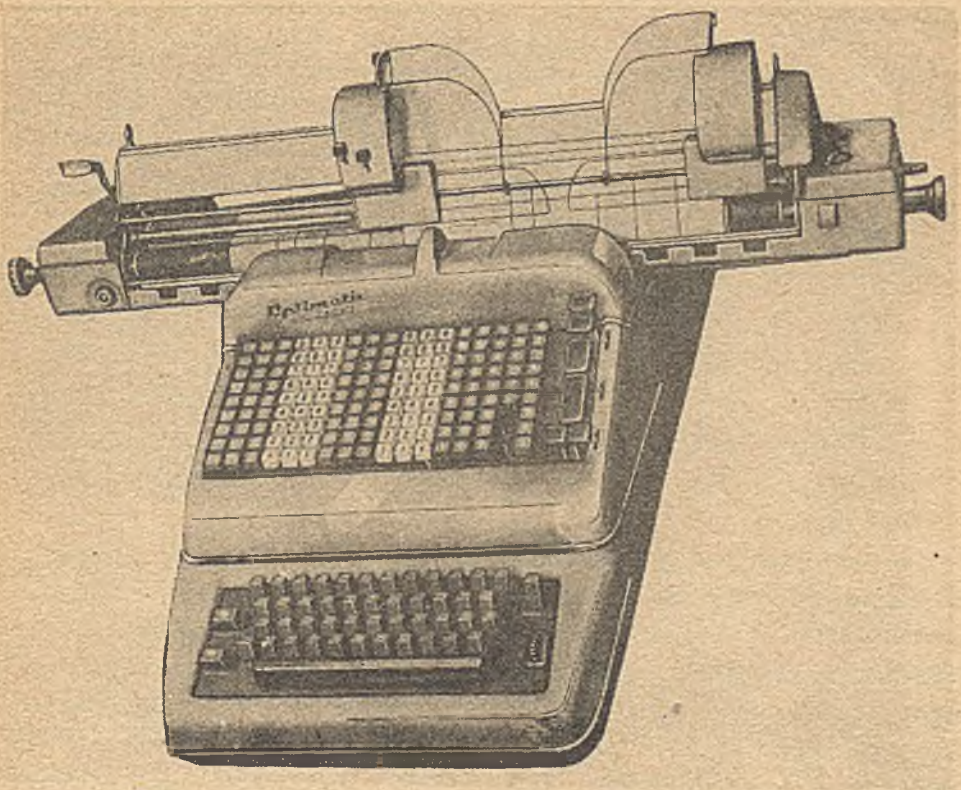
Maszyny księgujące Optimatic (dawniej Continental)

W odróżnieniu od maszyn Ascota, które mają tylko 12 klawiszy cyfrowych (0-9 oraz 00 i 000), maszyny Optimatic są maszynami pełnoklawiszowymi, tzn. posiadają pełną klawiaturę cyfrową, która dla każdej pozycji cyfrowej ma rząd klawiszy składających się z cyfr od 1 do 9.

Maszyny Optimatic produkowane są w dwóch typach - maszyny klasy 900 - beztekstowe oraz klasy 9 000 - tekstowe. Maszyny te zależnie od modelu mają od 3 do 22 liczników. Na rys.27 pokazano maszynę tekstową klasy 9 000.

Zastosowanie maszyn księgujących. Zastosowanie maszyn księgujących stanowi niewątpliwie poważny krok naprzód w mechanizacji prac obrachunkowych w porównaniu do maszyn małej mechanizacji. Przy zastosowaniu maszyn małej mechanizacji można było mechanizować tylko pojedyncze, oderwane czynności rachunkowe, a za pomocą maszyn księgujących sporządzać można w gotowej postaci zestawienia w formie tablic liczbowych z jednoczesnym

otrzymaniem sum według wierszy poziomych oraz według rubryk pionowych.



Rys.27. Maszyna księgująca Optimatic klasy 9 000

Dzięki zastosowaniu maszyn księgujących, posiadających możliwości zapisu nie tylko liczb, lecz również pełnego tekstu można otrzymać tablice w formie nie wymagającej żadnych dodatkowych uzupełnień wykonywanych ręcznie.

Najbardziej celowe zastosowanie znajdują maszyny księgujące przy następujących rodzajach prac:

1) sporządzanie dokumentów wymagających zapisu tekstu oraz liczb z jednoczesnym ich dodawaniem lub odejmowaniem,

2) sporządzanie zestawień tablicowych o wielu kolumnach z otrzymaniem sum poziomych i pionowych.

Ilustracją celowego zastosowania maszyn księgujących może być na przykład poniższe zestawienie.

Zestawienie udoju mleka według brygad za .... maja 196 r.

Nr brygady	Ilość krów	Przychód			Rozchód			Pozostałość na następny dzień
		udój	pozostało z poprzedniego dnia	razem	sprzedano	zużycie własne	razem	
A	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	100	10	110	80	20	100	10
2	12	115	13	128	90	18	108	20
3	15	160	20	180	100	60	160	20
4	12	130	20	150	100	50	150	-
5	9	110	15	125	80	40	120	5
Razem	58	615	78	693	450	188	638	55

Jeśli chodzi o porównanie poszczególnych rodzajów maszyn księgujących omówionych powyżej - to maszyny Mercedes należą niewątpliwie do maszyn najprostszych. Do najdoskonalszych technicznie, najbardziej zautomatyzowanych maszyn należą maszyny marki Ascota. Są one również w porównaniu do pozostałych najbardziej skomplikowane pod względem konstrukcji, w związku z czym wymagają szczególnie starannej i wykwalifikowanej obsługi i konserwacji.

Należy pamiętać, że maszyny księgujące są urządzeniami importowanymi i bardzo kosztownymi. Na przykład, jedna maszyna księgująca Ascota kosztuje około 200 tys. zł. W związku z tym jeszcze przed podjęciem decyzji o ich zakupie i zainstalowaniu powinny być przeprowadzone odpowiednie prace przygotowawcze, dotyczące uporządkowania obiegu dokumentów, zmiany niektórych wzorów dokumentów, przeszkolenia personelu itp.

2. Maszyny fakturujące

Na maszynach księgujących mogliśmy zapisywać tekst i liczby oraz wykonywać dwa podstawowe działania arytmetyczne - dodawanie i odejmowanie. W praktyce powstaje często potrzeba

sporządzania wielu dokumentów lub zestawień, w których, oprócz dodawania i odejmowania, trzeba wykonywać również operacje obliczeniowe - głównie mnożenie. Chcemy na przykład wypisać rachunek za sprzedane produkty, sporządzić zestawienie zapasów, napisać kosztorys za prace melioracyjne itp. Dla przykładu spójrzmy na poniższy wzór rachunku.

Rachunek Nr 1645/64

dla Gminnej Spółdzielni w Różanie za dostarczone produkty w dniu 30 maja 1964 r.

Ilość w kg	Jedn. miary	Wyszczególnienie	Cena za jednostkę	Suma
30	q	Owies	70	2100.-
50	q	Pszenica	100	5000.-
20	q	Żyto	61	1220.-
				8320.-

słownie: osiem tysięcy trzysta dwadzieścia

Przewodniczący:

Gdybyśmy chcieli sporządzić podobny dokument za pomocą maszyny księgującej, to po zapisaniu ceny musielibyśmy najpierw na maszynie czterodziałaniowej wykonać mnożenie ilości sprzedanych towarów przez ich cenę i dopiero po tym zapisać i policzyć sumę. Powodowało by to oczywiście niepotrzebne przerwy w pracy i obniżało wykorzystanie zarówno maszyny księgującej, jak i maszyny czterodziałaniowej.

Dla sporządzania podobnych dokumentów, jak również wszelkiego rodzaju zestawień, w których występuje zapis liczb i tekstu oraz dodawanie i mnożenie, skonstruowana została w oparciu o maszyny do pisania maszyna licząca zdolna do wykonywania trzech działań rachunkowych: dodawania, odejmowania oraz mnożenia. Maszyna ta stosowana jest przeważnie do wypisywania rachunków (faktur), w związku z czym otrzymała nazwę maszyny fakturującej.

Włączenie oraz wyłączenie mechanizmów liczących, jak również sterowanie procesem liczenia i zapisu wyników zależy od nastawienia szyny sterującej umieszczonej z tyłu maszyny pod

karetką. Szynę można łatwo zamieniać na inną zależnie od rodzaju wykonywanej pracy.

Mechanizm liczący maszyny fakturującej wyposażony jest w 3 do 6 liczników pozwalających otrzymać odpowiednie sumy w kolumnach (np. ilość, wartość) oraz w rejestry mnożnej, mnożnika i iloczynu. Maszyna może również wykonywać dzielenie przez 10, 100 itd. za pomocą przesunięcia przecinka dziesiętnego w lewo na odpowiednią ilość miejsc.

Maszyna fakturująca należy do maszyn o dużym stopniu zautomatyzowania poszczególnych operacji. W sposób samoczynny włączają się odpowiednie liczniki biorące udział w sumowaniu liczb oraz samoczynnie uruchamia się mechanizm mnożenia po nastawieniu ostatniej cyfry mnożnika. Jednocześnie w otrzymanym iloczynie można w sposób automatyczny odrzucić niepotrzebną ilość miejsc po przecinku, przy czym maszyna dokona jednocześnie niezbędnych zaokrągleń, jeśli odrzucona przez nią z prawej strony cyfra jest większa od 5.

Standardowe nastawienie szyny sterującej maszyny do fakturowania przewiduje zwykle nieco inne rozmieszczenie rubryk w porównaniu z zestawieniem pokazanym na str. 77. Najczęściej typowa szyna sterująca przewiduje sporządzanie dokumentów lub zestawień według poniższego wzoru.

Jednostka miary	Ilość	Cena	Wyszczególnienie	Suma
1	2	3	4	5

Zwróćmy uwagę, że w porównaniu ze wzorem rachunku pokazanym na str.77 w powyższym wzorze tekstowa rubryka "wyszczególnienie" umieszczona została po rubryce "cena". Zrobiono tak dlatego, że jak już mówiliśmy maszyna fakturująca rozpoczyna w sposób automatyczny mnożenie po zapisaniu ostatniej cyfry mnożnika (którym jest w naszym przykładzie cena). Kilka sekund, które jest potrzebne maszynie do wykonania mnożenia wykorzystuje się do wypisania niezbędnego tekstu w rubryce "wyszczególnienie". Po wykonaniu mnożenia maszyna w sposób automatyczny wypisze iloczyn w rubryce "suma".

Rozdział IV

MASZYNY DUŻEJ MECHANIZACJI

(maszyny liczące systemu kart dziurkowanych)

1. Ogólne zasady pracy maszyn liczących systemu kart dziurkowanych

Wspólną cechą charakterystyczną dla wszystkich maszyn omówionych w poprzednich rozdziałach, niezależnie od stopnia ich doskonałości, był fakt, że liczby, które brały udział w działaniach rachunkowych każdorazowo trzeba było nastawiać na klawiaturze maszyny lub jak mówimy ręcznie wprowadzać do maszyny. Nie stanowi to istotnego braku w tym przypadku, kiedy praca polega na jednorazowym wypisaniu liczb, podliczeniu odpowiednich sum, obliczeniu potrzebnych wskaźników itp. W praktyce zdarza się jednak często, że te same liczby musimy opracowywać kilkakrotnie, w różny sposób pogrupować po to, aby otrzymać zestawienia o różnej treści, lub jak czasem mówimy-zestawione w różnych przekrojach.

Przypuśćmy na przykład, że mamy opracować informacje dotyczące gospodarstw rolnych na podstawie zebranych materiałów (np. ankiet) zawierających następujące dane:

Powiat	Klasa gruntów	Nr gospodarstwa	Ogólna powierzchnia gruntów	W tym gruntów ornych	Liczba sztuk bydła

Materiał ten można opracować np. według powiatów. W tym celu należy pogrupować wszystkie ankiety według symbolu powiatu, a następnie policzyć interesujące nas dane: ogólną powierzchnię gruntów, powierzchnię gruntów ornych, liczbę sztuk bydła, otrzymując sumy tych danych dla poszczególnych powiatów. Jeśli policzymy jednocześnie liczbę ankiet - to otrzymamy również liczbę gospodarstw.

Przypuśćmy dalej, że te same dane chcemy otrzymać tym razem już z sumami nie według powiatów, lecz według klasy gruntów. W tym przypadku wszystkie ankiety trzeba by na nowo przegrupować, a mianowicie ułożyć według klas gruntów i sumować w ramach tej cechy wszystkie interesujące nas dane. Dalej interesować nas może również zestawienie liczby gospodarstw i powierzchni gruntów według liczby sztuk bydła itp. Dla wykonania tej pracy za każdym razem trzeba materiał ręcznie przegrupować i wprowadzić dane do maszyny w celu podsumowania odpowiednich wielkości.

Tego rodzaju prace, szczególnie jeśli noszą one charakter masowy, nie można efektywnie wykonywać za pomocą maszyn małej lub średniej mechanizacji, głównie ze względu na konieczność kilkakrotnego ręcznego wprowadzania danych do maszyny oraz z uwagi na to, że nie pozwalają one zmechanizować takiej pracochłonnej czynności, jaką jest przegrupowanie lub sortowanie materiału liczbowego.

Potrzeba zmechanizowania obydwu wymienionych czynności, a mianowicie - odczytu lub wprowadzenia danych do maszyny oraz sortowania - doprowadziła do skonstruowania i zastosowania maszyn opartych na zasadzie odczytu informacji z kart dziurkowanych.

Oczywiście, idealnym wyjściem z sytuacji było by zastosowanie takiej maszyny, która potrafiłaby odczytać napisane ręcznie lub na maszynie do pisania dokumenty, ułożyć je według wymaganej kolejności oraz opracować pod względem rachunkowym zawarte w nich dane liczbowe oraz wydrukować odpowiednie zestawienia zbiorcze.Niestety,takich maszyn dotąd nie udało się skonstruować i zastosować do praktycznych celów na szerszą skalę.

Po to, aby maszyna mogła odczytać informację zawartą w dokumencie musi ona być wypisana w sposób szczególny, a mianowicie nie w formie słów lub liczb, lecz w formie odpowiednio rozmieszczonych dziurek. Trzeba więc przed wprowadzeniem danych do maszyny "wypisać" te dane w postaci dziurek na kawałkach kartonu zwanych kartami maszynowymi lub kartami dziurkowanymi.

Karty dziurkowane produkowane są ze specjalnego cienkiego (0,18 mm) kartonu. Wymiary kart są na całym świecie znormalizowane: długość 187,5 mm, szerokość 82,5 mm. Z lewej górnej

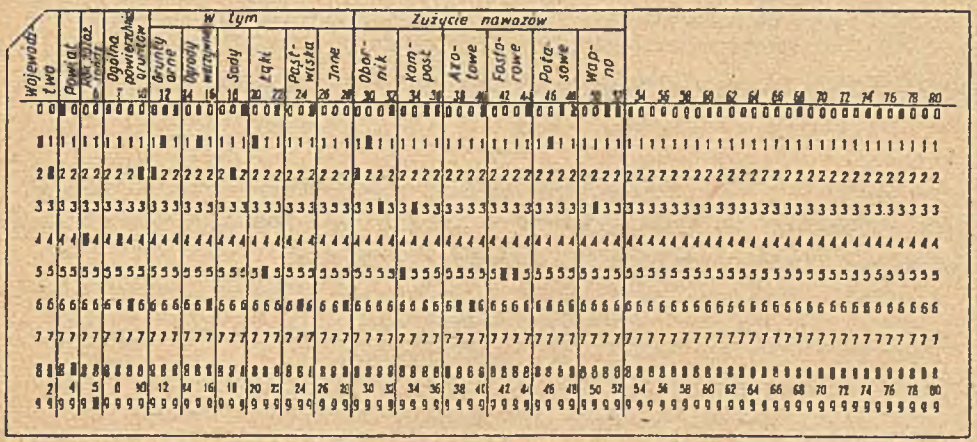
strony karty mają ścięty pod kątem 45° rożek, co ułatwia wykrycie niewłaściwie ułożonej karty. Jeśli kartę położono by omyłkowo w odwrotny sposób, to łatwo to stwierdzić po wystającym rogu karty.

W Polsce najbardziej rozpowszechnione są dwa systemy kart dziurkowanych:

1) karty 80-kolumnowe - stosowane w maszynach pracujących na zasadzie elektrycznego odczytu wydziurkowanych w nich danych[1] (maszyny radzieckie, francuskie i z NRD),

2) karty 90-kolumnowe - stosowane w maszynach pracujących na zasadzie mechanicznego odczytu danych (czechosłowackie maszyny marki Aritma).

Wzory obydwu systemów kart pokazano na rys.28 i 29.

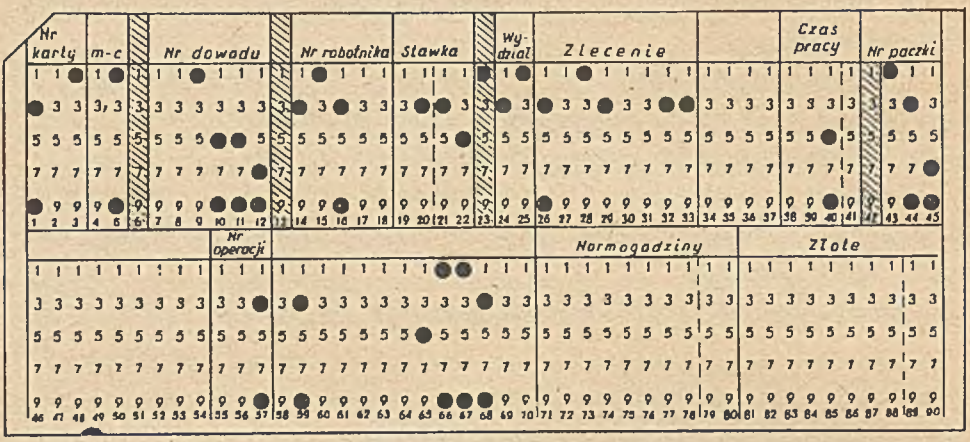


Rys.28. Karta 80-kolumnowa stosowana w maszynach o odczycie elektrycznym

Karta maszynowa pokazana na rys.28 podzielona jest na 12 poziomych rzędów zwanych pozycjami. Dziesięć z nich oznaczonych wzdłuż całej karty cyframi od 0 do 9, - to poszczególne cyfry systemu dziesiętnego. Dwie pozostałe pozycje znajdują się nad pozycją zerową karty - najpierw pozycja jedenasta, na-

[1] O dwóch zasadach odczytu danych z kart - elektrycznym i mechanicznym mówiliśmy w rozdz.1 - patrz str.18

stępnie tuż przy górnym skraju karty - strefa pozycja dwunasta. Zarówno jedenasta, jak i dwunasta pozycja karty nie mają znaczenia rachunkowego i stosowane są jedynie do celów informacyjnych oraz do celów sterowania obliczeniami.



Rys.29. Karta 90-kolumnowa stosowana w maszynach o odczycie mechanicznym

Pionowo karta podzielona jest na 80 rzędów zwanych kolumnami. Pozwala to wydziurkować w karcie dowolną informację liczbową nie przewyższającą 80 znaków cyfrowych.

Zapis cyfry na kartach 80-kolumnowych polega na wydziurkowaniu prostokątnego otworku w tym rzędzie poziomym, który odpowiada danej cyfrze. Dla zapisu liczby wielocyfrowej trzeba zająć tyle kolumn karty, z ilu miejsc cyfrowych składa się dane liczba.

Konkretną treść poszczególnych kolumn karty ustala się z góry dla każdego rodzaju pracy. Dla ułatwienia odczytania karty przez pracowników, którzy w toku opracowań mają do czynienia z kartami, w górnej części karty opisuje się często treść poszczególnych kolumn. Dla maszyny napisy te nie mają oczywiście żadnego znaczenia, ponieważ jest ona w stanie "czytać" tylko dziurki.

Tak na przykład w karcie pokazanej na rys.28, a dotyczącej sposobu użytkowania gruntów oraz zużycia nawozów w spółdziel-

niach produkcyjnych, wydziurkowaną informację odczytać można w następujący sposób:

kolumna 1 - 2 - symbol województwa - 12
" 3 - 4 - symbol powiatu - 08
" 5 - 6 - rok założenia spółdzielni - 1949
" 7 - 10 - ogólna powierzchnia gruntów - 462
" 11 - 13 - grunty orne - 210
" 14 - 16 - ogrody warzywne - 16
" 17 - 19 - sady - 20
" 20 - 22 - łąki - 150
" 23 - 25 - pastwiska - 60
" 26 - 28 - inne - 6
" 29 - 32 - zużycie obornika - 2130
itd.

Karta dziurkowana pokazana na rys.29 ma 90 kolumn pionowych. Zwiększenie pojemności karty osiągnięto przez poziome jej podzielenie na dwie połówki - górną i dolną, w każdej z nich jest po 45 kolumn pionowych. Kolumny górnej połowy karty ponumerowane są kolejno od 1 do 45, a kolumny dolnej połowy - od 46 do 90.

W odróżnieniu od kart 80-kolumnowych, gdzie każda cyfra wyrażona jest za pomocą pojedynczej dziurki, w kartach 90-kolumnowych cyfry dziurkuje się za pomocą specjalnego kodu, w którym pojedynczymi dziurkami oznacza się tylko cyfry nieparzyste 1, 3, 5, 7, 9, natomiast cyfry parzyste dziurkuje się za pomocą kombinacji dwóch dziurek, np. cyfrę 2 - za pomocą dziurki w pozycji 1 i 9, cyfrę 4 - za pomocą dziurki w pozycji 3 i 9 oraz cyfrę 8 - za pomocą dziurki w poz.7 i 9. Brak dziurki w kolumnie - oznacza zero.

W karcie pokazanej na rys.29 wydziurkowano następujące dane: w kolumnach 1 - 3 (nr karty) - 401, w polumnach 4-5 (miesiąc) - 02, w kolumnach 7-12 (nr dowodu) - 001668, w kolumnach 14-18 (nr robotnika) - 31400, w kolumnach 19-22 (stawka) - 03,35 itd.

Warto zaznaczyć, że dziurki w kartach 90-kolumnowych mają kształt kółek. Związane to jest z inną techniką odczytu danych wydziurkowanych w tych kartach w porównaniu z kartami 80-kolumnowymi.

2. Przebieg opracowania danych liczbowych na maszynach systemu kart dziurkowanych

Zanim przejdziemy do krótkiego bodaj opisu poszczególnych maszyn zobaczmy, jakie czynności muszą być wykonane, aby z pojedynczych zapisów liczbowych uzyskać gotowe, odpowiednio uporządkowane oraz opracowane pod względem rachunkowych zestawienia zbiorcze. Taki krótki przegląd procesu opracowań ułatwi nam później zrozumienie roli poszczególnych maszyn.

1. Pierwszą czynnością jest dziurkowanie kart maszynowych. Polega ono na tym, że operator[1] odczytuje zapis liczbowy z dokumentu źródłowego i nastawia odczytane liczby kolejno na klawiaturze maszyny zwanej dziurkarką. Naciśnięcie na klawisz przyczynia się do wydziurkowania w karcie otworku odpowiadającego nastawionej na klawiaturze maszyny cyfrze.

2. W czasie dziurkowania można łatwo popełnić błąd, dlatego należy wydziurkowane karty sprawdzić. Sprawdzanie prawidłowości dziurkowania odbywa się za pomocą maszyn zwanych sprawdzarkami. Technika sprawdzania kart jest bardzo podobna to techniki dziurkowania. Polega ona na tym, że operator sprawdzarki wkłada do maszyny karty wydziurkowane i czytając dokument nastawia na klawiaturze maszyny kolejno wszystkie dane, które uprzednio powinien był wydziurkować operator dziurkarki. Sprawdzarka bada czy nastawione dane zgadzają się z danymi wydziurkowanymi w karcie. Jeśli maszyna stwierdzi różnicę, to zatrzymuje się, co jest sygnałem, że zapis jest błędny. Podobna metoda kontroli oparta jest na założeniu, że pracownik sprawdzający dziurkowanie nie powinien powtórzyć przypadkowo tego samego błędu, który popełnił operator dziurkarki.

Po wydziurkowaniu i sprawdzeniu kart dokumenty źródłowe są już w zasadzie niepotrzebne. Dalsze opracowanie ogranicza się jedynie do wykonania odpowiednich operacji z kartami dziurkowanymi. Ponieważ wszystkie niezbędne informacje zostały naniesione na karty w takiej formie, że mogą być odczytane przez maszynę, to dalsze opracowanie kart odbywa się w sposób całkowicie zmechanizowany i bardzo szybko.

---

[1] Operatorem nazywamy pracownika pracującego stale na maszynie liczącej.

3. Następną czynnością jest odpowiednie ułożenie (posortowanie) kart w niezbędnym do dalszych opracowań porządku. Tak na przykład karty wydziurkowane na podstawie formularza spisu gospodarstw rolnych sortuje się według województw i powiatów, wewnątrz województwa i powiatu - według powierzchni ogólnej itp. Czynność sortowania wykonuje się w sposób automatyczny za pomocą maszyn zwanych sorterami.

4. Po niezbędnym uporządkowaniu (posortowaniu) karty przekazuje się na maszyny zwane tabulatorami. Za pomocą tych maszyn następuje automatyczne podliczanie danych wydziurkowanych w kartach oraz wypisanie ich treści na arkuszach lub rolkach papieru zwanych tabulogramami. Jeśli to jest potrzebne, to jednocześnie ze sporządzeniem zestawień na tabulatorze można dziurkować karty zbiorcze, zawierające podliczone przez tabulator sumy. Na przykład można wydziurkować po jednej karcie zbiorczej z danymi liczbowymi gospodarstw rolnych według gromad po to, aby dalsze zestawienia sporządzać już na podstawie kart zbiorczych, co w poważnym stopniu zmniejsza ilość kart biorących udział w opracowaniu. Maszyny, które służą do dziurkowania takich kart nazywają się dziurkarkami sumarycznymi, a same karty - kartami sumarycznymi.

W niektórych przypadkach karty przed sporządzeniem zestawień na tabulatorach opracowuje się na maszynach zwanych kalkulatorami. Ma to miejsce na przykład przy sporządzaniu zestawień przychodu i rozchodu materiałów w magazynie, kiedy na kartach mamy wydziurkowaną ilość materiału i cenę, a nie ma wartości materiału. Wtedy karty przepuszcza się przez maszynę zwaną kalkulatorem, która odczytuje z kart ilość i cenę materiału, wykonuje mnożenie oraz dziurkuje obliczony iloczyn - wartość materiału w przewidzianych kolumnach tej samej karty.

Jak widzimy z pobieżnego wyliczenia najważniejszych czynności występujących przy opracowywaniu danych liczbowych za pomocą maszyn dużej mechanizacji w opracowaniach tych biorą udział różne maszyny, które wzięte razem tworzą tzw. zestaw maszyn liczących systemu kart dziurkowanych. Do maszyn tych należą (porównaj rys.12):

maszyny pomocnicze - dziurkarki i sprawdzarki,

maszyny podstawowe - sorter i tabulator,

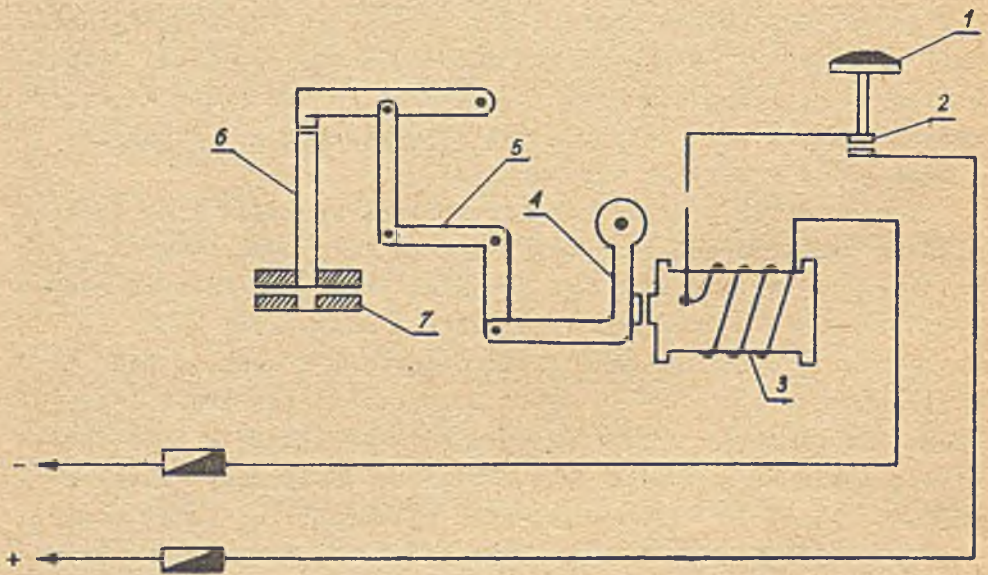
maszyny uzupełniające - dziurkarka sumaryczna, kalkulator, reproducer i niektóre inne maszyny.

Wydajność każdej maszyny jest różna, dlatego ilość poszczególnych maszyn musi być tak dopasowana, aby wszystkie były wykorzystane równomiernie.

Zwykle przez jeden zestaw rozumie się następującą ilość poszczególnych rodzajów maszyn: 1 tabulator, 1 sorter, 3 dziurkarki, 2 sprawdzarki oraz na każde 3 zestawy wymienione wyżej - 1 dziurkarka sumaryczna, 1 reproducer i 1 kalkulator.

3. Maszyny przygotowujące karty - dziurkarki i sprawdzarki

Dziurkarki służą do przenoszenia na karty maszynowe danych liczbowych w postaci dziurek. Pewne pojęcie o zasadzie pracy dziurkarki daje rys.30.

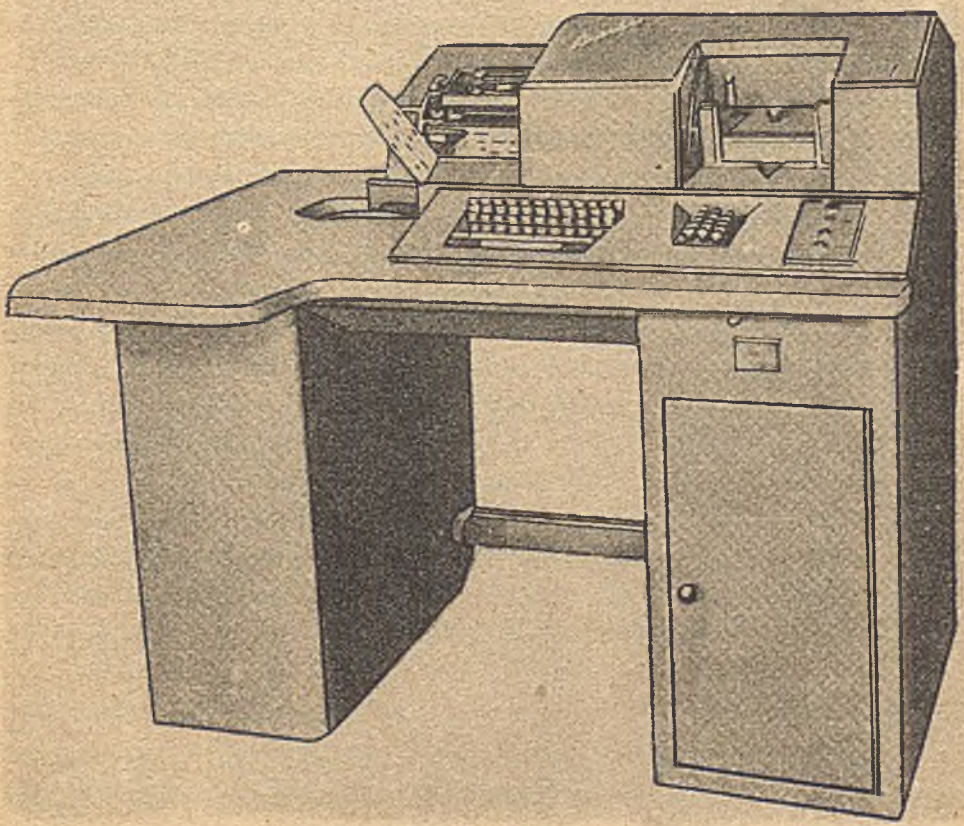


Rys.30. Zasada działania dziurkarki 80-kolumnowej
1- klawisz cyfrowy, 2- kontakt, 3- elektromagnes, 4- dźwignia, 5- dźwignie kolankowe, 6- stempel dziurkujący, 7- matryca

Naciśnięcie na klawisz (1) włącza kontakt (2), w wyniku czego zamknie się obwód elektryczny i wzbudzi elektromagnes

(3), przyciągając do siebie dźwignię (4). Przyciągnięcie dźwigni (4) przez system dźwigni kolankowych (5) spowoduje uderzenie o stempel (6), który popchnięty w dół wybije otwór w karcie znajdującej się w tym czasie pomiędzy matrycami (7). Po zwolnieniu nacisku na klawisz (1) (cyfrowy lub literowy) nastąpi rozerwanie ogniwa elektrycznego w punkcie (2), w wyniku czego elektromagnes puści dźwignię (4), która pod wpływem sprężyny odskoczy w lewo zwalaniając nacisk na stempel dziurkujący (6). Stempel pod wpływem swojej sprężyny wróci do pozycji wyjściowej. Jednocześnie uruchomi się mechanizm posuwu karetki. Karetka wraz z znajdującą się w niej kartą maszynową przesunięta zostanie o jedną kolumnę w lewo ustawiając się w ten sposób do dziurkowania kolumny następnej.

Według zasady pokazanej na rys.30 zbudowane są dziurkarki do kart 80-kolumnowych. Są to tzw. dziurkarki jednookresowe,



Rys.31. Dziurkarka alfabetyczno-cyfrowa Bull typ Pelerod

w których proces dziurkowania odbywa się równocześnie z naciśnięciem na odpowiedni klawisz na klawiaturze maszyny.

Do stosowanych w Polsce maszyn tej grupy należą dziurkarki produkcji radzieckiej SAM oraz dziurkarki francuskie Bull. Pod względem właściwości eksploatacyjnych oba typy są do siebie bardzo podobne.

Na rys.31 pokazano dziurkarkę alfabetyczno-cyfrową firmy Bull.

Na zupełnie innej zasadzie zbudowane są dziurkarki przeznaczone do dziurkowania kart 90-kolumnowych. O ile w dziurkarkach, których schemat działania pokazaliśmy na rys.30, każde naciśnięcie na klawisz powoduje natychmiastowe wybicie dziurki w karcie, to w dziurkarkach 90-kolumnowych najpierw nastawia się na klawiaturze maszyny wszystkie dane, które mają być przeniesione na kartę, po czym naciska na specjalny klawisz i następuje jednoczesne wydziurkowanie całej karty. Są to więc tzw. dziurkarki dwuokresowe z uwagi na to, że proces dziurkowania składa się z dwóch operacji oddzielonych od siebie w czasie - nastawianie danych i dziurkowanie karty. Zasadniczą zaletą dziurkarek dwuokresowych jest możliwość poprawienia błędu w nastawieniu danych, jeśli błąd zostanie zauważony przed naciśnięciem na klawisz dziurkowania. W dziurkarkach jednookresowych każde błędne naciśnięcie na klawisz, wywołując natychmiastowe działanie mechanizmu dziurkującego, uniemożliwia poprawienie błędu, a więc powoduje zniszczenie karty.

Wydajność pracy na maszynach dziurkujących zależy prawie wyłącznie od subiektywnych właściwości pracowników, tzn. od szybkości, z jaką operator może nastawiać dane na klawiaturze maszyny. Najlepsze wyniki osiąga się po opanowaniu tzw. ślepej metody pracy, polegającej na tym, że pracownik odczytuje dane z dokumentu i nastawia je na klawiaturze maszyny nie odrywając oczu od dokumentu. Praktycznie można wydziurkować około 100 - 120 kart 80-kolumnowych na godzinę.

Sprawdzarki

Sprawdzarki mają bardzo wiele cech wspólnych z dziurkarkami. Są również bardzo podobne do nich z wyglądu zewnętrznego.

Praca na sprawdzarkach, podobnie jak na dziurkarkach, polega na nastawianiu na klawiaturze danych odczytanych z dokumentu źródłowego.

Różnica w działaniu tych maszyn polega na tym, że naciśnięcie na klawisz sprawdzarki nie wywołują wybicia dziurki w karcie, a jedynie sprawdzenie, czy w miejscu, w którym powinna być dziurka jest ona tam rzeczywiście. W przypadku stwierdzenia różnicy maszyna sygnalizuje błąd.

Zasada konstrukcji sprawdzarek opiera się na tym, że naciśnięcie na klawisz odpowiadający wydziurkowanej w karcie cyfrze wywołuje zamknięcie obwodu elektrycznego, który pobudza elektromagnes kierujący przesuwem mechanizmu karetki do następnej kolumny. W przypadku - kiedy naciśnięty klawisz na sprawdzarce nie odpowiada wydziurkowanej w danej kolumnie karty cyfrze - obwód elektryczny nie zostanie zamknięty, elektromagnes nie zostanie wzbudzony i karetka nie przesunie się, co zasygnalizuje operatorowi fakt zaistnienia błędu.

Fakt sprawdzenia karty jest na każdej karcie w odpowiedni sposób zaznaczony. Tak na przykład sprawdzarki 80-kolumnowe fakt sprawdzenia poszczególnych kolumn karty oznaczają za pomocą specjalnego znaczka (np. krzyżyka lub litery) w dolnej części karty - pod pozycję 9, a sprawdzarki 90-kolumnowe - za pomocą półkola dziurkowanego w dolnej części karty po jej całkowitym sprawdzeniu (patrz rys.29).

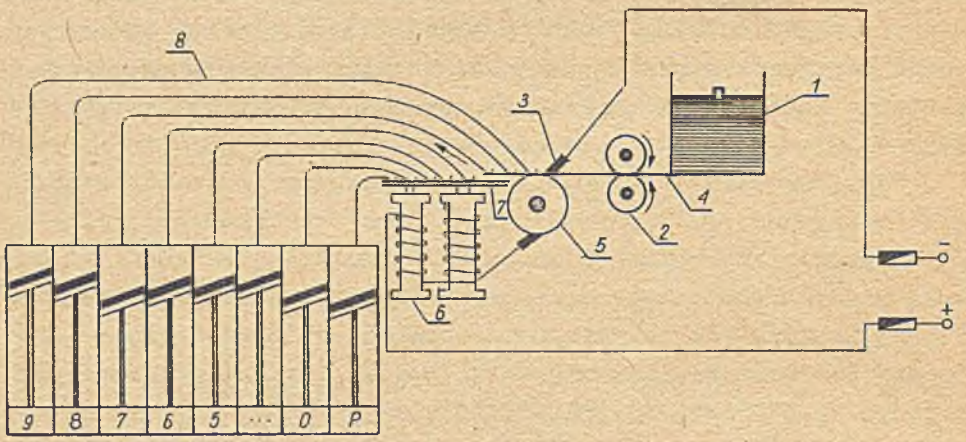
4. Maszyny porządkujące i grupujące dane wydziurkowane w kartach maszynowych - s o r t e r y

Wydziurkowane i sprawdzone karty przed sporządzeniem zestawień trzeba ułożyć w odpowiedniej kolejności, pogrupować lub jak mówimy, posortować. Za podstawę sortowania służą najczęściej pewne cechy badanej zbiorowości, według której chcemy sporządzić następnie odpowiednie zestawienia wynikowe. Tak np. jeśli będziemy sporządzać zestawienie produkcji gospodarstw chłopskich według ich wielkości, to za podstawę sortowania służyć będzie powierzchnia gospodarstw. Dla sporządzenia zestawienia sposobu użytkowania gruntów oraz zużycia nawozów

według powiatów - karty rozsortować trzeba według symbolu powiatu itp.

Sortowanie wykonuje się za pomocą specjalnych maszyn zwanych sorterami. W związku z tym, że maszyny sortujące mogą samoczynnie odczytywać informacje wydziurkowane w kartach, proces sortowania odbywa się z bardzo wysoką wydajnością, nieosiągalną w warunkach pracy ręcznej.

Zasady pracy sorterów są różne zależnie od typu maszyny i rozwiązania konstrukcyjnego przyjętego przez poszczególnych producentów. Dla ogólnego bodaj zorientowania omówmy zasadę sortowania zastosowaną w sorterach produkcji radzieckiej - patrz rys.32.



Rys.32. Zasada pracy sortera elektromechanicznego produkcji radzieckiej

1- magazyn podawczy kart, 2- wałki transportujące,3- szczotka sortująca, 4- szczelina kontrolna, 5- wałek,6- elektromagnesy sortujące, 7- kotwica elektromagnesu sortującego,8-szyny sterujące

Karty, które chcemy sortować wkładamy do magazynku podającego (1) w ten sposób, aby były one odwrócone dolną krawędzią (pozycją dziewiątek) ku wałkom transportującym (2). Szczotkę sortującą (3) ustawiamy na tę kolumnę, w której wydziurkowany jest symbol, według którego karty mają być sortowane. Po uruchomieniu maszyny karty podawane są przez szczelinę kontrolną

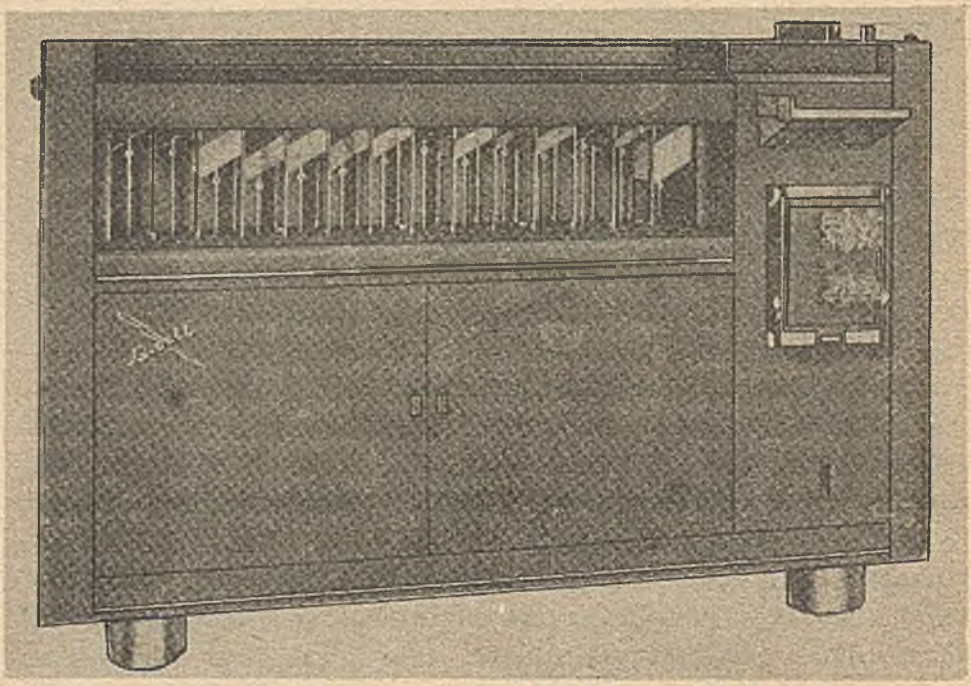
do obracających się wałków transportujących (2), które przechwytują kartę i przesuwają ją dalej w lewo pomiędzy metalowym wałkiem kontaktowym (5), szczotką sortującą (3) oraz pod końcówkami szyn sterujących (8). Ponieważ karta maszynowa zrobiona jest ze specjalnego kartonu o dobrych właściwościach izolacyjnych, to szczotka (3), połączona ze źródłem prądu ze znakiem minus,będzie odizolowana od wałka (5) połączonego z biegunem dodatnim źródła prądu.

W momencie, kiedy szczotka (3) natrafi na dziurkę w przesuwającej się karcie, nastąpi zetknięcie się jej z wałkiem,co wywoła zamknięcie na krótką chwilę obwodu elektrycznego. W następstwie tego zostaną wzbudzone elektromagnesy włączone do obwodu elektrycznego, co spowoduje przyciągnięcie kotwicy (7) wraz z leżącymi na niej końcówkami szyn sterujących (8).Opuszczenie kotwicy z końcówkami szyn sterujących spowoduje zmianę drogi karty, po której rolki transportujące kierują ją do kasety w ten sposób, że karta zostanie zawsze doprowadzona do kasety, której numer odpowiada cyfrze wydziurkowanej w danej kolumnie. Z rysunku 32 wynika, że nim został wzbudzony elektronomagnes (5) karta zdążyła wejść pod końcówki trzech szyn, co oznacza (jeśli założymy, że karta była podawana pod szczotki sortujące pozycją dziewiątek), że w karcie nie było dziurki ani w poz.9, ani w poz.8, ani w poz.7. W chwili jednak , kiedy przesuwająca się karta podeszła pod szczotki pozycją 6 nastąpiło zamknięcie obwodu elektrycznego (oznacza to, że w karcie wydziurkowana była poz.6), został wzbudzony elektromagnes (6) i przyciągnął kotwicę wraz ze znajdującymi się na niej końcówkami szyn. Karta maszynowa zamiast pod końcówką następnej szyny znajduje się w szczelinie pomiędzy szyną trzecią a czwartą i w ten sposób rolki transportujące (na rys. 32 dla uproszczenia nie pokazane) zaprowadzą ją do kasety oznaczonej nr 6. Jeśli w danej kolumnie, na którą nastawiliśmy szczotkę sortującą nie było w ogóle dziurki, to elektromagnes nie zostanie wzbudzony i karta przejdzie swobodnie pod wszystkimi szynami i wpadnie do kasety pierwszej z brzegu, przeznaczonej właśnie dla kart nie mających żadnej dziurki w danej kolumnie.

Sortery produkowane przez inne firmy pracują na nieco innej zasadzie, wszystkie jednak z punktu widzenia eksploatacyj-

nego są do siebie podobne i różnią się głównie szybkością pracy. Sortery stosowane w Polsce pracują (zależnie od modelu) z szybkością od 24 do 60 tys.kart na godz.

Na rys.33 pokazano sorter francuski Bull.



Rys.33. Sorter firmy Bull model D 3

Wynik pracy sortera jest identyczny z wynikiem uzyskanym przy ręcznym grupowaniu dokumentów, a mianowicie dokumenty zostają ułożone według ustalonej kolejności - najczęściej według kolejności wzrastającej od wielkości najmniejszej do największej. Metoda sortowania maszynowego jest jednak nieco inna od ręcznej.

Człowiek może rozkładać dokumenty od razu na kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt grup (zależy to właściwie wyłącznie od powierzchni stołu, na którym rozkłada się dokumenty), a maszyna sortująca w czasie jednego procesu roboczego (jak mówimy w czasie jednego przepuszczenia kart) może rozłożyć karty

tylko na 10 grup[1] tzn. na tyle grup, ile znaków cyfrowych można wydziurkować w jednej kolumnie karty. Jeżeli więc chcemy posortować karty według symbolu wielocyfrowego, to musimy przepuszczać karty przez maszynę tyle razy, ile znaków cyfrowych ma dany symbol, według którego sortujemy karty.

Technikę sortowania maszynowego rozpatrzymy na poniższym przykładzie.

Przypuśćmy, że po wydziurkowaniu i sprawdzeniu karty maszynowe wydziurkowane np. na podstawie arkusza spisu gospodarstw rolnych leżą w następującej kolejności (poszczególne liczby mogą oznaczać, np. powierzchnię gospodarstwa w ha): 34,27,18, 03,47,16,19,07,01,39,28,27,28,34,23,19,03,08,03,02,16,18,13, 12,01,03,06,05,18,08,02,04,03,01,28,23,32,04,06,17,14,08,09, 02,16,13,17,21,25,13,16,12,08,02,01,18,27,29,31,30,13,15,14,22. Przypuśćmy, że powyższe dane wydziurkowane są w kol.3-4 kart maszynowych. Chcemy ułożyć wszystkie karty w kolejności od liczby najmniejszej (w naszym przypadku od 01) do największej (w naszym przypadku do 47).

Wyobraźmy sobie, że karty założyliśmy do magazynku podawczego sortera w ten sposób, że na samym dole leżeć będzie karta z wielkością 22, na niej - 14, następnie - 15 itd. aż do 34, która leżeć będzie na wierzchu paczki.

Sortowanie zaczynamy od kolumny, w której wydziurkowana jest najmniej znacząca pozycja cyfrowa naszej cechy, a więc od kolumny 4.

W wyniku pierwszego przepuszczenia kart przez sorter wszystkie karty zostaną rozłożone do poszczególnych kaset maszyny w następujący sposób. (patrz str.94).

Po przepuszczeniu wszystkich kart, wyjmujemy je kolejno z poszczególnych kaset w ten sposób, aby na samym dole były karty wyjęte z kasety 0, na nich - z kasety 1 itd. aż do kasety 9, z której karty kładziemy na górę. Następnie przestawiamy szczotkę sortującą o jedną kolumnę w lewo w ten sposób, aby odczyty-

---

1) Praktycznie w czasie jednego przepuszczenia kart przez sorter można rozdzielić karty na 13 różnych grup, a mianowicie na 12 grup odpowiadających 12 możliwym dziurkom w karcie i 13 grupę kart nie posiadających w danej kolumnie żadnej dziurki.

	18					03					
	28					23					
	28					03					
	08					03	02				
	18	27				13	12				
	18	07	16		34	03	02	01			
19	08	27	16		34	03	32	01			
39	28	07	06		04	23	02	01			
19	08	17	06	05	04	13	12	21			
09	08	17	16	25	14	13	02	01			
29	18	27	16	15	14	13	22	31	30		
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	11	12
numery kaset sortera											

wała ona pozycję dziesiątek cechy, według której odbywa się sortowanie (w naszym przypadku szczotkę ustawiamy na kol. 3), po czym zakładamy wyjęte z kaset sortera karty do magazynku podawczego (pamiętając o tym, że karty z kasety 0 leżą na samym dole) i uruchamiamy maszynę. W wyniku drugiego przepuszczenia karty ułożą się w następującej kolejności:

									09		
									08		
									08		
									08		
								19	08		
								19	07		
								18	07		
								18	06		
								18	06		
								18	05		
								17	04		
								17	04		
								16	03		
							29	16	03		
							28	16	03		
							28	16	03		
							28	15	03		
							27	14	02		
							27	14	02		
						39	27	13	02		
						34	25	13	02		
						34	23	13	01		
						32	23	13	01		
						31	22	12	01		
					47	30	21	12	01		
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	11	12
numery kaset sortera											

Po drugim przepuszczeniu kart przez sorter wszystkie karty zostaną ułożone w grupy według kolejności wzrastającej od 0 do n, co właśnie stawialiśmy sobie za cel przy sortowaniu.

W niektórych przypadkach chcemy karty nie tylko rozłożyć na odpowiednie grupy o tych samych cechach, lecz również policzyć, ile kart mamy w każdej takiej grupie. W tym celu stosuje się sortery posiadające indywidualne liczniki jednostek dla każdej kasety. Zadaniem każdego z liczników jest policzenie ilości kart znajdujących się w poszczególnych kasetach. Zwykle instaluje się jeszcze jeden dodatkowy licznik, który liczy ogólną liczbę kart przepuszczonych przez sorter.

5. Maszyny zliczające i zapisujące dane wydziurkowane w kartach - t a b u l a t o r y

Wszystkie czynności z kartami maszynowymi, o których mówiliśmy dotychczas, a więc dziurkowanie, kontrola kart oraz sortowanie były właściwie czynnościami pomocniczymi, które miały na celu odpowiednie przygotowanie kart do sporządzania na ich podstawie niezbędnych zestawień, tablic itp. Właściwą maszyną liczącą w zestawie maszyn dużej mechanizacji jest tabulator. Tabulator służy do:

- odczytu informacji wydziurkowanej w kartach maszynowych,
- zapisywania danych wydziurkowanych w kartach,
- dodawania i odejmowania liczb wydziurkowanych w kartach.

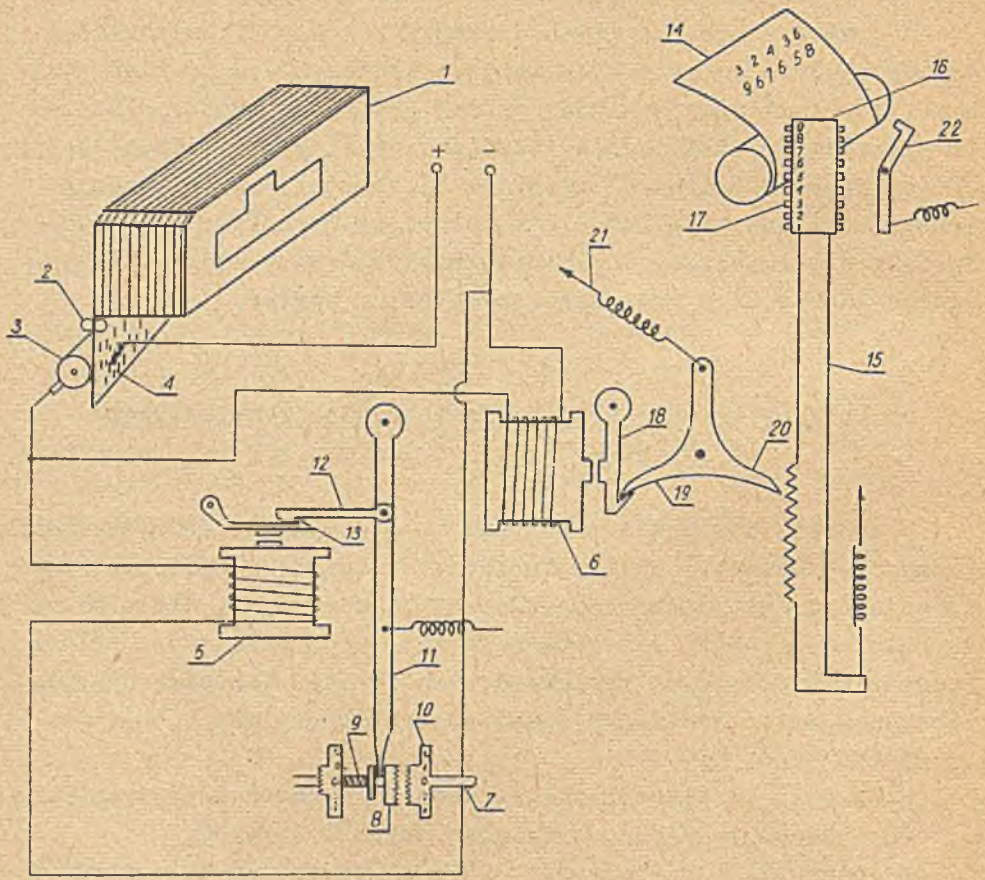
Wszystkie te czynności wykonuje tabulator automatycznie, zgodnie z przygotowanym uprzednio programem. Rola operatora obsługującego tabulator sprowadza się do ogólnego nadzoru nad pracą maszyny oraz do wkładania i wyjmowania kart.

Jak wspominaliśmy na początku w naszym kraju stosuje się dwa podstawowe typy tabulatorów:

- tabulatory o odczycie elektrycznym (tabulatory elektromagnetyczne),
- tabulatory o odczycie mechanicznym (tabulatory mechaniczne).

W tabulatorach elektromagnetycznych odczyt informacji wydziurkowanej w kartach maszynowych polega na kontaktowaniu

szczotki połączonej z jednym biegunem źródła prądu stałego z wałkiem metalowym podłączonym do drugiego bieguna źródła prądu.



Rys.34. Zasada działania tabulatora elektromagnetycznego typu T 5M

1- magazyn podawczy kart, 2- wałki transportujące, 3- wałek kontaktowy, 4- szczotka odczytująca, 5- elektromagnes,6- elektromagnes mechanizmu piszącego, 7- wał licznika, 8- sprzęgło zębate, 9- sprężyna, 10- koło cyfrowe, 11- dźwignia licznika, 12- zaczep dźwigni, 13- kotwica elektromagnesu licznika,14- taśma papierowa, 15- drążek mechanizmu zapisującego, 16- płytka, 17- czcionka, 18- kotwica elektromagnesu mechanizmu zapisującego, 19- ząbek dźwigni trzyramiennej, 20- dźwignia trzyramienna, 21- sprężyna, 22- młoteczek

Dotknięcie szczotki do wałka przez dziurkę w karcie wywołuje zamnięcie obwodu elektrycznego oraz wzbudzenie elektromagnesów

które z kolei zaczynają oddziaływać na odpowiednie mechanizmy maszyny.

W tabulatorach mechanicznych karty maszynowe odczytywane są przez zespół sprężynujących sztyftów. Sztyfty napotykając na dziurki w karcie, przechodzą przez nie i uruchamiają odpowiednie mechanizmy liczące maszyny.

Zasadę pracy maszyn elektromagnetycznych omówimy na przykładzie tabulatora typu T 5M produkcji radzieckiej - patrz rys.34.

Równo ułożone w paczkę karty kładziemy do magazynu podawczego (1) w ten sposób, aby skierowane były one dziewiątkami w dół, a ściętym rożkiem w lewo. Specjalny nóż w równych odstępach czasu zabiera po jednej karcie z magazynu i podaje je na wałki transportujące. Następnie karta przechodzi pomiędzy wałkiem (3) i szczotkami odczytującymi (4). Tabulator ma 80 takich szczotek, co pozwala mu na jednoczesne zbadanie wszystkich 80 kolumn karty. Na rys.34 dla uproszczenia pokazano tylko jedną z 80 szczotek.

W momencie, kiedy szczotka odczytująca połączona z dodatnim biegunem źródła prądu napotyka na dziurkę w karcie, nastąpi zamknięcie obwodu elektrycznego i impuls prądu przebiegnie od źródła prądu "+" przez szczotkę odczytującą (4), wałek kontaktowy (3), elektromagnes (5), źródło prądu "-". Drugi obwód biegnie od źródła "+" przez szczotkę (4), wałek (3), elektromagnes (6) do bieguna "-". W ten sposób "odczytanie" dziurki przez szczotkę (4) wywołuje jednoczesne wzbudzenie dwóch elektromagnesów (5) i (6). Pierwszy z nich steruje pracą mechanizmu liczącego, drugi mechanizmu zapisującego tabulatora.

Zasada pracy mechanizmu liczącego tabulatora konstrukcji elektromagnetycznej

Na rysunku 34 pokazano tylko jedno miejsce cyfrowe mechanizmu liczącego (jedno koło cyfrowe). Należy rozumieć, że analogicznych mechanizmów tabulator ma tyle, ile wynosi jego pojemność liczbowa (praktycznie 88 do 120).

Liczenie wykonuje się w sposób następujący: po uruchomieniu maszyny zaczyna się obracać wał licznika (7) wraz z umoco-

wanym na nim sprzęgłem zębatym (8). Sprzęgło to umocowane jest na wale w ten sposób, że może się przesuwać wzdłuż osi wału pod wpływem sprężyny (9).Na tej samej osi znajduje się zębatka koła cyfrowego.Zębatka cyfrowa umocowana jest na osi w ten sposób,że mimo obrotu osi sama pozostaje bez ruchu dopóty,dopóki nie zostanie sczepiona z obracającym się wraz z osią sprzęgłem (8). Sprzęgło (8), mimo że sprężyna (9) popycha je w prawo w stronę zębatki cyfrowej, nie może się przesunąć, ponieważ dźwignia (11) na to nie pozwala. Z chwilą jednak, kiedy szczotka (4) napotka na dziurkę w karcie i zamknie się obwód elektryczny zostanie wzbudzony magnes licznika (5) zwalniając zaczep dźwigni (12) utrzymującej sprzęgło. Sprzęgło pod wpływem swojej sprężyny przesunie się w prawo, sczepi się z zębatką koła cyfrowego i zacznie tym samym obracać około cyfrowe (10). Szybkość obrotu osi licznika (7) jest ściśle zsynchronizowana z szybkością przesuwania się karty pomiędzy szczotką kontaktową a wałkiem, a więc w tym samym czasie, kiedy karta przejdzie odległość pomiędzy jedną a drugą pozycją cyfrową - oś licznika obróci się o 1/10. Jeśli karta przejdzie wszystkimi pozycjami cyfrowymi od 9 do 0 - to również oś licznika wraz z umocowanym na niej sprzęgłem (8) dokona pełnego obrotu. W momencie, kiedy karta znajdzie się na poziomie pozycji zerowej pomiędzy szczotką a wałkiem nastąpi mechaniczne rozłączenie sprzęgła (8) z kołem cyfrowym, zaczep (12) zaskoczy za ząbek dźwigni kotwicy elektromagnesu i koło cyfrowe przestanie się obracać.

Wielkość kąta obrotu koła cyfrowego (10), a więc wielkość cyfry, jaka zostanie na nim zarejestrowana zależy od tego kiedy, tzn. w jakiej pozycji cyfrowej, nastąpi sczepienie sprzęgła z zębatką cyfrową. Pamiętamy, że karta przesuwa się dziewiątkami w dół, co oznacza, że znajdzie się ona pomiędzy szczotkami odczytującymi a wałkiem najpierw pozycją dziewiątek, potem ósemek itd. aż do zera.

Przypuśćmy, że w określonej kolumnie karty wydziurkowana była cyfra 7. Zaczyna się praca maszyny. Oś licznika obraca się wraz ze sprzęgłem (8), koło cyfrowe (10) pozostaje jednak nieruchome, ponieważ dźwignia (11) utrzymywana przez zaczep (12) w kotwicy (13) elektromagnesu licznika (5) nie pozwala na

przesunięcie się sprzęgła. W ten sposób karta przejdzie pomiędzy szczotką i wałkiem swą pozycją 9, potem 8. Obwód elektryczny pozostaje rozerwany, ponieważ karta izoluje szczotkę od wałka. W pozycji 7 szczotka napotka na dziurkę; nastąpi zamknięcie obwodu elektrycznego, zostanie wzbudzony elektromagnes (5) i opuszczona w dół kotwica (13). Wtedy dźwignia (11) zwolni się a sprzęgło (8) sczepi z zębatką koła cyfrowego. Ponieważ sczepienie to nastąpiło w pozycji 7, to zanim w pozycji 0 nastąpi przymusowe rozłączenie sprzęgła,koło cyfrowe zdąży obrócić się o 7/10, tzn. zarejestruje cyfrę 7.

Przypuśćmy dalej, że w następnej karcie idącej w ślad za poprzednią wydziurkowano cyfrę 4, zamknięcie więc obwodu elektrycznego i sczepienie sprzęgła z kołem cyfrowym nastąpi w pozycji 4, dzięki czemu koło cyfrowe obróci się o 4/10. Ponieważ już poprzednio na kole cyfrowym mieliśmy liczbę 7, to dodatkowy obrót o 4/10 spowoduje, że na kole cyfrowym będziemy mieli 1, a jednocześnie w chwili, kiedy koło cyfrowe będzie przechodzić ze stanu 9 do 0 (w chwili zakończenia pełnego obrotu) specjalny mechanizm obróci o 1/10 sąsiednie z lewej strony koło cyfrowe, wykonując w ten sposób znaną nam już czynność dziesiątkowania.

Zasada pracy mechanizmu zapisującego

Jednocześnie z liczeniem danych wydziurkowanych w karcie może odbywać się zapis tych danych na szerokiej taśmie papieru (14)- zwanej tabulogramem.

Zasada pracy mechanizmu zapisującego jest następująca. Równocześnie z przesuwaniem się karty w mechanizmie odczytującym podnoszą się w górę drążki mechanizmu zapisującego (15), posiadające w swojej górnej części płytkę (16), we wnętrzu której znajdują się czcionki (17) z wyżłobionymi znakami cyfrowymi od 0 do 9, przy czym pierwsza od góry czcionka posiada znak 9, następna 8 itd. aż do zera. Ruch drążków w górę jest ściśle zsynchronizowany z ruchem karty dziurkowanej w mechanizmie odczytującym i tak w chwili, kiedy szczotka odczytująca znajdzie się na poziomie pozycji dziewiątej karty, to w tym samym czasie naprzeciw wałka z papierem przejdzie czcion-

ka z cyfrą 9. W chwili, kiedy karta przejdzie pod szczotką odczytującą swą pozycją 8, to również naprzeciw wałka z papierem znajdzie się czcionka z cyfrą 8 itd. Jeśli w badanej kolumnie szczotka nie odczyta dziurki i nie zamknie obwodu elektrycznego na elektromagnesie (6), to drążek cyfrowy podniesie się do samej góry w ten sposób, że wszystkie czcionki cyfrowe znajdą się powyżej wałka z papierem.

Jeśli w czasie przesuwu karty w mechanizmie odczytującym szczotka (4) "odczyta" dziurkę w danej kolumnie, to zamknie się obwód elektryczny biegnący od źródła prądu "+" - poprzez szczotkę odczytującą, wałek kontaktowy, elektromagnes mechanizmu piszącego (6) do źródła prądu "-". Działanie elektromagnezu (6) spowoduje przyciągnięcie kotwicy (18) oraz zwolnienie ząbka (19) dźwigni trzyramiennej (20), która pod wpływem sprężyny (21) dokona półobrotu w lewo, wejdzie w odpowiedni ząbek drążka cyfrowego i zatrzyma go w pozycji odpowiadającej cyfrze wydziurkowanej w karcie. Tak więc, jeśli w danej kolumnie karty znajdowała się dziurka 5, to drążek cyfrowy zostanie zatrzymany w chwili, kiedy naprzeciw wałka z papierem znajdzie się czcionka z cyfrą 5. Po przejściu karty przez mechanizm odczytujący zwolnione zostaną młoteczki (22), które uderzają mocno w nasadę czcionek cyfrowych, powodujących dzięki barwiącej taśmie wydrukowanie odpowiedniej cyfry na papierze.

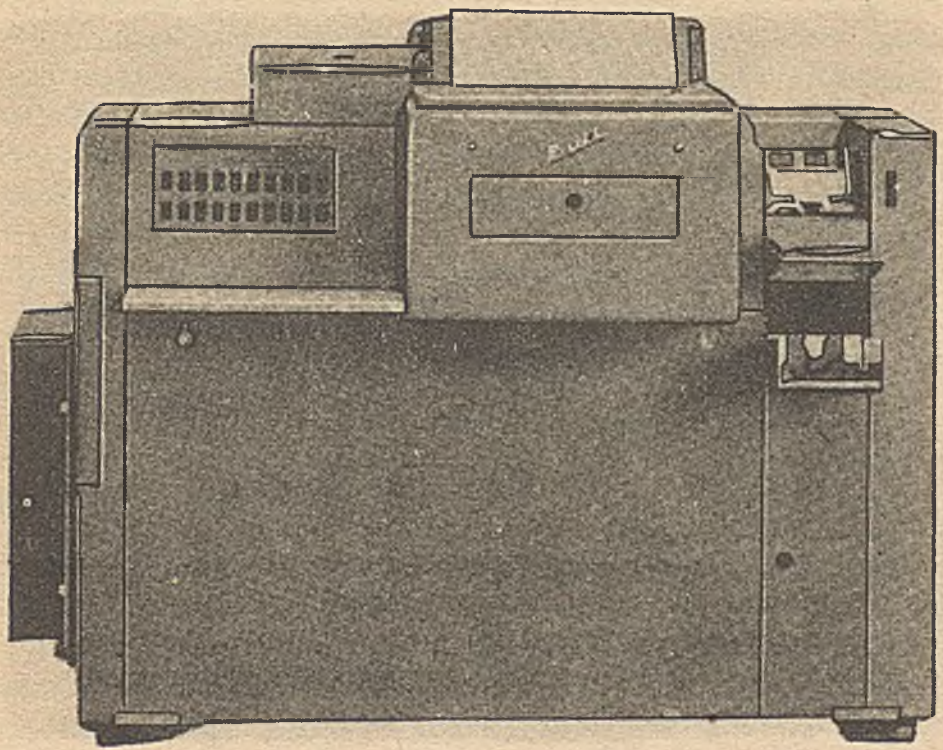
Po wypisaniu liczb odczytanych z karty - zanim następna karta zostanie podana z mechanizmu zasilającego pod szczotki odczytujące - wszystkie mechanizmy tabulatora wracają do pozycji wyjściowej, po czym proces liczenia i zapisu zaczyna się od nowa.

Omówiony tabulator ma 8 liczników 11-cyfrowych oraz mechanizm zapisujący składający się z 77 miejsc cyfrowych podzielonych na 7 sekcji oraz 6 miejsc pozwalających na zapis umownych symboli "*", "⁂" oraz "-".

Według podobnej zasady pracuje tabulator elektromechaniczny Bull pokazany na rys.35.

Zasadnicza różnica eksploatacyjna między tabulatorami francuskim Bull a tabulatorem radzieckim polega na tym, że tabulator Bull może odczytywać i zapisywać nie tylko dane cyfrowe, lecz również tekst, jeśli jest on wydziurkowany w kar-

tach maszynowych w formie odpowiedniej kombinacji dziurek. Prócz tego tabulator Bull ma nieco większą pojemność mechaniz-



Rys.35. Tabulator firmy Bull typ BS

mów liczących (10 liczników, 12 miejscowych) oraz aparat piszący na 92 lub 102 miejsca.

W tabulatorach o konstrukcji mechanicznej dane wydziurkowane w kartach odczytywane są nie za pomocą szczotek odczytujących jak w tabulatorach elektromagnetycznych, lecz za pomocą iglic odczytujących, które przechodzą przez kartę w miejscach, w których znajdują się dziurki i przekazują odpowiednie impulsy wykonawcze do innych mechanizmów maszyny.

Karty dziurkowane wkłada się do mechanizmu podawczego tabulatora, skąd zabierane są przez nóż podawczy, następnie przechwytywane przez rolki transportujące i doprowadzane do aparatu badawczego. Aparat badawczy ma kształt płaskiej kasety o wymiarach odpowiadających karcie maszynowej. W chwili, kiedy karta znajdzie się w kasecie ruch jej na moment zostaje za-

trzymany i jednocześnie od dołu zacznie się podnosić w górę skrzynka odczytująca składająca się z systemu iglic. W swym ruchu wznoszącym skrzynka z iglicami natrafia na kartę maszynową. W miejscach, w których iglice napotkają na dziurki - przechodzą przez górną ściankę kasety i przekazują dalej odpowiednie impulsy mechaniczne na aparat piszący i liczniki. Pozostałe iglice, które nie natrafiły na dziurki w badanej karcie, napotykając na opór stawiany przez materiał karty zostają wciśnięte w głąb skrzynki.

Tabulatory, zależnie od typu i rodzaju, pracują z szybkością 6 000 - 9 000 kart na godzinę. Oznacza to, że w ciągu 1 godziny można policzyć i zapisać dane wydziurkowane w 6 000 - 9 000 kartach, przy czym na wydajność nie wywiera żadnego wpływu ilość składników podliczanych z każdej karty, ponieważ karta odczytywana jest całą swoją szerokością. Ilość różnych składników, które podlegają liczeniu z każdej karty ograniczona jest jedynie pojemnością mechanizmów liczących. Jeśli np. w karcie wydziurkowaliśmy 5 różnych liczb, charakteryzujących np. zużycie obornika, kompostu, nawozów azotowych i fosforowych, to w czasie 1 godziny tabulator wykona od 30 do 45 tys. operacji dodawania (6 000 - 9 000 kart x 5 = 30 000 - 45 000). Również szybkość zapisu nie zależy od liczby znaków cyfrowych lub literowo-cyfrowych w poszczególnych wierszach, ponieważ wszystkie tabulatory wyposażone są w tzw. drukarki wierszowe, zapisujące od razu cały wiersz, niezależnie od jego szerokości. Ilość znaków cyfrowych lub literowo-cyfrowych ograniczona jest tylko pojemnością mechanizmu zapisującego określonego typu tabulatora.

Zastosowanie w tabulatorach automatycznego odczytu danych liczbowych z dokumentów (kart dziurkowanych) pozwoliło jednocześnie wprowadzić w dość szerokim stopniu automatyczne sterowanie operacjami arytmetycznymi i zapisem danych. Spróbujmy to wyjaśnić na przykładzie opracowania kart dziurkowanych ze sposobu użytkowania gruntów oraz zużycia nawozów w spółdzielniach produkcyjnych. Przykład podobnej karty wydziurkowanej na podstawie rocznego sprawozdania spółdzielni produkcyjnych pokazano na rys.28.

Przypuśćmy, że mamy zamiar sporządzić zestawienie charakteryzujące sposób użytkowania gruntów i zużycie nawozów w spółdzielniach produkcyjnych w kraju według powiatów i województw. Chcemy mianowicie, aby po przejściu wszystkich kart dotyczących danego powiatu tabulator wypisał poszczególne sumy związane ze sposobem użytkowania powierzchni gruntów oraz zużycia nawozów. Analogiczne dane dla całego województwa będziemy mogli otrzymać po przejściu wszystkich kart należących do określonego województwa.

Ponieważ karty po wydziurkowaniu były nieuporządkowane, tzn. ułożone w takiej kolejności, w jakiej zostały dziurkowane przez poszczególnych pracowników, to przed sporządzeniem zestawień należy je posortować według symbolu powiatu oraz województwa. Karty sortuje się w ten sposób, aby w ramach województwa powiaty zostały ułożone według kolejności wzrastającej od 01 do n. Następnie ułożone w ten sposób karty wkłada się do tabulatora i uruchamia maszynę. Tabulator odczytuje poszczególne liczby wydziurkowane w karcie oraz kieruje odpowiednie impulsy do liczników, które sumują odpowiednie liczby. Jednocześnie aparat piszący wypisuje odczytane dane na papierze.

Po odczytaniu ostatniej karty określonego powiatu maszyna zatrzyma na moment podawanie kart, wypisze sumy zebrane na licznikach (tzn. sumy charakteryzujące użytkowanie gruntów i zużycie nawozów wszystkich spółdzielni produkcyjnych danego powiatu), po czym skasuje liczniki oraz znowu zacznie podawać karty wykonując dokładnie to samo z kartami następnego powiatu. Wszystkie te czynności maszyna wykonuje w sposób automatyczny. Rola człowieka sprowadza się jedynie do wkładania i wyjmowania kart oraz ogólnego nadzoru nad maszyną.

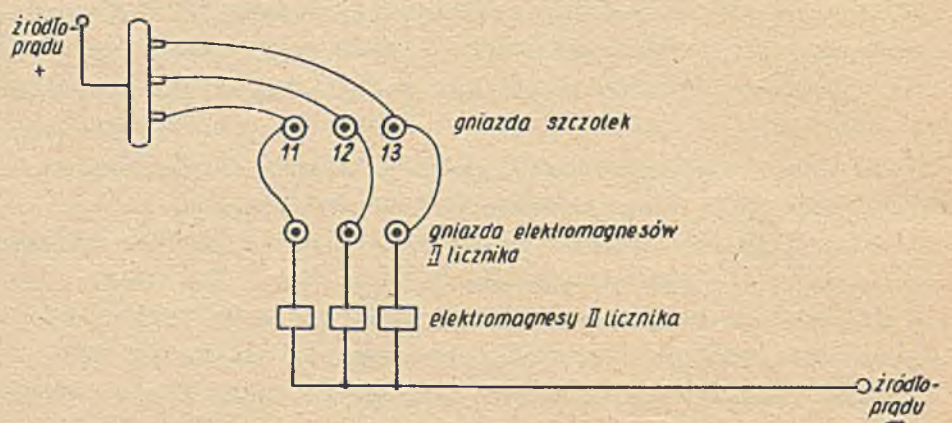
Mechanizm, który pozwala odróżnić symbole grupowe różnych kart nazywa się aparatem kontroli tabulatora. Zbudowany jest on na zasadzie porównania dwóch idących za sobą kart w kolumnach, w których wydziurkowany jest symbol, według którego otrzymać chcemy sumy (w naszym przypadku, takim kontrolowanym symbolem jest symbol województwa i powiatu). Jeśli w kolumnach, które bada aparat kontroli są jednakowe symbole - to maszyna kontynuuje podawanie kart i sumuje odpowiednie dane

wydziurkowane w kartach. W chwili, kiedy stwierdzona zostanie różnica (która w naszym przypadku oznacza, że następna karta dotyczy innego powiatu) zostaje podany sygnał zatrzymania podawania kart i maszyna zacznie wykonywać inne czynności rachunkowo-zapisujące.

W maszynach o konstrukcji elektromagnetycznej sposób i kolejność wykonywania poszczególnych czynności określa specjalny program opracowany z góry dla maszyny w stosunku do każdej pracy. Program ten zadaje się maszynie w postaci zamykania obwodów elektrycznych maszyny za pomocą kabelków. W tym celu każdy tabulator elektromagnetyczny ma tzw. tablicę połączeń albo tablicę programową, do której doprowadzone są końcówki przewodów elektrycznych od różnych mechanizmów maszyny.

Tablica taka spełnia podobną rolę jak tablica rozdzielcza w centrali telefonicznej przy połączeniu rozmów telefonicznych różnych abonentów. Przypuśćmy, na przykład, że impuls ze szczotek odczytujących 11,12 i 13 kolumn karty chcemy skierować do II licznika. Łączymy tedy na tablicy gniazdka, do których doprowadzone są przewody od szczotek odczytujących z gniazdami elektromagnesów licznika. Połączenie takie spowoduje zamknięcie obwodu elektrycznego, wzbudzenie elektromagnesu licznika i policzenie liczby wydziurkowanej w kol. 11-13 karty.

Sposób takiego połączenia pokazano na rys.36.



Rys.36. Sposób połączenia odczytu szczotek z licznikiem tabulatora

Dzięki zastosowaniu w tabulatorach zasady "programowania" opracowań za pomocą odpowiedniego połączenia tablic programowych, na tabulatorze można sporządzać bardzo różnorodne wzory zestawień zależnie od potrzeb określonego odcinka opracowań. Po to, aby zmniejszyć do minimum przestój maszyn w okresie przełączenia kabelków na tablicy programowej, tablice w maszynach są wymienne. Zwykle dla każdego tabulatora zakupuje się po kilka lub nawet kilkanaście zapasowych tablic, jak również niezbędną ilość kabelków i zawczasu przygotowuje się program dla każdej określonej pracy, dzięki czemu przejście od wykonywania jednej pracy do drugiej sprowadza się właściwie do wymiany tablic programowych.

Opracowanie programu pracy dla tabulatora jest dość skomplikowane i wymaga odpowiedniego przygotowania zawodowego. Pracę tę wykonują zwykle pracownicy wyspecjalizowani w tej dziedzinie, zwani organizatorami-programistami.

W maszynach konstrukcji mechanicznej zamiast tablicy programowej łączonej za pomocą kabelków elektrycznych stosuje się specjalne skrzynki połączeń, składające się z kilkuset iglic umocowanych w specjalnej ramie metalowej.

Dla każdego tabulatora o konstrukcji mechanicznej istnieje kilka typów skrzynek połączeń, które wstawia się do maszyny przed przystąpieniem do danego rodzaju opracowań. W porównaniu z tabulatorami konstrukcji elektromagnetycznej, tabulatory mechaniczne (w związku z zastosowaniem do sterowania pracą iglicowych skrzynek połączeń) są znacznie prostsze pod względem obsługi i programowania, mają jednak niestety znacznie mniejsze możliwości eksploatacyjne.

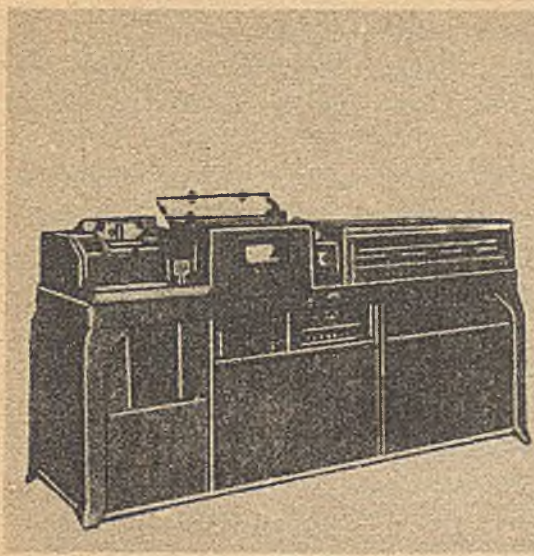
Tabulatory są maszynami przystosowanymi przede wszystkim do wykonywania operacji dodawania i odejmowania. Niektóre typy tabulatorów mogą wykonywać również operacje mnożenia, chociaż w praktyce unika się wykonywania mnożenia na tych maszynach ze względu na to, że odbywa się ono zbyt wolno.

6. Dalszy etap mechanizacji z zastosowaniem maszyn systemu kart dziurkowanych - dziurkarki sumaryczne, reproducery, kalkulatory

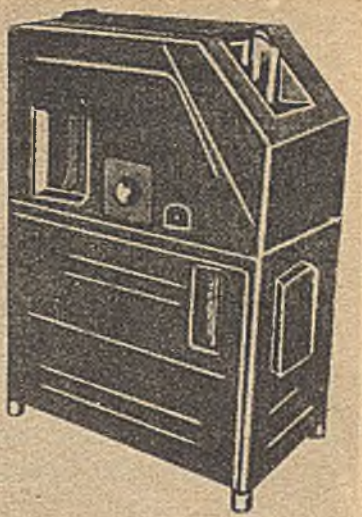
W czasie przepuszczania kart przez tabulator(czynność tę nazywamy tabulacją lub tabulowaniem), oprócz zapisu i dodawania (lub odejmowania) danych wydziurkowanych w kartach bardzo często powstaje potrzeba jednoczesnego dziurkowania sum nagromadzonych na licznikach tabulatora na nowych (czystych) kartach po to, aby do sporządzania dalszych zestawień użyć karty maszynowe zawierające dane zbiorcze będące sumą poszczególnych liczb z kart jednostkowych. Tak na przykład, w czasie sporządzania zestawienia dotyczącego sposobu użytkowania gruntów oraz zużycia nawozów w spółdzielniach produkcyjnych możnaby wydziurkować nowe karty, które zawierałyby dane liczbowe obejmujące odpowiednie sumy zbiorcze według powiatów po to, aby zmniejszyć liczbę kart przy sporządzaniu następnego zestawienia zbiorczego dla kraju według województw. Podobne karty, w których dziurkuje się sumy zbiorcze powstałe z sumowania danych z kart jednostkowych nazywamy kartami sumarycznymi, a maszyny, które pozwalają nam dziurkować te karty - dziurkarkami sumarycznymi.

Ponieważ na kartach sumarycznych chcemy wydziurkować dane nagromadzone na licznikach tabulatora, to dziurkarkę sumaryczną podłącza się do tabulatora. Po zakończeniu arytmetycznego opracowania określonej grupy kart przez tabulator i zebraniu potrzebnych sum na jego mechanizmach liczących, tabulator daje sygnał dziurkarce sumarycznej w postaci serii impulsów elektrycznych, które wzbudzają elektromagnesy dziurkujące dziurkarki sumarycznej powodując automatyczne wydziurkowanie w nowych kartach policzonych przez tabulator sum wraz z niezbędnymi cechami informacyjnymi.

Dziurkarkę sumaryczną PI 80 pokazano na rys.38, zaś tabulator typu T5M na rys.37. Obie maszyny sprowadzane są do Polski ze Związku Radzieckiego.



Rys.37. Tabulator radziecki typ T5M



Rys.38. Dziurkarka sumaryczna PI 80

Reproducery

Z wiadomości podanych w punkcie 3 wiemy, że dziurkowanie kart wykonywane za pomocą maszyn dziurkujących jest stosunkowo wolne i zależy właściwie całkowicie od biegłości pracy operatora obsługującego maszynę. Istotnie, dziurkowanie i kontrola kart jest najbardziej pracochłonną czynnością przy opracowaniu danych liczbowych za pomocą maszyn systemu kart dziurkowanych. Obie te czynności ze względu na to, że wykonywane są na bardzo mało wydajnych maszynach, zajmują około 60 - 70 % czasu potrzebnego na opracowanie badanego materiału. Praktyka wykazuje, że wykwalifikowany operator jest w stanie wydziurkować w ciągu godziny najwyżej 100-120 kart. W związku z tym bardzo duże znaczenie, z punktu widzenia przyspieszenia i skrócenia kosztów dziurkowania, mają maszyny, które pozwalają dziurkować karty w sposób automatyczny i w związku z tym o wiele szybszy i tańszy. Do takich maszyn należą reproducery. Niestety, maszyny te nie potrafią jeszcze dziurkować kart bezpośrednio na podstawie dokumentów wypisanych ręcznie lub na maszynie, ale mogą w sposób automatyczny przenosić dane wydziurkowane w jednej karcie na inne karty. Mogą one także dziurkować w kartach

tzw. wielkości stałe, tzn. dane, które nie zmieniają się w określonej grupie kart, mogą one wreszcie dziurkować nieograniczoną ilość kart-kopii na podstawie raz wydziurkowanej karty itp.

Maszyna ta, podobnie jak omówiony tabulator, ma mechanizm odczytujący, składający się z 80 szczotek (zgodnie z ilością kolumn w karcie), który odczytuje dane wydziurkowane w karcie (zwanej oryginałem), przesyłając odpowiednie impulsy elektryczne na aparat dziurkujący, który dziurkuje dane odczytane z pierwszej karty - w następnych idących za nią kartach. Reproducer może w ciągu godziny wydziurkować około 6 000 kart, tzn. ok. 50 razy więcej niż wykwalifikowany operator pracujący na dziurkarce klawiszowej.

Kalkulatory

Jak już wspominaliśmy, tabulatory wykonują jedynie dwa działania arytmetyczne - dodawanie i odejmowanie. Mówiliśmy także, że nawet na tych typach tabulatorów, które mogą wykonywać czynność mnożenia - praktycznie mnożenia się nie wykonuje, ponieważ zwalnia ono nadmiernie pracę tabulatora. W tych więc przypadkach, kiedy mamy do wykonania mnożenie (np. mnożenie ilości sprzedanego zboża przez jego cenę) trzeba najpierw wykonać mnożenie, zapisać iloczyn w dokumencie i dopiero potem dziurkować kartę, względnie wydziurkować w karcie ilość oraz cenę, sporządzić na tabulatorze zestawienie (tabulogram) i następnie za pomocą maszyny czterodziałaniowej wykonać mnożenie i zapisać ręcznie iloczyny w tabulogramie.

Żadna z powyższych metod nie może nas oczywiście zadowolić. Za dużo w nich czynności ręcznych, co przy stosowaniu wysoko wydajnych i drogich maszyn systemu kart dziurkowanych było by szczególnie nieekonomicznie. Powstała więc potrzeba skonstruowania takiej maszyny, która mogłaby odczytywać dane z kart maszynowych, wykonywać odpowiednio szybko działania arytmetyczne oraz dziurkować automatycznie wyniki tych obliczeń na tych samych lub innych kartach.

Maszyny takie zostały rzeczywiście skonstruowane. Ze względu na ich główną funkcję obliczeniową nazwano je mnożarkami lub kalkulatorami.

W Polsce stosuje się 3 typy kalkulatorów: radzieckie - typ EW 80-3, francuskie - typ Gamma 3 oraz czechosłowackie firmy Aritma.

Dwa pierwsze typy kalkulatorów oparte są na konstrukcji elektronicznej, co oznacza, że działania arytmetyczne wykonywane są w nich nie przez obracające się koła zębate, lecz odpowiednie układy lamp elektronowych, podobne do tych, jakie stosujemy w aparatach radiowych lub telewizyjnych.

Kalkulator radziecki EW 80-3M stanowi zespół składający się z dwóch maszyn - maszyny podobnej do reproducera, która odczytuje dane wydziurkowane w kartach oraz dziurkuje wyniki przeprowadzonych obliczeń oraz z przystawki (szafy) elektronowej wykonującej działania arytmetyczne na liczbach przekazanych do niej oraz przekazuje z powrotem do urządzenia dziurkującego wyniki wykonanych obliczeń.

Kalkulator francuski - Gamma 3 nie ma własnego urządzenia do odczytywania danych jak kalkulator radziecki. Jest to po prostu wysoka szafa, we wnętrzu której znajdują się urządzenia liczące składające się z lamp i innych elementów elektronowych. Ponieważ kalkulator ten nie ma mechanizmu odczytującego, to w celu wprowadzenia doń danych wejściowych, powinien być połączony z inną maszyną, która wyposażona jest w odpowiedni mechanizm odczytujący. Kalkulator Gamma 3 może być podłączony za pomocą kabli elektrycznych do tabulatora lub reproducera. Jeśli kalkulator połączymy z tabulatorem, to możemy dane wydziurkowane w kartach (np. ilość i cenę towaru) odczytać przez jego mechanizm odczytu, przekazać je do kalkulatora, który wykona potrzebne obliczenia (np. pomnoży ilość x cenę) i przekaże wynik (np. wartość towaru) na aparat piszący tabulatora. Jeśli tabulator połączony będzie jednocześnie z dziurkarką sumaryczną, to wyniki obliczeń wykonanych przez kalkulator mogą być równocześnie z zapisem wydziurkowane w kartach sumarycznych.

Przy połączeniu kalkulatora z reproducerem dane wydziurkowane w kartach odczytuje się przez szczotki odczytu reproducera i przekazuje do kalkulatora, który po wykonaniu przewidzianych obliczeń wysyła wyniki w postaci impulsów elektrycznych z powrotem do reproducera w celu ich wydziurkowania w kartach.

7. Zastosowanie maszyn liczących systemu kart dziurkowanych w rolnictwie

Omówione w rozdziale II maszyny należące do grupy małej mechanizacji stanowią niejako podręczne narzędzia wykonywania prac rachunkowych, w związku z czym użytkowane są bardzo często przez pracowników różnych organizacji i instytucji rolniczych, którzy w swej pracy mają do czynienia z wykonywaniem manipulacji rachunkowych.

Maszyny zaliczone do średniej mechanizacji (maszyny księgujące i fakturujące) stosowane są zwykle przez przedsiębiorstwa i organizacje nieduże lub średnie, np. w stacjach doświadczalnych, spółdzielczych lub państwowych gospodarstwach rolnych itp. Jakie są możliwości zastosowania w rolnictwie maszyn systemu kart dziurkowanych?

1. Przede wszystkim podkreślić należy, że maszyny te są najbardziej elektywne w pracach obrachunkowych mających charakter masowy, jednorodny oraz w pracach wymagających wielokrotnego przegrupowywania tych samych danych wejściowych w celu sporządzenia zestawień w różnych układach.

Jak wiemy, dla zastosowania tych maszyn musimy najpierw wszystkie dane niezbędne do obliczeń przepisać (wydziurkować) w kartach maszynowych, co stanowi czynność bardzo pracochłonną i kosztowną ze względu na to, że wykonuje się ją na maszynach nieautomatycznych. Nietrudno więc stąd wywnioskować, że prace polegające na prostym podsumowaniu lub zestawieniu pewnej liczby faktów o wiele racjonalniej i szybciej można wykonać za pomocą maszyn rachunkowych lub maszyn księgujących niż maszyn systemu kart dziurkowanych.

2. Maszyny systemu kart dziurkowanych są urządzeniami bardzo drogimi. Orientacyjnie można wskazać, że cena 1 zestawu maszyn wynosi około 3 milionów zł, przy czym ze względu na brak krajowej produkcji maszyn wydatki na ich zakup pokrywane są w dewizach. Z tego względu pełne wykorzystanie czasu pracy maszyn ma bardzo duże znaczenie. Warto zaznaczyć, że koszt 1 godziny przestoju zestawu maszyn wynosi ok. 100 zł. Maszyny systemu kart dziurkowanych instalować można więc jedy-

nie w tym przypadku, kiedy istnieje gwarancja, że ze względu na rozmiary i charakter prac maszyny te będą w pełni wykorzystane co najmniej przez 10 godzin na dobę.

3. Maszyny liczące systemu kart dziurkowanych wymagają bardzo wysokiej dyscypliny w prowadzeniu prac obrachunkowych. Przy zastosowaniu tych maszyn muszą być spełnione odpowiednie warunki organizacyjne, musi być opracowany odpowiedni system dokumentacji źródłowej, zapewnione właściwe wypełnianie dokumentów, przekazywanie ich na maszyny itp.

4. Zastosowanie maszyn systemu kart dziurkowanych wymaga utworzenia specjalnego ośrodka - stacji maszyn liczących. Praktyka wykazuje, że ośrodki takie nie powinny być zbyt małe ze względu na to, że są one wtedy nieekonomiczne, nie są w stanie zatrudnić wysoko wykwalifikowanych pracowników oraz zorganizować właściwej bazy technicznej dla konserwacji i napraw maszyn itp. Należy unikać tworzenia stacji wyposażonych w mniej niż 3 - 4 zestawy maszyn.

Podane wyżej uwagi dotyczące stosowania maszyn liczących systemu kart dziurkowanych nie oznaczają oczywiście, że zastosowanie tych maszyn w rolnictwie jest niemożliwe lub niecelowe. Praktyka stacji maszyn liczących zarówno w Polsce, jak i za granicą wykazuje, że zastosowanie maszyn systemu kart dziurkowanych daje poważne efekty zarówno z punktu widzenia zmniejszenia pracochłonności i kosztów opracowania danych liczbowych, jak i radykalnego przyspieszenia oraz rozszerzenia informacji liczbowej niezbędnej dla bieżącego kierowania gospodarką i analizowania procesów ekonomicznych i społecznych zachodzących w gospodarce narodowej. O celowości stosowania tych maszyn decyduje masowość i charakter informacji oraz odpowiednie przygotowanie do ich zastosowania.

Najlepsze wyniki można osiągnąć wtedy, gdy stosuje się różne rodzaje maszyn - od najprostszych do najbardziej skomplikowanych zależnie od rodzaju występujących prac.

Najlepszą formą organizacyjną zastosowania maszyn liczących w rolnictwie są usługowe stacje maszyn liczących, wykonujące prace obrachunkowe dla kilku przedsiębiorstw lub organizacji znajdujących się na danym terenie oraz stacje centralne dla opracowania wyników masowych badań, jak spisy rolne,

sprawozdawczość jednostkowa państwowych i spółdzielczych gospodarstw itp. Decyzja w sprawie tworzenia odrębnych stacji wyposażonych w maszyny liczące systemu kart dziurkowanych przy poszczególnych gospodarstwach rolnych lub instytutach powinna być poprzedzona szczególnie wnikliwą analizą, gdyż na ogół takie stacje nie są w stanie w sposób racjonalny wykorzystać maszyn i nie mają perspektyw rozwojowych.

Rozdział V

ELEKTRONICZNE MASZYNY CYFROWE

1. Dalsze doskonalenie techniki obliczeniowej

Maszyny liczące systemu kart dziurkowanych, omówione pokrótce w poprzednim rozdziale, odegrały i nadal odgrywają bardzo dużą rolę w mechanizacji prac rachunkowo-obliczeniowych. Jak podkreślaliśmy na początku, maszyny te zostały skonstruowane i zastosowane po raz pierwszy do prac statystycznych, później jednak zaczęto je stosować przede wszystkim w rachunkowości i planowaniu przedsiębiorstw przemysłowych, w organizacjach handlowych, w instytucjach finansowych itp. Istnieją wszelkie dane ku temu, że maszyny te stale konstrukcyjnie doskonalone i uzupełniane nowoczesnymi urządzeniami liczącymi, (m.in. przez stosowanie urządzeń opartych na elementach elektronicznych) będą jeszcze przez długi okres efektywnym narzędziem prac obrachunkowych w wielu dziedzinach naszej gospodarki.

Najważniejszą zaletą tych maszyn w porównaniu z maszynami małej i średniej mechanizacji jest zrealizowanie, dzięki zastosowaniu karty dziurkowanej, zasady automatycznego odczytu danych, co pozwoliło z kolei zmechanizować wykonywaną dotąd

ręcznie czynność sortowania i grupowania oraz wprowadzić elementy automatycznego sterowania procesami obliczeniowymi. W odróżnieniu od maszyn małej i średniej mechanizacji, w których obliczenia wymagały bezpośredniego udziału człowieka w wykonywaniu każdej operacji obliczeniowej, zastosowanie maszyn systemu kart dziurkowanych umożliwiło,po uprzednim uporządkowaniu kart,opracować program dla maszyny w ten sposób, aby wykonała ona samoczynnie,niemal bez udziału człowieka,cały ciąg operacji obrachunkowych aż do spełnienia określonych warunków przewidzianych w programie. Maszyny te mogą np. wypisać treść kart, podsumować określone dane wydziurkowane w kartach, wypisać sumy po przejściu określonej grupy kart, wydziurkować określone sumy na karcie sumarycznej itd.

Zastosowanie wielu maszyn uzupełniających, np. elektronicznych kalkulatorów pozwala jeszcze bardziej rozszerzyć krąg zadań wykonywanych w sposób automatyczny przez te maszyny.

Zastosowanie w maszynach systemu kart dziurkowanych sterowania samoczynnego całymi grupami operacji zwiększyło bardzo wydajność obliczeniową tych maszyn. Tym niemniej występujący w ostatnim czasie gwałtowny wzrost potrzeb w zakresie masowych obliczeń matematyczno-technicznych oraz w zakresie opracowania danych liczbowych, niezbędnych dla celów zarządzania i analizy ekonomicznej, zaczyna przerastać możliwości obliczeniowe maszyn systemu kart dziurkowanych.

Do najważniejszych niedostatków tych maszyn, nie pozwalających zwiększyć w sposób radykalny ich wydajności należy zaliczyć:

1) duży udział w konstrukcji tych maszyn elementów mechanicznych i wynikająca stąd ograniczona szybkość ich pracy,

2) mała pojemność "pamięci" maszyn nie pozwalająca na wykonywanie bardziej skomplikowanych obliczeń w czasie jednorazowego przepuszczenia kart przez maszynę,

3) nadmierne usztywnienie programowania, nie pozwalające w sposób automatyczny dokonywać zmian w sposobie wykonywania zadań zależnie od otrzymanych wyników pośrednich. Jakakolwiek modyfikacja w programie pracy maszyny wymaga zatrzymania maszyny oraz ręcznego dokonania zmian w układzie tablicy programowej.

W znacznym stopniu pozbawione tych wad są elektroniczne maszyny cyfrowe. Zasadniczą jakościową różnicą tych maszyn w porównaniu z maszynami systemu kart dziurkowanych jest znacznie większa szybkość wykonywania działań arytmetycznych, zdolność wykonywania wielu działań logicznych oraz automatyczne wykonywanie całego kompleksu operacji obliczeniowych bez ingerencji człowieka. Dzięki temu elektroniczne maszyny cyfrowe (EMC) potrafią wykonać wiele takich prac, którym maszyny oparte na konstrukcji elektromechanicznej nie są w stanie podołać.

O maszynach elektronowych mówi się u nas szczególnie ostatnimi czasy bardzo dużo i bardzo różnie. Jedni twierdzą, że z chwilą wynalezienia maszyn elektronowych zdolnych do wykonywania obliczeń z zawrotną szybkością kilku czy nawet kilkuset tysięcy operacji na sekundę, nastąpił bezpowrotny zmierzch wszelkich innych urządzeń i maszyn liczących i że trzeba je czym prędzej złożyć w muzeum obok kołowrotka i sochy. Inni,na odwrót, skłonni są mniemać, że obserwowany na całym świecie pęd do produkcji i stosowania maszyn elektronowych jest dziecięcą chorobą uczonych, czy przemijającą modą lansowaną przez młodych matematyków oderwanych od życia.

Jak to jest z tymi maszynami naprawdę? Jaką rolę spełniają one już dziś i co obiecują człowiekowi na przyszłość? Nim poddam pod rozwagę czytelnika pewne wnioski, ośmielę się zachęcić go do uważnego przeczytania poniższego, pobieżnego bodaj omówienia zasad działania maszyn elektronicznych i możliwości ich zastosowania.

2. Ogólne zasady pracy elektronicznych maszyn cyfrowych

Z punktu widzenia konstrukcji maszyna elektroniczna jest urządzeniem dość skomplikowanym, w związku z czym trudno było by tutaj wyczerpująco tę sprawę omawiać. Nie o to nam zresztą chodzi. Naszym zadaniem jest ogólne bodaj zorientowanie się w zasadach działania tych maszyn, abyśmy na tym tle mogli wyrobić sobie pogląd, co do możliwości ich zastosowania oraz ich znaczenia dla dalszego rozwoju nauki i gospodarki.

Wprawdzie maszyna elektroniczna konstrukcyjnie różni się zasadniczo od omówionych poprzednio maszyn, tym niemniej ogólne zasady ich pracy mają wiele cech wspólnych. Z tego względu przy omawianiu maszyn elektronicznych będziemy się uciekać stale do analogii z poprzednio omawianymi maszynami. Spróbujemy w szczególności rozpatrzyć pracę maszyny elektronicznej, porównując ją z pracą np. maszyny czterodziałaniowej (arytmometru). W tym celu przypomnijmy sobie, w jaki sposób odbywa się czynność liczenia za pomocą arytmometru z zaakcentowaniem pewnych elementów, na które mało zwracaliśmy uwagę przy pracy na arytmometrze, a które odgrywają bardzo ważną rolę w pracy maszyny elektronicznej.

Przypuśćmy, że mamy wykonać następujące działanie:

$$x = \frac{5 \cdot 7 + 25}{2 \cdot 3} + 13 - 2$$

Działanie to jest oczywiście dziecinnie łatwe i moglibyśmy je wykonać w ciągu paru sekund "w pamięci" nie uciekając się do pomocy nie tylko maszyny elektronowej, ale nawet arytmometru. Zadanie jednak wyglądało by znacznie trudniej gdybyśmy musieli wykonać nie jedno, a np. parę tysięcy lub więcej podobnych działań. Prócz tego w praktyce mamy do wykonania o wiele bardziej skomplikowane działania. Spróbujmy prześledzić, w jaki sposób przytoczone zadanie będzie rozwiązywane za pomocą arytmometru. Założymy przy tym, że zadanie to nie chcemy lub nie możemy sami wykonać, w związku z czym powierzamy je operatorowi arytmometru, który będzie wykonywał obliczenia ściśle według napisanej przez nas instrukcji.

Szczegółowość tej instrukcji będzie zależała od kwalifikacji i poziomu umysłowego pracownika, któremu powierzamy wykonanie obliczeń.

Przypuśćmy, że pracownik ten nie ma żadnych kwalifikacji i umie jedynie czytać, ale jest za to bardzo skrupulatny przy wykonywaniu wszystkich tych czynności, które mu się napisze w formie dokładnej instrukcji. Przy takim założeniu instrukcja rozwiązania przytoczonego wyżej zadania powinna brzmieć:

1) pomnożyć 5 przez 7, do otrzymanego iloczynu dodać 25 i otrzymany wynik przejściowy zapisać na kartce papieru w wierszu 1,

2) pomnożyć 2 przez 3 i wynik zapisać na kartce papieru w wierszu 2,

3) liczbę zapisaną na kartce papieru w wierszu 1 podzielić przez liczbę zapisaną na tej samej kartce papieru w wierszu 2,

4) do otrzymanego wyniku (ilorazu) dodać liczbę 13,

5) od otrzymanego wyniku odjąć liczbę 2,

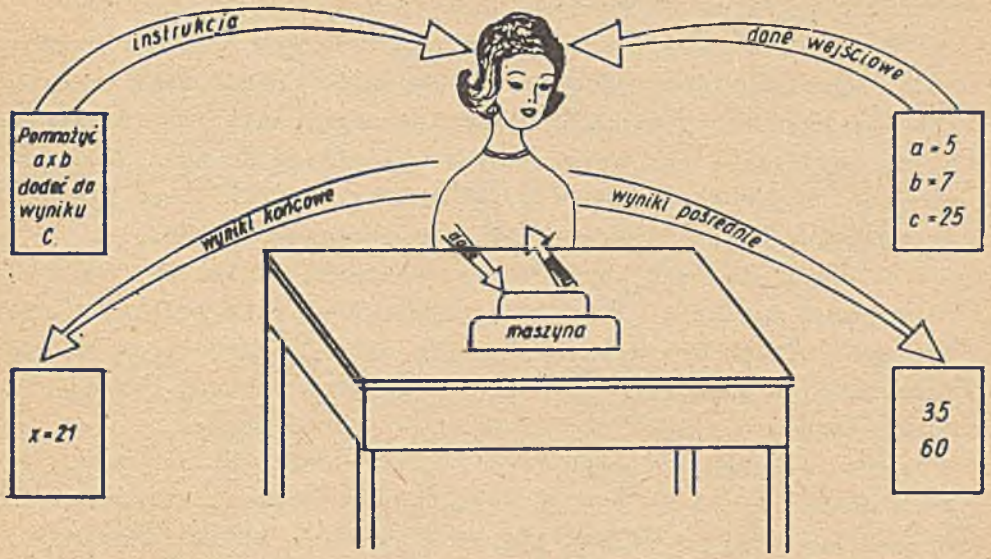
6) zapisać wynik obliczenia (x) na formularzu wynikowym w wierszu 1.

Mając przed sobą tak szczegółową instrukcję operator przystąpi do wykonania zadania. Posługując się klawiaturą arytmometru wprowadzi do maszyny poszczególne liczby lub jak mówimy "dane wejściowe". Następnie uruchomi maszynę (za pomocą korbki - w maszynie ręcznej lub klawisza silnikowego w maszynie elektrycznej) i będzie kontrolował działanie urządzeń liczących (mechanizmu nastawczego, licznika obrotów i licznika wyników) arytmometru. Po obliczeniu wyniku cząstkowego zgodnie z instrukcją zapisze go na papierze w oznaczonym wierszu, "zapamiętując" go w ten sposób do chwili, kiedy potrzebny mu będzie do dalszych obliczeń. Po obliczeniu wyniku końcowego - zapisze go na formularzu wynikowym, tzn. jak gdyby wyprowadzi wynik końcowy z maszyny na odpowiedni arkusz papieru. Taki sposób prowadzenia obliczeń pokazany jest na rys.39.

Dokładnie według takiego samego schematu wykonuje obliczenia maszyna elektroniczna. Ponieważ jednak maszyna ta działa automatycznie bez udziału człowieka, to rolę operatora, który w naszym schemacie pokazanym na rys.39 kierował lub jak mówimy sterował procesem obliczenia, odczytu i zapisu - w maszynie elektronicznej spełnia specjalne urządzenie automatyczne zwane urządzeniem sterującym.

Jeszcze na jedną rzecz należy zwrócić uwagę przy tej okazji. Chociaż często słyszymy o "nadzwyczajnej mądrości" maszyny elektronowej, o "mózgu elektronowym" sprawniejszym od człowieka, w rzeczywistości najmniej nawet wykształcony i najbardziej ubogi umysłowo operator maszyny liczącej jest nieporów-

nanie mądrzejszy od najbardziej doskonałego urządzenia sterującego maszyny elektronowej. Słusznie ktoś zwrócił uwagę, że najprymitywniejszy i zacofany urzędnik kierujący maszyną do



Rys.39. Schemat logiczny wykonania obliczeń za pomocą arytmometru

liczenia jest Einstejnem w zestawieniu z najdoskonalszą nawet maszyną elektronową. Z chwilą jednak, kiedy maszynie tej napisze się dokładną instrukcję w taki sposób, aby ją maszyna mogła zrozumieć, to pod względem szybkości i dokładności wykonywania obliczeń nie jest jej w stanie dorównać żaden najgenialniejszy nawet umysł ludzki.

Wróćmy jednak do charakterystyki pracy maszyny elektronowej mając przed oczyma schemat pokazany na rys.39.

Przy obliczeniach na arytmometrze najważniejszą rolę odgrywa człowiek (operator), decydujący o tym kiedy uruchomić maszynę, jakie działanie wykonać, gdzie zapisać wyniki pośrednie i wreszcie, gdzie i w jaki sposób zapisać wyniki końcowe. W maszynie elektronicznej funkcję tę, jak wspominaliśmy,spełnia urządzenie sterujące. Mówiąc najogólniej zadaniem tego urządzenia jest interpretacja napisanej przez człowieka in-

strukcji[1], zamiana tych instrukcji na odpowiednie impulsy elektryczne pobudzające do działania poszczególne części maszyny zgodnie z intencją instrukcji oraz ogólne kierowanie i kontrola pracy całej maszyny.

Rolę palców operatora oraz klawiatury wykonujących czynność "wprowadzania" danych wejściowych do arytmometru w maszynie elektronowej spełniają specjalne urządzenia zwane urządzeniami wejścia. Z ich pomocą można wprowadzić do maszyny zarówno dane liczbowe potrzebne w toku obliczeń, jak i sam program określający sposób i kolejność wykonywania obliczeń.

W schemacie pokazanym na rys.39 bierze udział sam arytmometr, tzn. mechanizm liczący maszyny. Jego rola polega na wykonaniu działań arytmetycznych. Analogiczne urządzenie ma również maszyna elektronowa. Nosi ono zresztą również bardzo podobną nazwę, a mianowicie urządzenie arytmetyczne.

Przy wykonywaniu dłuższego ciągu obliczeń bardzo ważną rolę w obliczeniach za pomocą arytmometru odgrywa podręczny arkusz papieru, na którym operator zapisuje sobie pośrednie wyniki obliczeń, które biorą następnie udział w dalszych obliczeniach jako liczby wejściowe, służące do następnych działań. W niektórych przypadkach operator polegający na swojej pamięci nie musi wszystkiego zapisywać. Maszyna elektronowa nie potrafi niczego "pamiętać" w taki sposób, w jaki zdolna jest do tego świadoma istota ludzka, dlatego maszyna musi sobie zapisywać każdą informację po to, aby mogła z niej korzystać wtedy, kiedy to okaże się potrzebne. Takie urządzenie, w którym maszyna "zapisuje sobie" wyniki przejściowe oraz instrukcje wykonania obliczeń nazywa się urządzeniem pamięciowym lub krótko pamięcią maszyny.

W pamięci maszyna zapisuje również wszystkie dane wejściowe biorące udział w obliczeniach.

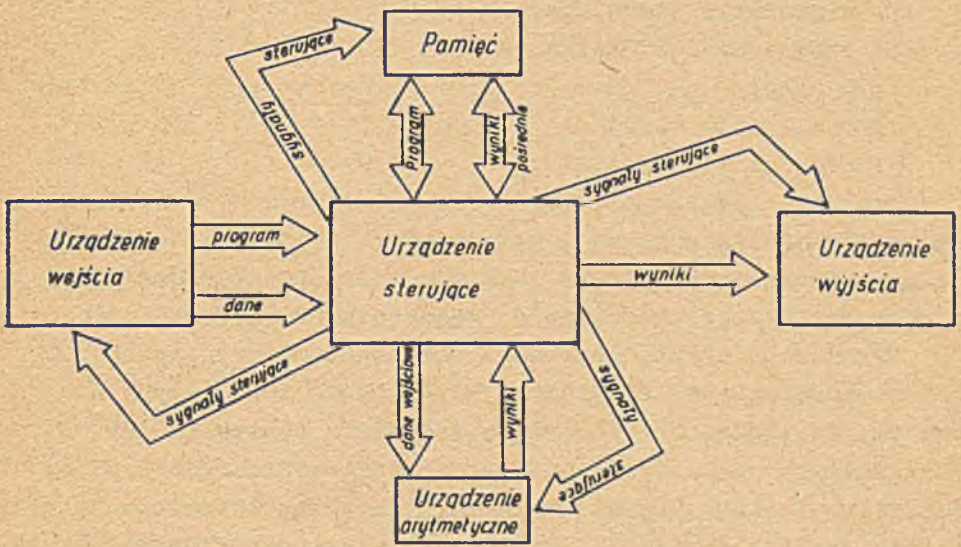
Celem wykonywania obliczeń jest otrzymanie odpowiednich wyników końcowych zapisanych w formie zestawień, tablic itp. W schemacie pokazanym na rys.39 wyniki takie zapisywał "od rę-

---

[1] Instrukcje dla maszyn elektronicznych określające w sposób jednoznaczny kolejność i sposób wykonania poszczególnych czynności nazywa się programem, a sama czynność opracowania instrukcji - programowaniem.

ki" sam operator po odczytaniu odpowiednich danych z liczników maszyny. W maszynie elektronowej analogiczną rolę odgrywa specjalne urządzenie zwane urządzeniem wyjścia.

Tak więc wymieniliśmy wszystkie najważniejsze części składowe elektronicznej maszyny cyfrowej. To samo możemy zobrazować za pomocą krótkiego schematu graficznego - patrz rys.40.



Rys.40. Najważniejsze części składowe elektronicznej maszyny cyfrowej i ich współpraca

Ogólny schemat działania maszyny pokazanej na rys.40 jest następujący. Za pośrednictwem urządzenia wejścia do maszyny wprowadza się program pracy będący szczegółowym wykazem instrukcji określających sposób wykonania każdej poszczególnej czynności przez maszynę. To samo urządzenie wejścia wprowadza również dane wejściowe (liczby) potrzebne do obliczeń. Urządzenie sterujące zgodnie ze wskazaniami instrukcji kieruje dane do pamięci "na przechowanie", następnie z pamięci pobiera je kierując do urządzenia arytmetycznego, które wykonuje zadane działania arytmetyczne. Z urządzenia arytmetycznego wyniki przesyłane są:

a) do pamięci, jeśli mają one charakter wyników pośrednich i będą brały udział następnie w dalszych obliczeniach,

b) do urządzenia wyjścia, jeśli są to wyniki końcowe, które trzeba wyprowadzić z maszyny w odpowiedniej formie (np. wydrukować na arkuszu papieru).

Z tego co powiedzieliśmy wynika, że elektroniczna maszyna cyfrowa składa się z kilku różnych urządzeń, z których najważniejszymi są:

1) urządzenie sterujące,
2) urządzenie arytmetyczne,
3) pamięć,
4) urządzenie wejścia,
5) urządzenie wyjścia.

Tak więc maszyna elektroniczna, mimo że mówimy o niej często w liczbie pojedynczej, składa się z kilku urządzeń połączonych przewodami elektrycznymi, z których każde spełnia określoną funkcję na rozkaz z urządzenia sterującego.

Urządzenie sterujące wraz z urządzeniem arytmetycznym umieszczone są zwykle razem w jednej obudowie i nazywa się je czasem, ze względu na ich rolę, jednostką centralną. Pamięć (zależnie od jej rodzaju) wykonuje się w postaci oddzielnej szafy lub w jednej szafie razem z jednostką centralną. Urządzenia wejścia i wyjścia spotyka się z zasady w formie osobnych urządzeń. Często nazywa się je urządzeniami peryferyjnymi maszyny elektronicznej.

Oprócz omówionych urządzeń każda maszyna elektroniczna ma również tzw. pulpit sterujący lub stolik operatora, za pośred-

Rys.41. Ogólny widok elektronicznej maszyny cyfrowej

nictwem którego obsługujący maszynę człowiek może kontrolować pracę maszyny. Ogólny widok maszyny elektronicznej średnich rozmiarów pokazany jest na rys.41.

Po ogólnym omówieniu zasad pracy maszyny elektronicznej spróbujemy nieco bardziej dokładnie rozpatrzyć poszczególne jej urządzenia.

3. Sposoby wprowadzania danych do elektronicznej maszyny cyfrowej (urządzenia wejścia)

Niektóre sposoby wprowadzania danych do maszyn liczących są nam już znane. Są to np. dźwignie w arytmometrach dźiwgniowych lub klawisze cyfrowe w innych maszynach liczących. Obydwa te sposoby nazywaliśmy jak pamiętamy ręcznym wprowadzeniem danych.

Podstawową wadą tych sposobów jest duża możliwość popełnienia błędów oraz - co jest niemniej ważne - niewielka szybkość. W warunkach, kiedy dane do maszyny wprowadza się ręcznie bez znaczenia jest przyspieszenie pracy samej maszyny. W tych warunkach ogólna wydajność obliczeniowa pozostaje niewysoka ze względu na to, że samo wprowadzanie danych zajmuje do 80 i więcej procent ogólnego czasu pracy maszyny.

Zastosowanie automatycznego odczytu informacji z kart dziurkowanych zmieniło sytuację w radykalny sposób. Wydajność obliczeniowa maszyn opartych na odczycie danych z karty dziurkowanej wzrosła niepomiernie.

Szybko okazało się jednak, że zwiększenie możliwości wprowadzania danych nie szło w dostatecznym stopniu w parze ze zwiększeniem szybkości mechanizmów liczących. Maszyna mogłaby wprowadzać dane z kart znacznie prędzej niż urządzenia liczące, oparte w dużej mierze na elementach mechanicznych, mogły te dane policzyć. Zastosowanie maszyn elektronicznych usunęło, jak wiemy, ten brak.

Łatwo sobie wyobrazić, że ręczne wprowadzanie danych do maszyny elektronicznej nie miało by żadnego praktycznego sensu. Jej ogromna zdolność obliczeniowa może być wykorzystana

jedynie w przypadku zastosowania automatycznego wprowadzania danych[1].

Najbardziej rozpowszechnionymi sposobami automatycznego wprowadzania danych do maszyn elektronicznych są:

- karty dziurkowane,
- taśma dziurkowana,
- taśma magnetyczna.

Ponieważ wszystkie te sposoby pozwalają wprowadzać dane do maszyn, tzn. dostarczają maszynie informacji, to karty dziurkowane, taśmy dziurkowane i taśmy magnetyczne nazywa się również nośnikami informacji.

Karty dziurkowane

O karcie dziurkowanej mówiliśmy już w rozdziale poprzednim przy omawianiu maszyn systemu kart dziurkowanych. Taki sam system stosuje się również przy pracy maszyn elektronicznych. Mimo wynalezienia innych systemów, karty dziurkowane jako bardzo wygodny sposób wprowadzania informacji wejściowej stosuje się w większości elektronicznych maszyn liczących.

Odczytu danych z kart można dokonywać za pomocą szczotek odczytujących, podobnie jak w maszynach systemu kart dziurkowanych, lub za pomocą metody fotoelektrycznej. Zasada odczytu fotoelektrycznego polega na tym, że karta przesuwa się pomiędzy silnym źródłem światła a soczewką, z drugiej strony której umieszczona jest komórka fotoelektryczna mająca właściwość emitowania impulsów prądu w momencie jej oświetlenia. Jeśli w określonym miejscu karty znajduje się dziurka oznaczająca odpowiednią informację (cyfrową lub literową), to przepuści ona strumień światła na fotokomórkę, która wyda krótki impuls prądu wprowadzający do maszyny wydziurkowaną w karcie informację.

Urządzenia odczytujące stosowane obecnie pozwalają na odczyt od 100 do 800 i więcej kart na minutę (zależnie od typu maszyny). Jeśli uwzględnimy, że w każdej karcie 80-kolumnowej

---

[1] Wprawdzie w wielu elektronicznych maszynach cyfrowych istnieje również możliwość wprowadzania danych za pomocą ręcznej klawiatury, odgrywa ono jednak wyłącznie rolę pomocniczą i stosowane jest głównie przy kontroli pracy maszyny oraz sprawdzaniu programu.

można wydziurkować 80 cyfr, to za pomocą podobnych urządzeń można w ciągu 1 sekundy wprowadzić do maszyny informację zawierającą od 130 do 1000 i więcej znaków cyfrowych.

Mimo że na pierwszy rzut oka szybkość taka wydaje się bardzo imponująca, to jak zobaczymy później nie jest ona tak wielka w porównaniu z możliwościami obliczeniowymi tych maszyn.

Taśmy dziurkowane

Taśmę dziurkowaną zastosowano po raz pierwszy w urządzeniach telegraficznych do przekazywania informacji na odległość.

W taśmie dziurkowanej, podobnie jak na kartach, dane (cyfry lub litery) zapisuje się w postaci odpowiedniej kombinacji dziurek. Jeden z rodzajów taśmy pokazano na rys.42.

Rys.42. Taśma dziurkowana 5-kanałowa

Jak widać z rys.42 taśma dziurkowana stanowi wąski (17,5 mm) pasek papieru, w poprzek którego może być wydziurkowane od 1 do 5 okrągłych dziurek, co pozwala przedstawić 32 różnych znaków (cyfr lub liter). Rząd dziurek o mniejszej średnicy biegnący przez środek taśmy służy do ułatwienia przesuwania taśmy pod urządzeniem odczytującym. Ponieważ na szerokości taśmy pokazanej na rys.42. wydziurkować można 5 rzędów dziurek, to taśmę taką nazywamy taśmą 5-rządkową lub 5-kanałową.

Za pomocą odpowiedniej kombinacji dziurek w jednym rzędzie poprzecznym można zapisać jedną cyfrę lub literę. Dla zapisu liczby 6-cyfrowej trzeba wydziurkować 6 kolejnych rzędów taśmy, dla zapisu słowa 10-literowego - 10 - rzędów taśmy itp.

Sposób oznaczenia poszczególnych liter lub cyfr na taśmie za pomocą odpowiedniej kombinacji

Rys.43. Cyfry od 0 do 9 wydziurkowane na taśmie 5-kanałowej

dziurek nazywamy kodem dziurkowania. Różne firmy produkujące aparaturę telegraficzną i maszyny biurowe stosują różne systemy dziurkowania taśmy (różne kody dziurkowania). Do najbardziej rozpowszechnionych należy Międzynarodowy Alfabet Telegraficzny nr 2. Zapis kolejnych cyfr od 0 do 9 według tego kodu przedstawiono na rys.43 (patrz str.123).

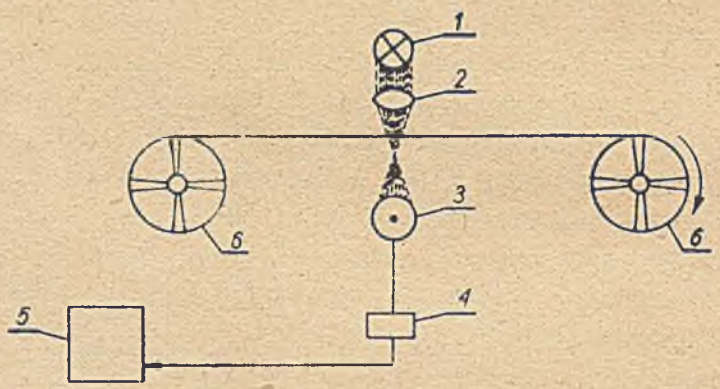
Oprócz taśmy 5 - kanałowej w maszynach elektronicznych stosuje się taśmy 6- 7- a nawet 8- kanałowe.

Taśmę otrzymuje się zwykle w następujący sposób:

1) za pomocą specjalnej dziurkarki klawiszowej;

2) przez podłączenie urządzenia do dziurkowania taśmy do maszyn biurowych, np. do elektrycznej maszyny do pisania lub do maszyny liczącej. W tym przypadku na maszynie sporządza się odpowiednie dokumenty lub wykonuje obliczenia a równocześnie potrzebne dane w sposób automatyczny dziurkuje się na taśmie papierowej;

3) za pomocą dalekopisu. Przy stosowaniu do przekazywania danych na odległość aparatów telegraficznych (dalekopisów) w punkcie odbiorczym, równocześnie z wypisaniem informacji na taśmie papierowej lub arkuszu papieru, można dziurkować taśmę, zawierającą tę samą informację w formie odpowiedniej kombinacji dziurek.



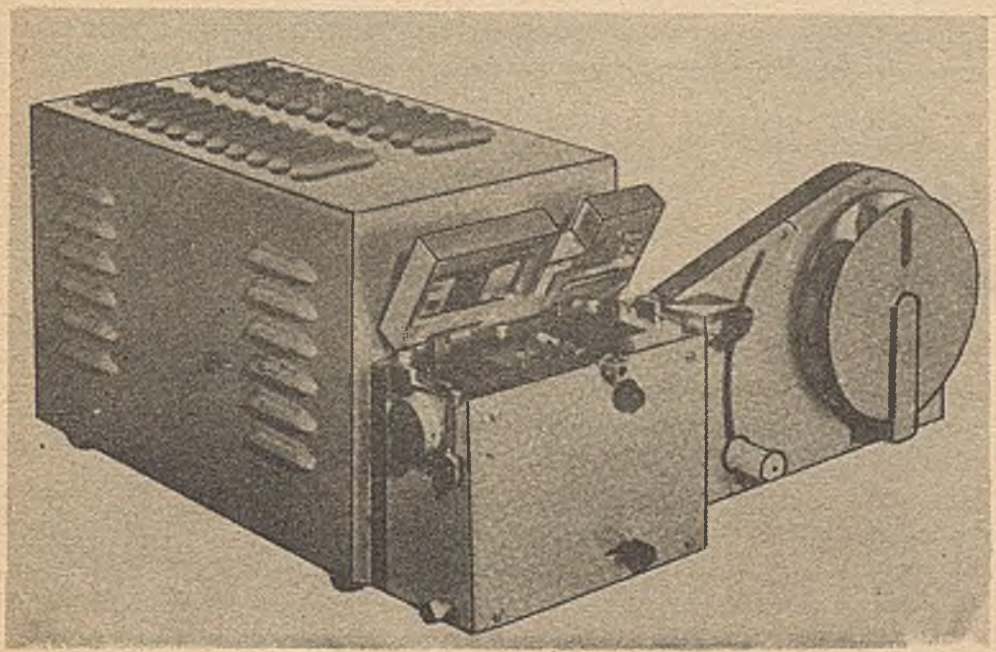
Rys.44. Zasada odczytu fotoelektrycznego z taśmy dziurkowanej

1- lampa elektryczna, 2- soczewka, 3- fotoelement, 4- wzmacniacz impulsów elektrycznych, 5- maszyna elektroniczna, 6- szpula z taśmą dziurkowaną

Dla wprowadzenia danych do maszyny elektronicznej za pomocą taśmy dziurkowanej używane są specjalne urządzenia odczytujące zwane czytnikami taśmy. Urządzenia te pracują zwykle na zasadzie odczytu fotoelektrycznego - patrz rys.44.

Czytnik taśmy ma urządzenie mechaniczne do przesuwania taśmy pod urządzeniem odczytującym, które składa się z żarówki (1) soczewki skupiającej (2) oraz fotoelementu (3) i wzmacniacza (4). Urządzenie odczytujące bada poszczególne kolumny taśmy. W miejscach, w których wydziurkowane są w taśmie dziurki przechodzi strumień świetlny, który pada na fotoelement (3) emitujący pod wpływem światła impulsy elektryczne, które po odpowiednim wzmocnieniu w urządzeniu wzmacniającym (4) przechodzą do maszyny elektronicznej.

Jeden z modeli czytników taśmy pokazano na rys.45.



Rys.45. Czytnik taśmy dziurkowanej marki Facit model ETR 500

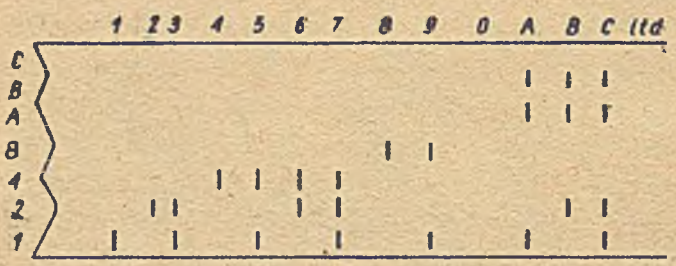
Przy zastosowaniu taśmy dziurkowanej można wprowadzić do maszyny elektronowej od 200 do 1 000 znaków (cyfrowych lub literowych) na sekundę.

Taśmy magnetyczne

Taśma magnetyczna używana w maszynach elektronowych jest podobna do taśmy magnetofonowej służącej do zapisywania muzyki. Jest to długa (zwykle do kilkuset metrów) taśma plastikowa pokryta pyłkiem tlenku żelaza, tlenku kobaltu lub innym materiałem ferromagnetycznym, posiadającym zdolność namagnesowania poszczególnych odcinków powierzchni pod wpływem impulsów elektrycznych, przechodzących przez uzwojenia specjalnych głowic magnetycznych.

Szerokość taśm magnetycznych stosowanych w maszynach elektronicznych waha się od 1/4 do 1 cala (1 cal = 2,54 cm).

Istnieje wiele sposobów zapisu informacji (cyfrowej i literowej) na taśmie. Zastosowanie kilku (np. siedmiu) głowic czytająco-zapisujących umieszczonych jedna nad drugą na całej szerokości taśmy pozwala zapisać informację na taśmie magnetycznej w podobny sposób, jak na taśmie dziurkowanej 7-kanałowej, z tym że w taśmie magnetycznej rolę dziurek spełniają maleńkie punkciki namagnetyzowanej powierzchni taśmy. Przy zapisie taśma magnetyczna przesuwa się wzdłuż szeregu głowic, w których pojawiają się impulsy prądu magnetyzujące odpowiednie odcinki powierzchni taśmy.



Rys.46. Sposób zapisu danych na taśmie magnetycznej. Czarne kreseczki symbolizują umownie namagnetyzowane punkty powierzchni taśmy

Jeśli przyjmiemy umownie, że poszczególne odcinki namagnetyzowanej powierzchni taśmy oznaczymy za pomocą czarnej kreseczki, to sposób zapisu informacji na taśmie magnetycznej można wytłumaczyć na podstawie rys.46.

Dla odczytania informacji zapisanej na taśmie i wprowadzenia jej do maszyny taśma przesuwa się (podobnie jak przy zapisie) wzdłuż systemu głowic odczytujących. W czasie ruchu taśmy namagnetyzowane odcinki taśmy wzbudzają w uzwojeniach gło-

wic odczytujących słabe impulsy prądu, które po odpowiednim wzmocnieniu przesyłane są do maszyny elektronicznej.

Za pomocą taśmy magnetycznej, w ciągu jednej sekundy wprowadzić można do maszyny elektronicznej od 15-70 tys. i więcej znaków cyfrowych. Taśma magnetyczna jest obecnie najszybszym środkiem wprowadzenia danych do elektronicznych maszyn cyfrowych.

Karty i taśmy dziurkowane oraz taśmy magnetyczne należą do najbardziej rozpowszechnionych środków wprowadzenia danych do maszyn. Może powstać uzasadnione pytanie, który z tych sposobów jest najlepszy. Na takie pytanie nie można dać dotąd jednoznacznej odpowiedzi; żaden z podanych trzech sposobów nie ma takiej przewagi nad pozostałymi, aby je wyeliminować. Znaczy to, że każdy sposób ma pewne zalety i wady.

Z punktu widzenia szybkości odczytu bezkonkurencyjnie wypada taśma magnetyczna - 15 000 - 70 000 znaków na sek. w porównaniu z 270 znaków na sek. przy odczycie z kart i ok. 400 znaków przy odczycie z taśmy. Taśma magnetyczna jest również najbardziej oszczędna pod względem wykorzystania miejsca, tak np. na 1 cm taśmy magnetycznej można zapisać od 40 do 200 znaków, tymczasem na 1 cm taśmy dziurkowanej - tylko 4 znaki. Jeszcze mniej oszczędna pod względem wykorzystania powierzchni jest karta dziurkowana. Na jednej rolce (około 700 m) taśmy magnetycznej można zapisać informacje zawierającą do 14 mln znaków. Dla zapisu analogicznej według rozmiarów informacji trzebaby 35 km taśmy dziurkowanej lub 175 tys. kart o ciężarze ponad 500 kg.[1]).

Dużą zaletą taśmy magnetycznej jest to, że można na niej informację zapisywać wielokrotnie. Przy zapisie nowej informacji stara zostaje w sposób automatyczny skasowana. Z drugiej jednak strony taśma magnetyczna ma wiele wad. Do najważniejszych należą: jej wysoki koszt, niemożliwość odczytu bez stosowania specjalnych urządzeń, trudność kontroli prawidłowości

---

1) W formie ciekawostki można podać, że "Trylogia" Sienkiewicza zawierająca około 800 tys. słów zapisana na taśmie magnetycznej zajęłaby około 200 m taśmy, a na jej przeczytanie z taśmy magnetycznej maszyna potrzebowałaby tylko około 3 minut.

zapisu oraz niebezpieczeństwo bezpowrotnej utraty pewnej części informacji w przypadku uszkodzenia taśmy.

Z punktu widzenia ceny porównanie różnych środków wprowadzenia danych najkorzystniej wypada dla taśmy dziurkowanej. Urządzenia do dziurkowania i odczytu taśmy dziurkowanej są stosunkowo mniej skomplikowane i niedrogie. Wadą stosowania taśmy dziurkowanej jest trudność dostępu do określonych części informacji ze względu na konieczność przewijania taśmy oraz pewne utrudnienie w nanoszeniu poprawek wymagające przecinania i klejenia taśmy.

Najczęściej przy wprowadzeniu danych do maszyn elektronicznych stosowane są obecnie karty dziurkowane. Tłumaczy się to częściowo przyzwyczajeniem wyrobionym w ciągu wielu lat stosowania kart dziurkowanych przy maszynach elektromagnetycznych, jak również wieloma innymi istotnymi zaletami, jakie mają karty w porównaniu z innymi środkami.

Karty dziurkowane mają niewątpliwą przewagę nad pozostałymi nośnikami informacji z punktu widzenia łatwości dostępu do informacji. Poszczególną kartę łatwo wyjąć ze zbioru, przeczytać, w razie potrzeby na jej miejsce wydziurkować inną kartę. Dużą zaletą stosowania kart jest możliwość wstępnego uporządkowania (sortowania) informacji przed jej wprowadzeniem do maszyny itp.

W celu maksymalnego wykorzystania wszystkich zalet poszczególnych nośników informacji zależnie od konkretnych warunków stosuje się różne sposoby automatycznego przejścia z jednego nośnika informacji na inny. Na przykład są w użyciu maszyny, które pozwalają z dużą wydajnością dziurkować karty na podstawie taśmy i na odwrót taśmę na podstawie kart, stosuje się maszyny tłumaczące zapis z kart lub taśmy dziurkowanej na taśmę magnetyczną itd.

4. Urządzenia "pamięciowe" elektronicznych maszyn cyfrowych

Pamiętamy, że przy obliczeniach za pomocą arytmometru operator korzystał z papieru do zapisywania instrukcji wykonania poszczególnych zadań oraz rejestrowania danych wejściowych i

wyników pośrednich oraz wyników końcowych. Podobnie elektroniczna maszyny cyfrowa ma specjalne urządzenie przeznaczone do przechowywania instrukcji oraz zapisu danych cyfrowych i alfabetycznych biorących udział w obliczeniach. Urządzenia te nazywają się urządzeniami pamięciowymi lub krótko pamięcią elektronicznych maszyn cyfrowych.

Po to, aby maszyna mogła nie tylko zapisać informacje, ale i skorzystać z niej, tzn. odczytać w miarę potrzeby dane ściśle określone musi ona "wiedzieć", gdzie jaka informacja została zapisana.

W tym celu cała pamięć w maszynie podzielona jest umownie na niewielkie odcinki zwane komórkami lub miejscami pamięci. W każdej komórce pamięci można zapisać odpowiednią cząsteczkę informacji zwaną słowem.

Każda komórka pamięci ma ściśle określoną lokalizację (numer) zwaną adresem. Maszyna zapisuje w pamięci poszczególne słowa pod wskazany jej adres oraz odczytuje dane według podanego jej adresu.

Podstawowymi właściwościami, według których oceniamy pamięć maszyny jest jej pojemność oraz możliwa do osiągnięcia prędkość zapisu i odczytu danych. Przez pojemność pamięci rozumiemy liczbę słów, która może być w niej zapisana ("zapamiętana"). Im pamięć jest większa pod względem pojemności, tym większą wydajność obliczeniową ma maszyna.

Drugą ważną cechą urządzenia pamięciowego jest czas, jaki potrzebuje maszyna na odczytanie jednostki informacji z pamięci. Czas odczytu z pamięci obejmuje zarówno czas samego czytania, jak i czas, jaki traci się na odszukanie odpowiedniej komórki pamięci według wskazanego adresu.

Czas ten nazywa się czasem dostępu do pamięci.

Ponieważ bardzo trudno skonstruować pamięć, która by sprostała wymaganiom zarówno pod względem dużej pojemności, jak i dostatecznie krótkiego czasu dostępu instaluje się w maszynach zwykle dwa rodzaje pamięci: tzw. pamięć wewnętrzną (zwaną również pamięcią szybką lub operacyjną) oraz pamięć pośrednią. Niektóre typy maszyn mają jeszcze trzeci rodzaj pamięci - tzw. pamięć zewnętrzną.

Pamięć operacyjna ma zwykle stosunkowo niedużą pojemność (od 100 do 4 000 słów), lecz za to charakteryzuje ją bardzo mały czas dostępu wynoszący 5 - 10 mikrosekund 1 mikrosekunda = 1 milionowa część sekundy), co oznacza, że maszyna potrafi zapisać lub odczytać z pamięci 100 000 do 200 000 słów w ciągu sekundy.

Dla pamięci pośredniej charakterystyczny jest nieco większy czas dostępu wynoszący od 10 do 20 i więcej milisekund (1 milisekunda = 1 tysięczna część sekundy), lecz za to ma znaczenie większą pojemność wynoszącą od 10 000 do 100 000 i więcej słów.

Pamięć zewnętrzna jest jeszcze wolniejsza od pamięci pośredniej (odznacza się większym czasem dostępu), posiada jednakże bardzo dużą pojemność rzędu kilku lub nawet kilkudziesięciu milionów słów.

W czasie pracy maszyna dokonuje ciągłej wymiany informacji pomiędzy pamięcią operacyjną, pamięcią pośrednią i zewnętrzną. Ta informacja, która niezbędna jest do wykonania najbliższych operacji przepisywania jest z pamięci pośredniej do pamięci szybkiej, a wyniki obliczeń nie biorące udziału w najbliższych operacjach przesyłane są do pamięci pośredniej lub zewnętrznej.

Technicznych sposobów wykonania urządzeń pamięciowych maszyn elektronicznych jest wiele. Wspomnijmy jedynie o trzech najszerzej stosowanych:

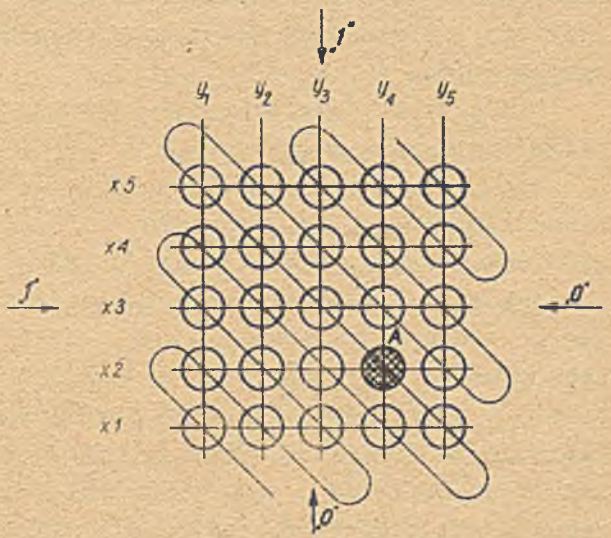
- pamięć na rdzeniach ferrytowych,
- pamięć na bębnie magnetycznym,
- pamięć na taśmach magnetycznych.

Pamięć ferrytowa składa się z pierścieni (o średnicy zewnętrznej 1,3 - 3 mm) nanizanych na druty w ten sposób jak to pokazano na rys.47.

Przez każdy rdzeń ferrytowy przechodzą trzy druty: pionowy (y), poziomy (x) oraz jeden drut, przechodzący przez wszystkie rdzenie po przekątnej. Rdzenie zrobione są ze specjalnego materiału magnetycznego - ferrytu, który ma właściwość namagnetyzowania się, jeśli przepuszczony zostanie przezeń prąd elektryczny o określonej sile, przy czym po ustaniu przepływu prądu rdzeń pozostaje w stanie namagnetyzowanym.

Dla namagnetyzowania rdzenia trzeba przepuścić w jednym kierunku impuls prądu przez oba druty (pionowy i poziomy) równocześnie.

Impuls prądu przepuszczony tylko przez jeden z tych drutów jest zbyt słaby dla namagnetyzowania rdzenia. Jednoczesny przepływ prądu przez określony drut poziomy i pionowy spowoduje namagnetyzowanie tylko jednego rdzenia, a mianowicie rdzenia znajdującego się w punkcie skrzyżowania się obydwu przewodów. Inne rdzenie pozostaną nienamagnetyzowane ze względu na to, że przepłynie przez nie jedynie połowa niezbędnego minimum prądu potrzebnego do przemagnetyzowania. Kierunek namagnetyzowania się rdzeni zależy od kierunku przepływu prądu. Umownie przyjmuje się, że jeden kierunek namagnetyzowania rdzenia znaczy zapamiętanie jedynki, a odwrotny - zapamiętanie zera. Ponieważ w maszynach elektronicznych stosowana jest arytmetyka dwójkowa, w której liczba lub znak alfabetyczny przedstawiono za pomocą ciągu jedynek i zer, to przy pomocy pamięci ferrytowej można zapisać ("zapamiętać") każdą dowolną informację liczbową lub literową.



Rys.47. Pamięć elektronicznej maszyny cyfrowej opartej na zasadzie rdzeni ferrytowych

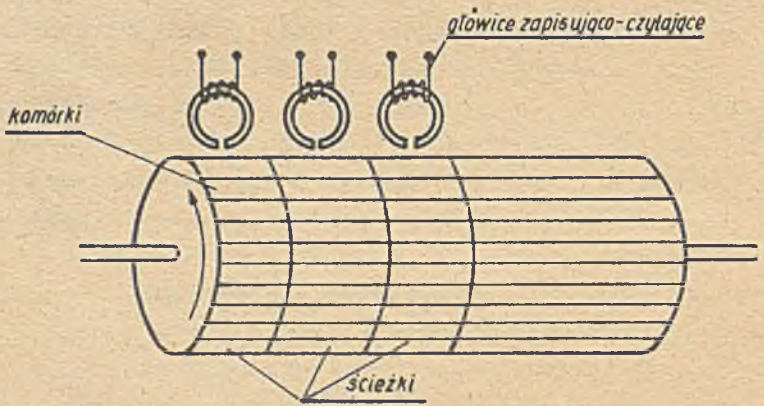
Na rys.47 zaznaczono strzałkami "jedynkowy" i "zerowy" kierunek przepływu prądu. Pokazano także, że podanie impulsu prądu na drut poziomy X_2 oraz drut pionowy Y_4 spowodowało namagnetyzowania rdzenia A, co oznacza zarejestrowanie w tym miejscu cyfry "1".

Drut przechodzący na ukos przez wszystkie rdzenie służy do odczytania zarejestrowanej informacji.

Pamięć ferrytowa należy do najlepszych urządzeń pamięciowych. Charakteryzuje ją krótki czas dostępu. W ciągu 1 sekundy w pamięci ferrytowej można zapisać lub odczytać około 100 000 danych. Pamięć ferrytowa należy także do najpewniejszych. Wadą jej jest wysoki koszt. Z tego względu stosuje się ją w maszynach elektronicznych w charakterze tzw. pamięci wewnętrznej (szybkiej) o niedużej stosunkowo pojemności od 100 do kilku tysięcy słów.

Dla zapamiętania większych zbiorów informacji stosuje się pamięć na bębnie magnetycznym.

Bęben magnetyczny ma kształt walca zrobionego z materiału niemagnetycznego, np. mosiądzu lub duraluminium, którego powierzchnia pokryta jest cienką warstwą materiału magnetycznego (tlenek żelaza, nikiel, nikiel-kobalt i inne). Bęben obraca się ze stałą dla danego typu prędkością wynoszącą u różnych bębnów od 50 do 250 obrotów na sekundę. Tuż przy powierzchni bębna (w odległości ok. 20-30 mikronów)[1] umocowane są głowice zapisująco-czytające. W czasie zapisu w głowicach przepływa impuls prądu, który magnetyzuje maleńkie odcinki powierzchni bębna w miejscu, które znajdowało się akurat naprzeciw głowicy. Szerokość bębna podzielona jest na wiele ścieżek o szerokości 1 - 4 mm. Wzór bębna oraz schemat zapisu informacji na bębnie pokazano na rys.48.



Rys.48. Schemat zapisu na bębnie magnetycznym

[1] 1 mikron = 1 tysięczna część mm.

Technika zapisu informacji na bębnie jest analogiczna do zapisu magnetycznego na taśmie magnetycznej. Bęben obraca się ze stałą prędkością w stosunku do głowic i dlatego podając na głowice impulsy prądu o różnej biegunowości w odpowiednich odstępach czasu, można utworzyć na ścieżce bębna odpowiedni ciąg punktów namagnesowanych oznaczających zera lub jedynki dwójkowego systemu liczenia. Gęstość zapisu na bębnie zależy od prędkości obrotu bębna oraz od częstotliwości podawania impulsów prądu do głowic zapisujących. Praktycznie na 1 ścieżce bębna, na odcinku o długości 1 cm zapisać można 30-60 znaków. Na całej powierzchni bębna zapisać można informację zawierającą od 10 tys. do 2 mln. znaków, co stanowi równowartość około 3 600 kart maszynowych. Do jednej maszyny elektronicznej można podłączyć kilka bębnów, dzięki czemu ogólna pojemność pamięci znacznie się zwiększa.

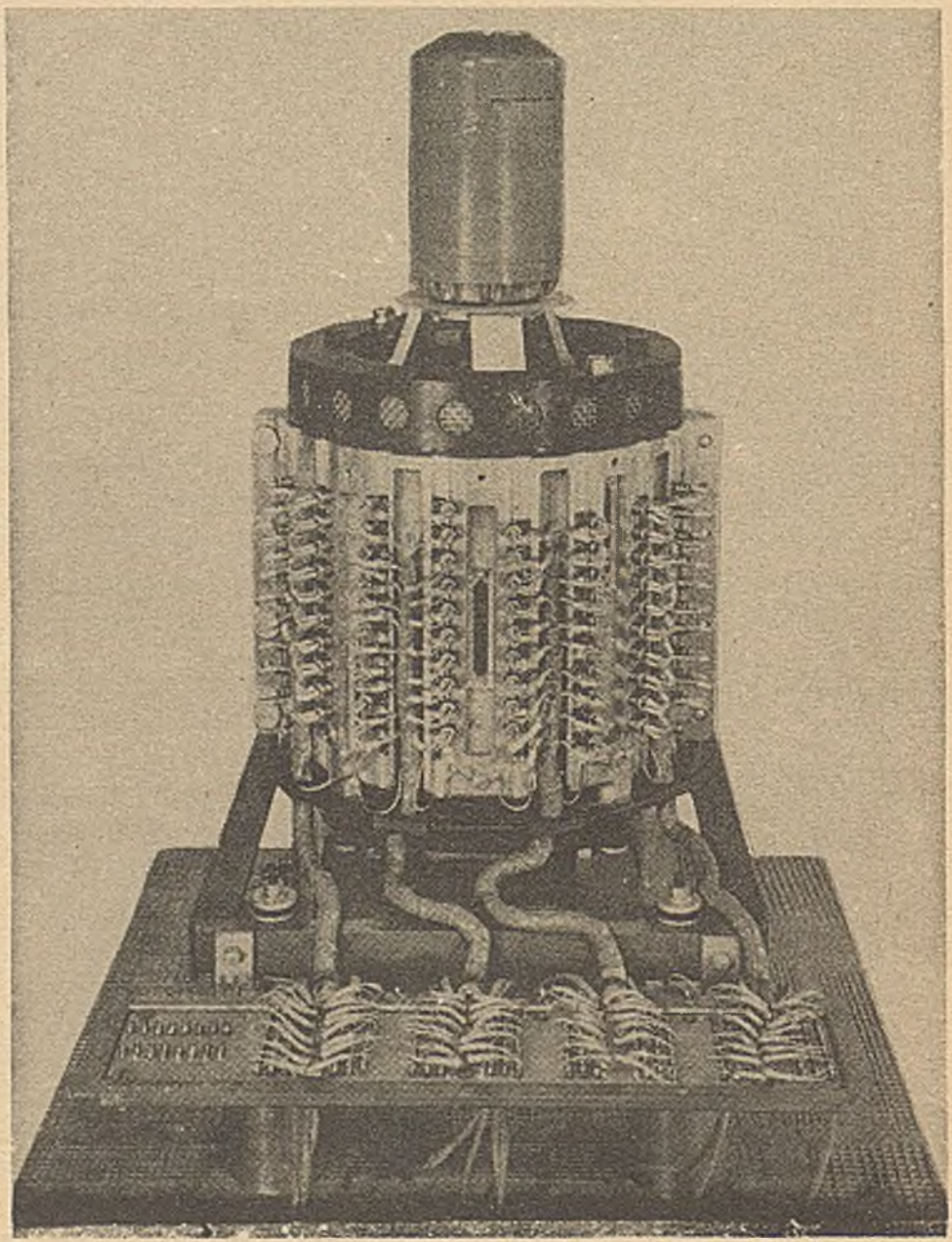
Podobnie jak pamięć zbudowana z rdzeni ferrytowych, również pamięć bębnowa podzielona jest umownie na niewielkie odcinki (komórki), z których każdy ma swój ściśle określony numer (adres). Każdy taki odcinek służy do zapisu jednego słowa (informacji). Dla zapisania informacji w określonym miejscu bębna wystarczy podać maszynie rozkaz zapisu i podać numer odcinka na bębnie (adres). Dla odczytania określonej informacji podaje się rozkaz odczytu oraz adres, z którego informacja ma być odczytana.

Czas potrzebny na odczytanie lub zapis informacji na bębnie zależy głównie od czasu oczekiwania tego momentu, kiedy odcinek bębna, na którym zapisana jest interesująca nas w danej chwili informacja znajdzie się pod głowicami. Czas ten może się równać zeru, jeśli w chwili podania rozkazu odczytu lub zapisu dany odcinek bębna znajduje się akurat pod głowicami, lub też może być równym czasowi pełnego obrotu bębna, jeśli w momencie podania rozkazu odczytu lub zapisu dany odcinek bębna dopiero co minął głowice. Przeciętny czas odczytu-zapisu (czas dostępu do bębna) równa się połowie czasu pełnego obrotu bębna i wynosi od 2 do 40 milisekund.

Ogólny widok bębna magnetycznego pokazano na rys.49.

Zaletą pamięci na bębnie magnetycznym jest jej niższy koszt w porównaniu z pamięcią ferrytową oraz możliwość zapisu

dużej ilości informacji na powierzchni bębna. Pamięć bębnowa jest jednak znacznie wolniejsza od pamięci ferrytowej. Niektóre typy maszyn, szczególnie maszyn mniejszych, mają wyłącznie pamięć bębnową.



Rys.49. Bęben magnetyczny

Jeśli elektroniczną maszynę cyfrową trzeba wyposażyć w pamięć o bardzo dużej pojemności, rzędu dziesiątków milionów słów, to dołącza się do nich tzw. pamięć zewnętrzną. Dla pamięci zewnętrznej charakterystyczne jest stosowanie taśmy magnetycznej. O taśmie magnetycznej mówiliśmy już przy okazji omawiania urządzeń służących do wprowadzania danych do maszyn. Taśma magnetyczna w warunkach stosowania maszyn elektronicznych odgrywa taką właśnie podwójną rolę: jest nośnikiem informacji, na którym zapisujemy dane wejściowe potrzebne do obliczeń i przy pomocy którego wprowadzamy je z dużą szybkością do maszyny; może być również pamięcią zewnętrzną, w której maszyna zapisuje wyniki pośrednie oraz ostateczną informację wynikową po zakończeniu obliczeń. Jak wiadomo zapis i odczyt informacji na taśmie odbywa się z dużą szybkością wynoszącą od 15 do 70 tys. znaków cyfrowych (lub literowych) na sekundę. Należy jednak pamiętać, że z taką szybkością odczytu maszyna może wykorzystać dane z taśmy jedynie w tym przypadku, kiedy są one zapisane na taśmie w takiej kolejności, jaka wymagana jest przy danego rodzaju obliczeniach i kiedy nie trzeba tracić czasu na przewijanie krążków taśmy. Taśmy magnetyczne stosowane są jako pamięć uzupełniająca w stosunku do pamięci ferrytowej oraz pamięci na bębnach magnetycznych.

5. Urządzenie arytmetyczne elektronicznych maszyn cyfrowych

Podobnie jak licznik w arytmometrze, urządzenie arytmetyczne maszyny elektronicznej przeznaczone jest do wykonywania operacji rachunkowych.

Urządzenie arytmetyczne składa się zwykle z trzech urządzeń zwanych rejestrami. Do dwóch rejestrów zapisuje się dwie liczby, które biorą udział w działaniach arytmetycznych (np. składnik A i B przy dodawaniu) a w trzecim rejestrze, zwanym sumatorem otrzymuje się wynik działań arytmetycznych. Otrzymany w sumatorze wynik zapisuje się zwykle z powrotem na odpowiednie miejsce w pamięci.

O zasadzie działania sumatora mówiliśmy już w rozdziale I. Polega ona na "liczeniu" impulsów elektrycznych, przy czym obecność impulsu oznacza 1, brak impulsu - 0. Jeśli na którąkolwiek z pozycji cyfrowych sumatora skierowany zostanie impuls elektryczny, oznaczający 1 - to zgodnie z zasadą podaną na rys.11 - stan elektryczny tej pozycji zostanie zmieniony na przeciwny, tzn. jeśli w danej pozycji było zero, to po otrzymaniu impulsu w pozycji tej zarejestrowana zostanie 1, a jeśli była 1,to pozycja ta wróci do stanu 0, przy czym jednocześnie impuls z tej pozycji zostanie przekazany do sąsiedniej, lewej (wyższej) pozycji cyfrowej sumatora.

Zasadę dodawania w urządzeniu arytmetycznym maszyny elektronicznej wyjaśnimy jeszcze raz na poniższym przykładzie.

Przypuśćmy, że chcemy dodać do siebie liczby (dwójkowe) A = 10010 i B = 01011, co odpowiada liczbom dziesiętnym 18 i 11.

Przed wykonaniem operacji dodawania liczba A znajduje się jak wspomnieliśmy w rejestrze pierwszym urządzenia arytmetycznego (w rejestrze A), a liczba B - w drugim rejestrze (w rejestrze B). Sumator wykazuje stan zerowy.

16	8	4	2	1	ekwiwalent dziesiętny liczby
1	0	0	1	0	rejestr A
0	0	0	0	0	sumator
0	1	0	1	1	rejestr B

Urządzenie sterujące podaje rozkaz dodawania, w wyniku którego przesłane zostaną impulsy elektryczne na sumator w pozycji drugiej i piątej, tj. w tych pozycjach, w których w rejestrze A zarejestrowane są jedynki. Impulsy te zmienią w tych samych pozycjach stany sumatora na przeciwne, rejestrując:

1	0	0	1	0	rejestr A
1	0	0	1	0	sumator

W wyniku pierwszego rozkazu dodawania liczba z rejestru A przeniesiona zostanie do sumatora. Następnie przekazuje się do sumatora drugą liczbę znajdującą się w rejestrze B.

1	0	0	1	0	sumator
0	1	0	1	1	rejestr B

Impuls jedynki z pierwszej od prawej pozycji rejestru B zmieni stan pierwszej pozycji sumatora, tj. 0 zmieni na 1, impuls jedynki drugiej pozycji rejestru B zmieni znajdującą się w tej pozycji sumatora 1 na stan odwrotny, to znaczy na 0, przy czym sumator w momencie przejścia ze stanu 1 do 0 przekaże impuls jednostki do sąsiedniej z lewej strony pozycji sumatora. Impuls czwartej z prawej pozycji rejestru B przejdzie do czwartej pozycji sumatora, zmieniając jej stan z 0 na 1. W wyniku tego na sumatorze zostanie zarejestrowana liczba

16	8	4	2	1	dziesiętny ekwiwalent liczby dwójkowej
1	1	1	0	1	sumator

a więc liczba dwójkowa 11101, która odpowiada liczbie systemu sziesiętnego - 29 (18 + 11 = 29).

Mnożenie na maszynie elektronicznej wykonuje się metodą kolejnego dodawania, a dzielenie metodą kolejnego odejmowania.

6. Sposoby wyprowadzania danych z maszyn elektronicznych (urządzenia wyjścia)

Najzwyklejszą i bardzo wygodną formą wyprowadzenia z maszyny wyników obliczeń jest ich zapis na papierze za pomocą odpowiednich przyrządów zapisujących. Ponieważ urządzenia arytmetyczne maszyny elektronicznej operują liczbami wyrażonymi w dwójkowym systemie liczenia, a wyniki chcemy wyprowadzić z maszyny najczęściej w ogólnie stosowanym systemie dziesiętnym, to przed wyprowadzeniem z maszyny muszą być one przeliczone lub jak mówimy "przetłumaczone" z systemu dwójkowego na dziesiętny. Tłumaczenie wykonuje sama maszyna w sposób automatyczny.

Urządzenia zapisujące używane w maszynach elektronicznych do wydawania wyników z maszyny pracują szeregowo, tzn. drukują kolejno znak za znakiem jak w maszynie do pisania lub równolegle podobnie jak aparat piszący tabulatora, tzn. zapisują jednocześnie cały wiersz składający się z około 100 - 120 znaków.

Urządzenia zapisujące szeregowo pracują bardzo wolno. Typowa ich szybkość wynosi 10-12 znaków na sekundę. Szybkość ta nie może być w radykalny sposób przekroczona ze względu na trudność pokonania siły bezwładności mechanicznie działających czcionek urządzenia drukującego. Z tego powodu drukarki szeregowe stosuje się jedynie w maszynach małych, a w jednostkach większych - tylko do celów pomocniczych.

Znacznie szybciej pracują drukarki równoległe zwane również wierszowymi. Drukarki takie mają mechanizm drukujący składający się z przylegających do siebie kółek, na obwodzie których znajdują się litery oraz cyfry i znaki interpunkcyjne. Kółka w czasie pracy aparatu drukującego obracają się bez przerwy. Naprzeciw każdego kółka znajduje się młoteczek,który naciska przez krótki moment na papier w chwili, kiedy naprzeciw niego znajdzie się odpowiedni znak.

Drukarki wierszowe pracują z szybkością 300 do 1 000 wierszy na minutę. W każdym wierszu można wypisać 100 do 120 znaków.

Pomimo dość dużej szybkości stosowanych współcześnie urządzeń drukujących nie nadążają one za ogromnymi szybkościami obliczeniowymi maszyn elektronicznych. Aby nie zwalniać pracy maszyny, często wyniki wyprowadza się najpierw na taśmę dziurkowaną lub taśmę magnetyczną, które następnie wykorzystuje się do drukowania potrzebnych zestawień za pomocą urządzeń nie związanych bezpośrednio z maszyną elektroniczną. Wyprowadzanie wyników na taśmy dziurkowane, karty dziurkowane lub taśmy magnetyczne stosuje się również w tych przypadkach,kiedy wyniki te wykorzystuje się następnie do dalszych obliczeń.

7. Urządzenie sterujące maszyny elektronicznej i zasady programowania jej pracy

Z poprzednich rozważań wiemy, że elektroniczna maszyna cyfrowa składa się z wielu urządzeń. Niektóre z nich mogą się znajdować nawet w różnych pomieszczeniach, tym niemniej każde z tych urządzeń wykonuje ściśle określoną dla danego urządzenia funkcję: urządzenia wejścia odczytują dane, urządzenia arytmetyczne pobierają dane z pamięci, wykonują niezbędne obliczenia i kierują wyniki z powrotem do pamięci, urządzenia wyjściowe drukują wyniki obliczeń na papierze lub wyprowadzają je z maszyny w inny sposób. Godne podkreślenia jest przy tym to, że wszystkie te czynności maszyna wykonuje samoczynnie bez ingerencji człowieka.

Ta właśnie trudna do zrozumienia dla niewtajemniczonego zdolność maszyny do wykonywania różnych czynności bez udziału człowieka spowodowała, że maszyny te zaczęto nazywać maszynami myślącymi lub mózgami elektronowymi. W rzeczywistości żadna z maszyn elektronicznych nie jest zdolna wykonać nic ponad to, co jej człowiek każe.

Urządzenie, które zapewnia automatyczne działanie wszystkich pozostałych urządzeń maszyny nazywamy urządzeniem sterującym. Jego zadaniem jest wypracowywanie odpowiednich impulsów sterujących i wysyłanie ich w określonym czasie do poszczególnych urządzeń maszyny dla zapewnienia jej samoczynnej pracy.

Po to, aby urządzenie sterujące mogło kierować pracą maszyny elektronicznej samo musi być bardzo szczegółowo poinstruowane przez człowieka. Instrukcja taka nazywa się programem pracy maszyny.

Program zapisuje się na papierze i następnie dziurkuje na taśmie papierowej lub kartach maszynowych i wprowadza do maszyny. Maszyna zapisuje program w pamięci i następnie krok za krokiem wykonuje dokładnie to, co zostało w programie zapisane. Program składa się z poszczególnych instrukcji, z których każda określa szczegółowo, jaką operację należy wykonać, jakie liczby biorą udział w wykonaniu każdej operacji, gdzie zapisać wynik itp. Każdą pojedynczą instrukcję nazywamy rozkazem.

Komplet rozkazów dotyczących wykonania określonego opracowania w całości stanowi program wykonania danego opracowania.

Maszyna potrafi wykonać wyłącznie to, co jej człowiek opracowujący program nakaże. Poza programem maszyna nie jest w stanie wykonać żadnej, najprostszej nawet czynności. Dlatego od człowieka opracowującego program pracy maszyny zależy czy zadanie dane maszynie do wykonania zostanie rozwiązane prawidłowo oraz jaką metodą i w jakim czasie zostanie ono wykonane. W związku z tym przy racjonalnym wykorzystaniu maszyny elektronicznej decydującą rolę odgrywa właściwe opracowanie programu jej pracy.

Aby zrozumieć w najogólniejszym bodaj zarysie zasadę i rolę programowania rozpatrzymy najmniejszą samodzielną cząstkę każdego programu, a mianowicie rozkaz. Każdy rozkaz składa się z dwóch zasadniczych części:

- pierwsza część zawiera określenie czynności, którą maszyna ma wykonać. Część tę nazywamy kodem lub symbolem operacji (dodawanie, odejmowanie, porównanie dwóch liczb, zatrzymanie maszyny itp.);
- druga część zawiera określenie miejsca w pamięci maszyny, gdzie znajduje się informacja, która bierze udział w operacji określonej kodem. Ta część rozkazu nazywa się częścią adresową rozkazu.

Część operacyjna rozkazu (kod operacji) przekształcona zostaje w urządzeniu sterującym na serię impulsów, które zmuszają maszynę do wykonania określonej czynności. Każdej kombinacji impulsów (a więc i każdej operacji) odpowiada ściśle określone działanie maszyny. Kod operacji może być przedstawiony w formie symbolu cyfrowego lub skrótu literowego, na przykład DO - dodaj, OD - odejmij, PA - prześlij do pamięci, MN - mnóż itp. lub 01 - dodaj, 02 - odejmij itp.

Część adresowa zawiera numer komórki pamięci (adres), gdzie znajduje się liczba lub liczby uczestniczące w wykonaniu danej operacji.

Jeśli operację dodawania oznaczyć symbolem DO, to rozkaz

DO	21	72	122

będzie oznaczać, iż liczby znajdujące się w pamięci maszyny w miejscu nr 21 i 72 należy dodać do siebie, a wynik dodawania zapisać w pamięci maszyny w miejscu nr 122.

Operacja mnożenia posiadać będzie postać:

MN	16	165	123

Rozkaz taki maszyna odczyta: pomnóż liczbę znajdującą się w pamięci pod adresem 16 przez liczbę znajdującą się pod adresem 165, a wynik zapisz pod adresem 123.

Przytoczone typy rozkazów należą do grupy tzw. rozkazów trzyadresowych, ponieważ mają - oprócz symbolu operacji - 3 adresy. Dwa z nich dotyczą komórek pamięci, w których znajdują się liczby biorące udział w operacji, a trzeci określa adres komórki, gdzie ma być zapisany wynik operacji.

Po wykonaniu danego rozkazu maszyna przejdzie do rozkazu znajdującego się w następnej komórce pamięci. Można również w części adresowej wskazać maszynie adres, skąd ona ma pobrać następny rozkaz. Według rozkazów trzyadresowych pracują maszyny: amerykańskie Univac, NCR 303 i in. oraz radziecka maszyna BESM.

Oprócz rozkazów trzyadresowych do najbardziej rozpowszechnionych systemów należą rozkazy jednoadresowe[1)].

W rozkazach jednoadresowych oprócz kodu (symbolu) operacji ukazuje się adres tylko jednej komórki pamięci, z której należy pobrać lub dokąd należy przesłać liczbę w czasie wyko-

---

1) Stosuje się również w maszynach rozkazy dwu- i cztero- a nawet pięcioadresowe. W rozkazach dwuadresowych pierwszy adres oznacza liczbę, która bierze udział w obliczeniach, a drugi wskazuje maszynie adres, skąd ma ona pobrać następny rozkaz. W rozkazie 4- adresowym, oprócz kodu operacji wskazuje się 4 adresy, z których 3 pierwsze mają analogiczne znaczenie jak w rozkazach 3- adresowych, a czwarty wskazuje na adres, skąd maszyna ma pobrać następny rozkaz. Rozkaz 5- adresowy składa się z kodu operacji i 5 adresów. Trzy pierwsze adresy posiadają analogiczną treść jak w rozkazie 3- adresowym. Czwarty adres wskazuje miejsce w pamięci, skąd maszyna ma pobrać następny rozkaz, jeśli wynik wykonanej operacji jest dodatni lub równy 0, a adres piąty - miejsce następnego rozkazu w przypadku, kiedy wynik wykonanej operacji jest ujemny.

nania określonej operacji. Na przykład przy operacji dodawania rozkaz

DO	1027

oznacza: "dodaj do liczby znajdującej się w sumatorze maszyny liczbę zapisaną w pamięci pod nr (adresem) 1027. Wynik pozostaw w sumatorze". Jeśli chcemy następnie, aby liczba znajdująca się po wykonaniu operacji w sumatorze została przekazana do pamięci na "przechowanie" to dajemy rozkaz:

PS	1042

który maszyna odczyta i wykona: "prześlij zawartość sumatora do pamięci i zapisz ją tam pod adresem 1042". Dla wykazania różnicy pomiędzy rozkazem trzyadresowym i jednoadresowym napiszemy jeszcze raz rozkaz dodawania w systemie trzyadresowym, a następnie ten sam program zapiszemy za pomocą rozkazów jednoadresowych.

DO	21	72	122

Wykonując ten rozkaz dodawania maszyna pracująca według rozkazów trzyadresowych pobierze liczbę z komórki nr 21, doda do niej liczbę z komórki nr 72 i sumę zapisze w pamięci pod adresem 122.

Do wykonania tej samej czynności w maszynie stosującej jednoadresowy system rozkazów potrzeba 3 rozkazów:

1)	US	21	US = umieść w sumatorze
2)	DO	72	DO = dodaj
3)	PS	122	PS = pamiętaj-sumator

Pierwszy rozkaz US (umieść w sumatorze) maszyna odczyta: "umieść w sumatorze liczbę znajdującą się w pamięci pod adresem 21, z uprzednim skasowaniem liczby znajdującym się w sumatorze".

Wykonując drugi rozkaz - DO (dodaj) jak już wspominaliśmy maszyna doda do zawartości sumatora liczbę zapisaną w pamięci pod adresem 72, pozostawiając sumę w sumatorze.

Wykonując trzeci rozkaz PS (pamiętaj sumator) maszyna prześle zawartość sumatora (w naszym przypadku znajduje się tam suma liczb z komórki pamięci nr 21 i 72) do pamięci i zapisze ją tam pod adresem 122.

Jak widzimy na wykonanie operacji dodawania potrzebny nam jest jeden rozkaz trzyadresowy lub trzy rozkazy jednoadresowe. Prędkość obliczeń maszyny stosującej trzyadresowy system jest nieco większa, natomiast zastosowanie rozkazów jednoadresowych pozwala uprościć konstrukcję urządzeń sterujących. System rozkazów jednoadresowych należy do najbardziej rozpowszechnionych. Tego typu rozkazy stosowane są w maszynych radzieckich typu Ural, amerykańskich IBM 705, 3030, francuskich Gamma 30 oraz w polskich maszynach ZAM.

Układanie programów dla maszyn elektronicznych jest bardzo pracochłonne i kosztowne. Tak np. angielska firma Leo Computers w prospekcie reklamującym sprzedaż swoich maszyn anonsuje, że za napisanie programu dla obliczania płac pobiera około 2 000 funtów szterlingów, co przyjmując aktualne kursy walut, wynosi około 350 tys. zł. Szacuje się, że na zaprogramowanie 1 rozkazu zużywa się od 0,5 do 2 godzin. Oznacza to, że jeśli program składa się np. z 6 tys. rozkazów, to na jego opracowanie zużywa się od 3 do 12 tys. godzin. Wykonanie natomiast takiego programu może potrwać kilka minut.

Duża pracochłonność programowania zadań na maszyny elektroniczne zmusza konstruktorów maszyn i matematyków-programistów do poszukiwania różnych metod ograniczających nakłady czasu na opracowanie programów. Pierwszym osiągnięciem w tej dziedzinie było opracowanie i umieszczenie na stałe w maszynie tzw. podprogramów standardowych, tzn. odcinków programów składających się z kilku lub kilkudziesięciu rozkazów dotyczących rozwiązywania typowych i często powtarzalnych zadań, np. obliczanie sinusa kąta, obliczanie pierwiatka kwadratowego itp.

Jeszcze większe nadzieje wiąże się z możliwością przekazania pewnej części najbardziej pracochłonnych prac związanych z programowaniem samej maszynie, tzn. z zastosowaniem różnych form automatyzacji programowania. Sens automatyzacji programowania polega na tym, że człowiek opracowuje jedynie samą metodę rozwiązania zadania oraz sporządza schemat kolejności wyko-

nania poszczególnych etapów obliczeń, a pozostałe czynności związane z programowaniem, tzn. przedstawieniem samego procesu obliczeń w postaci kolejnych elementarnych rozkazów zrozumiałych dla maszyny powierza się samej maszynie.

Jednym z przykładów automatyzacji programowania jest zastosowanie tzw. Systemu Automatycznego Kodowania zwanego w skrócie SAKO. System ten opracowany przez zespół pracowników naukowych Instytutu Maszyn Matematycznych PAN pozwala na automatyczne przetłumaczenie programu napisanego w formie symboli i pewnych uogólnionych rozkazów na program zrozumiały dla maszyny. Pozwala to w sposób istotny zmniejszyć ogólną pracochłonność programowania oraz uniknąć wielu błędów, które są prawie nie do uniknięcia w przypadku, kiedy cały program sporządza się ręcznie.

Prace nad dalszym doskonaleniem metody i techniki programowania prowadzone są na całym świecie. Należy się spodziewać, że prace te w stosunkowo niedługim czasie doprowadzą do radykalnego rozwiązania również tego problemu, który do dziś jeszcze w poważnym stopniu hamuje szersze zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych.

8. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych

Mówiąc o zastosowaniu elektronicznych maszyn cyfrowych trzeba się zastrzec, że temat ten nie może być dzisiaj całkowicie wyczerpany, istnieje bowiem najprawdopodobniej jeszcze niejedna dziedzina nauki i techniki oraz życia gospodarczego i społecznego, w której maszyny te znajdą zastosowanie trudne jeszcze dzisiaj do przewidzenia.

Mówiąc najogólniej, maszyny elektroniczne można zastosować wszędzie tam, gdzie praca sprowadza się do wykonania powtarzalnych działań arytmetycznych oraz prostych działań logicznych takich, jak porównanie dwóch wielkości, zaokrąglenie, zmiana kolejności wykonania działań zależnie od znaku otrzymanego wyniku itp. Wraz z rozwojem matematyki powstaje coraz to więcej problemów nauki i techniki, które można przedstawić w postaci odpowiednich wzorów matematycznych, a te z kolei za pomocą od-

powiednich metod rozwiązać stosując elementarne działania arytmetyczne. Jedynym ograniczeniem w rozwiązywaniu wielu zadań jest niska wydajność pracy człowieka stosującego prymitywne środki obliczeniowe.

W chwili obecnej zaznaczają się najwyraźniej dwa kierunki zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych, a mianowicie:

1) obliczenia naukowe i techniczne,

2) prace obrachunkowe z zakresu księgowości, planowania, statystyki itp. Dziedzina ta często nazywa się przetwarzaniem danych.

Taki podział zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych jest istotny zarówno z uwagi na różny charakter samych prac, jak i ze względu na to, że obie wymienione dziedziny zastosowań stawiają specyficzne wymagania pod adresem maszyn.

Obliczenia naukowo-techniczne

Rozwój badań naukowych w okresie ostatnich lat, zwłaszcza w dziedzinie fizyki jądrowej, elektroniki i sterowania pociskami, spowodował konieczność wykonywania ogromnej ilości działań matematycznych wyrażających się dziesiątkami lub nawet setkami milionów elementarnych działań. Niektóre problemy naukowe wymagają tak ogromnej ilości działań, że w warunkach stosowania zwykłych maszyn liczących byłyby w ogóle niewykonalne.

Obliczenia naukowo-techniczne odznaczają się bardzo dużą ilością działań matematycznych i stosunkowo niewielką ilością danych wejściowych wprowadzanych do maszyny oraz stosunkowo niewielką ilością wyników wyprowadzanych z maszyny. Przekonywującym tego przykładem może być rozwiązywanie układu równań z wieloma niewiadomymi, rozwiązywanie równań różniczkowych itp.

Inną właściwością obliczeń naukowo-technicznych jest możliwość szerokiego wykorzystania w procesie rozwiązywania zadań wszelkiego rodzaju tablic, wzorów algebraicznych, które można zapisać w pamięci maszyny i wykorzystywać w czasie wykonywania obliczeń.

Wymienione cechy szczególne obliczeń naukowo-technicznych stawiają wobec maszyny liczącej wysokie wymagania w stosunku do szybkości działania jej urządzeń arytmetycznych, nie wyma-

gają natomiast dużych szybkości od urządzeń służących do wprowadzania danych i wyprowadzania wyników (urządzenia te nazywamy również urządzeniami wejścia-wyjścia). Z tego względu obliczenia matematyczne stały się pierwszą dziedziną, w której maszyny elektroniczne znalazły swe pierwsze i najbardziej efektywne zastosowanie. Łatwo to zrozumieć, jeśli się uwzględni, że działania arytmetyczne w maszynie wykonują elementy elektroniczne, dzięki którym można bez większych trudności osiągnąć szybkość kilkunastu tysięcy operacji na sekundę, natomiast urządzenia do wprowadzenia i wyprowadzenia danych - to w przeważającej mierze urządzenia mechaniczne podobne do stosowanych w maszynach systemu kart dziurkowanych, w związku z czym są one z natury rzeczy znacznie wolniejsze w porównaniu z niebywałymi prędkościami działania urządzeń arytmetycznych. Można stwierdzić ogólnie, że im więcej i bardziej skomplikowanych działań trzeba wykonać nad każdą liczbą wprowadzoną do maszyny, im większy jest udział działań arytmetycznych w porównaniu do ilości wprowadzonych i wyprowadzonych danych - tym większe efekty daje zastosowanie maszyn.

Przykładem zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych w rolnictwie może być obliczanie efektywności stosowania nawozów zależnie od określonych warunków glebowych, obliczanie wielkości przyrostu plonów na jednostkę przyrostu nawożenia według rodzajów zastosowanego nawozu oraz rodzaju gleby. Innym przykładem zastosowania maszyn elektronicznych w rolnictwie może służyć rozwiązywanie zadań z dziedziny algebry liniowej i programowania liniowego, np. obliczanie optymalnych proporcji produkcji rolnej, optymalne rozmieszczenie upraw itp.

Prace obrachunkowe z zakresu księgowości, planowania, statystyki itp.

Zupełnie inny charakter mają prace związane z opracowaniem informacji liczbowej niezbędnej dla zarządzania przedsiębiorstwem, dla potrzeb planowania itp. Polegają one przeważnie na wykonywaniu stosunkowo prostych czynności jak pisanie, porządkowanie (sortowanie), proste działania arytmetyczne itp. Jednakże owe nieskomplikowane z matematycznego i logicznego punk-

tu widzenia czynności wykonuje się na masowym materiale wejściowym oraz wyprowadza się stosunkowo obszerną informację wynikową, która musi mieć przy tym z reguły formę odpowiednich tablic, zestawień, dokumentów itp. Maszyna więc do tego typu prac musi mieć bardzo szybko pracujące urządzenia do wprowadzania danych do maszyny oraz szybkie urządzenia zapisujące, będące w stanie drukować nie tylko dane liczbowe, ale również tekst. Prócz tego maszyny do prac z dziedziny zarządzania wymagają znacznie większej pojemności pamięci oraz doskonalszych metod programowania z uwagi na dużą złożoność metodologiczną rozwiązywania problemów administracyjnych.

W pracach związanych z zarządzaniem maszyny elektroniczne zastosowano nieco później. Wpłynął na to fakt, że maszyny te początkowo miały zbyt wolno pracujące urządzenia do wprowadzania danych oparte przeważnie na technice taśmy dziurkowanej, a więc niezbyt wygodne do stosowania przy masowych pracach administracyjnych. Również urządzenia zapisujące pierwszych maszyn nie odpowiadały wymaganiom tej kategorii prac. Stopniowo jednak wyposażano maszyny w coraz to szybsze urządzenia odczytu-zapisu, rozszerzano pojemność pamięci i doskonalono metody programowania, tak że w chwili obecnej uważa się, że maszyny elektroniczne powinny odegrać o wiele większą rolę w mechanizacji prac administracyjnych niż w dziedzinie obliczeń matematycznych.

Maszyny elektroniczne stosuje się do prac z dziedziny ewidencji i planowania, a więc do obliczania zarobków, wypisywania list płac, rozliczania materiałów, wypisywania zamówień, ewidencjonowania produkcji gotowej, planowania procesów produkcyjnych, kalkulacji kosztów, sporządzania rozkładów jazdy itd.

W Polsce maszyny elektroniczne znajdują zastosowanie na razie prawie wyłącznie do celów obliczeniowych. Wiele instytucji prowadzi jednak przygotowania do ich zastosowania również w dziedzinie prac obrachunkowych związanych z zarządzaniem i prowadzeniem analizy ekonomicznej.

Oprócz wymienionych dziedzin elektroniczne maszyny cyfrowe znajdują coraz to szersze zastosowanie również do innych na pozór bardzo różnych celów, na przykład do sterowania ma-

szynami i procesami produkcyjnymi, do celów wojskowych, do określania prognoz pogody, do tłumaczenia z języków obcych itp.

Jak wspominaliśmy maszyny elektroniczne można zastosować do każdej pracy, która polega na wykonywaniu dziań arytmetycznych i prostych działań logicznych. Współczesny poziom rozwoju nauki matematycznej pozwala przedstawić za pomocą odpowiednich wzorów matematycznych coraz to szerszy krąg zjawisk w nauce, technice i gospodarce.

Przedstawienie jakiegoś zjawiska w formie określonych zasad matematycznych określających w sposób jednoznaczny jego przebieg pozwala zastosować maszynę elektroniczną do sterowania tym zjawiskiem. Przykładem może być sterowanie pracą obrabiarek do metali, sterowanie procesem wytopu surówki, sterowanie przebiegiem reakcji chemicznych itp.

Zastosowanie maszyn elektronicznych do tłumaczeń językowych

Pierwszą próbą tłumaczenia tekstu z języka rosyjskiego na angielski podjęto w 1954 r. w Stanach Zjednoczonych na maszynie IBM 701. Na podstawie analizy ustalono, że w tłumaczeniu oprócz czynności wymagających bardzo wysokich kwalifikacji istnieje duża część pracy technicznej polegającej na przyporządkowaniu znaczeniu słowa napisanego w jednym języku analogicznego lub podobnego znaczenia słowa w innym języku. W próbie pierwszego zastosowania maszyny do tłumaczenia wprowadzono do maszyny słownik składający się z 250 słów rosyjskich oraz odpowiadających im słów angielskich. Jednocześnie wprowadzono do maszyny pewne zasady gramatyczne (końcówki oznaczające liczbę mnogą, przypadek itp.) oraz program wykonania tłumaczenia. W ten sposób otrzymano w ciągu 5-8 sekund następujące tłumaczenie:

Kachyestwo uglya opryedyelyayetsya kaloryiynostiyu

The quality of coal is determined by calorie content
(jakość węgla określa się jego zawartością kaloryczną)

Mniej więcej w tym samym czasie dokonano w ZSRR próby tłumaczenia z języka angielskiego na rosyjski, wykorzystując w tym celu maszynę typu BESM. Na maszynie BESM przetłumaczono

urywek tekstu z matematycznej książki amerykańskiej oraz kilka ustępów z Times'a. Metoda radziecka w odróżnieniu od amerykańskiej polegała raczej na tłumaczeniu nie pojedynczych słów, a porównaniu znaczenia poszczególnych zdań, co zapewniło bardziej wierne oddanie tekstu.

Ta dziedzina zastosowania maszyn nie znalazła do dziś szerszego rozpowszechnienia. Przeszkodą ku temu jest zarówno zbyt mała pojemność pamięci maszyny dla pomieszczenia ogromnej ilości pojęć językowych, zasad gramatycznych itp., jak również niedostateczne opracowanie samej metody takiego tłumaczenia. Co przyniesie przyszłość w tej dziedzinie trudno przewidzieć. Wydaje się, że maszyny odegrają tu dużą rolę, szczególnie w zakresie tłumaczeń tekstów technicznych, spisów treści, streszczeń itp.

W formie ciekawostki można wspomnieć także o zastosowaniu elektronicznych maszyn cyfrowych do przewidywań wyników wyborów prezydenta USA w 1952 r. W tym celu opracowano program dla maszyny cyfrowej, w którym uwzględniono najróżniejsze elementy kształtujące opinię publiczną na korzyść dwóch największych partii politycznych USA - Republikańskiej i Demokratycznej. W przeddzień wyborów maszyna obliczyła, że w wyborach, które odbędą się nazajutrz na Stefensona padną 93 głosy, a na Eisenhowera - 438. Według innej wersji obliczonej przez maszynę, Stefenson miał otrzymać 119 głosów, a Eisenhower 412. Rzeczywista liczba głosów wyniosła 89 dla Stefensona i 442 dla Eisenhowera. Przewidywania "mózgu elektronowego" nie były więc zbyt dalekie od prawdy.

9. Wnioski w sprawie zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych

Po omówieniu zasad działania i ważniejszych kierunków zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych spróbujmy wyciągnąć pewne wnioski.

Elektroniczne maszyny cyfrowe należą niewątpliwie do najwspanialszych osiągnięć myśli naukowo-konstrukcyjnej XX wieku. Co więcej, wiele innych wynalazków z dziedziny energii jądro-

wej, lotów kosmicznych i in. zawdzięczamy właśnie maszynom elektronicznym, bez zastosowania których wynalazki te, jak i wiele innych byłyby niemożliwe.

Oprócz ogromnego znaczenia maszyn elektronicznych w dziedzinie obliczeń naukowych i technicznych odgrywają one coraz to większą rolę w dziedzinie zastosowań administracyjnych do opracowania informacji ekonomicznej i szybkiego jej dostarczenia ośrodkom kierującym przedsiębiorstwami, gałęziami i gospodarką narodową.

Jednocześnie jednak stwierdzić należy, że na temat zastosowania maszyn elektronicznych istnieje wiele mitów i nieporozumień, które mogą wprowadzić w błąd niejednego przyszłego użytkownika i klienta korzystającego z usług ośrodków obliczeniowych.

Niektórzy wyobrażają sobie, że z zastosowaniem elektronicznych maszyn cyfrowych nasze biura i zarządy przedsiębiorstw przekształcą się w automatyczne systemy, w których wystarczy nacisnąć przysłowiowy guzik, aby otrzymać niezbędną w każdej chwili informację lub gotową decyzję. Takich idealistycznych oczekiwań żadna maszyna elektroniczna nie jest w stanie spełnić. Maszyna, choćby najdoskonalsza, jest i pozostanie w ręku człowieka jedynie narzędziem, którego efektywność zawsze zależeć będzie od tego jak człowiek potrafi je wykorzystać.

Zastosowanie maszyn elektronicznych przynosi już dziś człowiekowi ogromne korzyści, a w przyszłości, w miarę doskonalenia konstrukcji tych maszyn oraz metod zastosowania, korzyści będą niewątpliwie coraz to większe.

Z zastosowaniem maszyn elektronicznych wiążą się jednak pewne trudności i niewygody, które również trzeba wziąć pod uwagę, jeśli chcemy wyrobić sobie bardziej wszechstronny pogląd na tę sprawę.

Do najważniejszych zalet maszyn elektronicznych należą.

Szybkość. Jedną z największych i najważniejszych zalet maszyn elektronicznych w porównaniu ze wszystkimi stosowanami dotychczas środkami technicznymi jest nieporównanie większa szybkość liczenia. Maszyny elektroniczne wykonują aktualnie około 20-30 tys. operacji arytmetycznych w ciągu sekundy, a więc co najmniej kilka tysięcy razy więcej w porównaniu z ma-

szynami tradycyjnymi. Stwarza to warunki radykalnego skrócenia czasu potrzebnego na wykonywanie prac obrachunkowych.

Dokładność. Praktyka stosowania maszyn elektronicznych wykazuje, że maszyna popełnia nie więcej niż 1 błąd na 200 - 300 godzin pracy. Jeśli zważymy, że w ciągu godziny może ona wykonać ponad 30 mln operacji, to możemy wyobrazić sobie, że żadna ze stosowanych dotąd maszyn nie jest w stanie zapewnić tak wysokiej dokładności.

Duża pojemność pamięci. Przy zastosowaniu maszyn elektronicznych możemy zapisywać informację liczbową i słowną na taśmach magnetycznych, które mają cenną właściwość umieszczenia bardzo dużej ilości informacji na niewielkiej powierzchni taśmy. Tak na przykład na taśmie długości 700 m, która mieści się na szpulce o średnicy około 25 cm i waży około 1/4 kg można zapisać informację, która przy zapisie na kartach dziurkowanych zajmuje około 25 tys. kart, ważących 75 kg. Raz zapisana informacja na taśmie magnetycznej może być zachowana przez wiele lat lub też może być wymazana w każdej chwili, a sama taśma zastosowana do zapisu nowej informacji.

Duże możliwości kontroli. Maszyna elektroniczna nie tylko gwarantuje dużą dokładność obliczeń na podstawie danych wprowadzanych do maszyny, co podkreślono w p. 2, lecz pozwala również stwierdzić, czy dane wejściowe, które biorą udział w obliczeniach nie zawierają błędów. W tym celu wystarczy opracować odpowiedni program oraz określić granice, poza które nie powinny wychodzić dane wejściowe. Kontrola taka zapobiega przedostaniu się błędów do zbiorczych opracowań wynikowych, co zdarza się niestety dość często w warunkach stosowania maszyn systemu kart dziurkowanych. Przykładem stosowania metod kontroli automatycznej może być kontrola materiału jednostkowego w statystyce handlu zagranicznego prowadzona w niektórych krajach na elektronicznych maszynach cyfrowych. Specjalnie opracowany program kontroli pozwala na przykład porównać symbol towarów z krajem zakupu, symbol towarów z jednostką miary, ilością i ceną itp. W wyniku takiego porównania maszyna może zasygnalizować znajdujące się w materiale jednostkowym przypadki niemożliwe lub mało prawdopodobne. Tak na przykład, może wypisać jako przypadek wątpliwy, gdy z porównania symbolu

towaru z symbolem kraju zakupu wyniknie, że np. owoce południowe pochodzą z krajów dalekiej północy lub jeśli okaże się, że np. węgiel lub cement sprzedano w partiach po 500 kg po cenie 300 zł za 1 kg itp.

Analogiczne metody kontroli automatycznej wykonywanej przez maszynę elektroniczną stosuje się na szeroką skalę przy opracowaniu materiałów masowych badań statystycznych, na przykład spisach ludności, w których z góry można założyć z dużym stopniem prawdopodobieństwa występowanie pewnych prawidłowości oraz z góry można określić przypadki niemożliwe lub wątpliwe, które trzeba dodatkowo sprawdzić. Przy zastosowaniu maszyn elektronicznych do opracowania materiałów spisów ludności można wykryć taki nielogiczny zestaw cech, jak np. wyższe wykształcenie u osoby 10-letniej, masowe występowanie wśród kobiet zawodów typowo męskich, jak np. maszynisty kolejowego, górnika itp.

Różne metody kontroli automatycznej materiału źródłowego za pomocą maszyn elektronicznych są dzisiaj bardzo szeroko stosowane we wszystkich krajach, które stosują te maszyny do opracowania masowych materiałów jednostkowych. Opracowuje się również specjalne metody pozwalające samej maszynie przeprowadzać również automatyczne korygowanie danych bez sięgania do materiału źródłowego.

Doceniając w pełni ogromne zalety maszyn elektronicznych w porównaniu z tradycyjnymi środkami technicznymi nie należy zapominać, że ich zastosowanie stwarza również wiele trudności, które w poważnym stopniu hamują rozpowszechnienie tych maszyn. Wymienimy najważniejsze z tych trudności.

Trudność i wysoki koszt programowania. Opracowywanie programu dla maszyny elektronicznej jest jak już mówiliśmy niezwykle pracochłonne. Składa się ono w wielu etapów czynności, począwszy od ogólnego sformułowania zadania aż do napisania poszczególnych rozkazów w języku zrozumiałym dla maszyny. Opracowanie programów trwa niejednokrotnie kilka lat i jest bardzo kosztowne z uwagi na konieczność zaangażowania wysoko kwalifikowanych pracowników.

Należy się spodziewać, iż osiągnięcia naukowe w zakresie automatyzacji programowania rozwiążą ten problem w niedalekiej przyszłości.

Wysoki koszt maszyn. Maszyna elektroniczna stosowana do celów obrachunkowych wraz z niezbędnymi urządzeniami kosztuje około 20 mln zł. Również jej bieżące utrzymanie jest dość kosztowne. Zastosowanie więc podobnych maszyn wymaga wysokich jednorazowych nakładów finansowych. Wydatki związane z zakupem, zainstalowaniem i przygotowaniem pracy dla maszyny mogą być uzasadnione tylko wtedy, jeśli maszyna będzie w sposób właściwy użytkowana.

P i ś m i e n n i c t w o

A. W języku polskim

1. Basiński E., Woyno St.: Informator mechanizacji prac biurowych, Centrala Techniczna, Biuro Wydawnictw, Warszawa 1958.
2. Bohdanowicz J.: Podstawowe wiadomości o maszynach licząco-analitycznych, PWT Warszawa 1956.
3. Empacher A.B.: Maszyny liczą same?, Wiedza Powszechna Warszawa, 1960.
4. Fiałkowski K.: Maszyna cyfrowa ZAM-2. Budowa, programowanie, zastosowania, WNT, Warszawa 1963.
5. Koronowski R.: Maszyny do liczenia, Państw.Przeds.Wyd. Kartograf., Warszawa 1955.
6. Obirek B.: Maszyny licząco-analityczne. Organizacja zmechanizowanego obrachunku, WNT, Warszawa 1961.
7. Smirnow A.D.: Współczesne maszyny matematyczne, tłum. z ros., PWN, Warszawa 1961.
8. Sowiński A.: Elektroniczne maszyny liczące, Wyd.Kom. i Łączn., Warszawa 1962.
9. Walczak T.: Podstawy organizacji pracy na maszynach liczących, PWSZ, Warszawa 1964.

B. W językach obcych

1. Bell W.D.: A Management Guide to Electronic Computers. Mc Graw Hill Corp. 1957.
2. Berkeley E.C., Wainwright L.: Computers, their Operation and Applications, Reinhold Publ. Corp., N.Y. 1956.
3. Chrenow L.S.: Małyje wyczislitelnyje masziny. Moskwa 1963.
4. Tukaczinskij M.S.: Masziny matematiki. Moskwa 1958.

BIBLIOTEKA
Wyższej
Szkoły Rolniczej
w Szczecinie

W. 14511

Cena zł 10.–