

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

INSTYTUT DOWODZENIA

DO DZYTU  
SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr .....

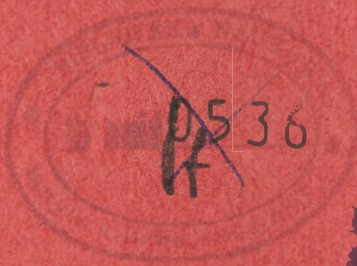
**REFERAT**

do zajęć dla kierowniczej Kadry Ministerstwa Obrony  
Narodowej z dziedziny usprawniania dowodzenia  
i zarządzania przy wykorzystaniu elektronicznej  
techniki obliczeniowej na temat:

**OGÓLNE WIADOMOŚCI O MECHANICZNEJ  
I ELEKTRONICZNEJ TECHNICIE OBLICZENIOWEJ**

*38 str*

*38 ark*



ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

*36782*



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**

im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

INSTYTUT DOWODZENIA

DO DZYTU  
SŁUŻBOWEGO

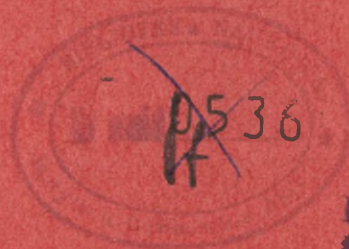
Egz. Nr ..... 1

**REFERAT**

do zajęć dla kierowniczej Kadry Ministerstwa Obrony  
Narodowej z dziedziny usprawniania dowodzenia  
i zarządzania przy wykorzystaniu elektronicznej  
techniki obliczeniowej na temat:

**OGÓLNE WIADOMOŚCI O MECHANICZNEJ  
I ELEKTRONICZNEJ TECHNICIE OBLICZENIOWEJ**

38 str. ff



38 ark

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

36782

INSTYTUT DOWODZENIA

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

*Smekl. prot. 12657.1/2*

zł.	Do pisma	wychodz.	Nr	<i>Pf 651</i>
		wchodz.		
<i>3.</i>	z dnia	<i>6.11.</i>	196	<i>9.</i> r.

**[REDACTED]**  
Egz. Nr. ...

R E F E R A T

do zajęć dla kierowniczej kadry Ministerstwa  
Obrony Narodowej z dziedziny usprawniania  
dowodzenia i zarządzania przy wykorzystaniu  
elektronicznej techniki obliczeniowej

na temat:

OGÓLNE WIADOMOŚCI O MECHANICZNEJ  
I ELEKTRONICZNEJ TECHNICIE OBLICZENIOWEJ



Opracował:

płk mgr inż. Edward HRYNKIEWICZ

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
KADRY SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

*36782*

## OGÓLNE WIADOMOŚCI O MASZYNACH LICZĄCYCH.

### a/ Ogólna charakterystyka technicznych środków automatyzacji i mechanizacji oraz ich klasyfikacja.

Centralnym elementem zautomatyzowanego systemu dowodzenia są elektroniczne maszyny cyfrowe. Dzięki swoim właściwościom, a przede wszystkim dokładności i szybkości wykonywanych obliczeń EMC mogą być wykorzystane do opracowania szybkich i optymalnych wariantów decyzji.

Warunkiem efektywnego wykorzystania maszyn jest dostarczenie na ich wejście<sup>x/</sup> w możliwie najkrótszym czasie aktualnej informacji dotyczącej wojsk własnych i nieprzyjaciela.

Wymaga to sprzężenia maszyn z różnorodnymi urządzeniami technicznymi pracującymi w sposób automatyczny lub półautomatyczny, za pomocą nowoczesnych środków łączności. Do urządzeń takich należą:

- różnorodne środki wykrywania nieprzyjaciela;
- aparatura umożliwiająca dowódcy uzyskanie danych o sytuacji powietrznej;
- aparatura łączności do przekazywania informacji o wojskach własnych i o danych rozpoznania;
- aparatura rozpoznania radiowego i radiopreciwdziałania, itp.;

Mając na uwadze ten kompleks środków technicznych można dokonać ich systematyzacji, w sposób przynajmniej umowny, dzieląc je na:

- urządzenia przekazywania informacji;
- urządzenia przekształcania informacji;
- urządzenia przetwarzania informacji.

### Urządzenia przekazywania informacji

W zautomatyzowanym systemie dowodzenia wymagana jest wysoka jakość przekazywania informacji przez techniczne środki łączności. Informacja dostarczona do maszyny cyfrowej musi być wiarygodna. Pod pojęciem

---

x/ Pod terminem wejście należy rozumieć urządzenia odczytujące informacje i wprowadzające ją do maszyny.

wiarygodności łączności rozumie się niewystępowanie przekłamań w przekazywaniu informacji. Przekładanie informacji może doprowadzić do dezinformacji, tzn. informacja o jednym zdarzeniu może przeinaczyć się w EMC w informację o innym zdarzeniu.

Dlatego też do przekazywania informacji w zautomatyzowanych systemach dowodzenia używane są specjalne urządzenia do transmisji danych, umożliwiające ograniczenie przekłamań do dopuszczalnych rozmiarów.

Transmisja informacji oparta jest na systemie łączności cyfrowej.

Podstawowymi parametrami, określającymi jakość urządzeń przekazywania informacji są: stopa błędów oraz szybkość przekazywania.

Stopa błędów zdefiniowana jest jako stosunek ilości pomyłek do ilości przekazanych znaków. Jako dopuszczalną przy transmisji danych cyfrowych uważa się stopę błędów o wielkości  $10^{-6}$ , tzn. dopuszcza się możliwość występowania jednej pomyłki przy przekazaniu miliona znaków. Oczywiście im mniejsza wielkość stopy błędów, tym lepsza jakość urządzenia.

Szybkość przekazywania mierzy się ilością elementarnych znaków /0 lub 1/ przesłanych w jednostce czasu i wyraża się w bodach.

Szybkość jednego bodu oznacza przesłanie w ciągu sekundy jednego elementu binarnego. Elementem binarnym /dwójkowym/ nazywamy cyfrę "0" lub "1". Przy pomocy tych dwóch cyfr można przedstawić dowolną liczbę. W systemie dziesiętnym używamy diesięciu cyfr.

Współcześnie stosowane środki transmisji danych pozwalają przekazywać dane z szybkością 50-40000 bodów.

Najczęściej spotykane są urządzenia o szybkości 1200/2400 bodów.

#### Urządzenia przekształcania informacji

Pod pojęciem tym rozumie się ogólnie urządzenia przekształcające informację z jednej postaci w inną bardziej potrzebną lub wygodną w zastosowaniu.

Na wejście elektronicznej maszyny cyfrowej /zespołu głównych urządzeń przetwarzających/ trzeba podawać informację w języku dla niej

zrozumialiśmy, to jest w postaci cyfrowej, również z wyjścia<sup>x/</sup> maszyny otrzymujemy informację w tej samej postaci.

Dlatego też jako urządzenia do przekształcania informacji będziemy /w węższym i użytym tu znaczeniu/ traktowali przetworniki przetwarzające informację z dowolnej formy na informację cyfrową i odwrotnie tj. przekształcające informację cyfrową na informację w innej formie.

Dla wyjaśnienia roli spełnianej przez urządzenia przekształcające informację posłużymy się przykładem niektórych zastosowań.

Obecnie do określania nastaw przy strzelaniu rakietami coraz powszechniej stosuje się specjalistyczne maszyny cyfrowe /tzw. przeliczniki/. Dokładne obliczenie nastaw dla rakiet taktycznych wymaga podania na wejście przelicznika danych dotyczących składowych wiatru balistycznego w celu uwzględnienia poprawek na wiatr na aktywnym odcinku toru. Potrzebnych danych dostarcza stacja radiolokacyjna wyposażona w meteosondę, jednakże dane te otrzymuje się w postaci wolno zmieniającego się napięcia, a więc w postaci określonej ciągłej wielkości o zmiennych wartościach /tzw. napięcia analogowego/.

Po to, by poprzez odpowiednie urządzenia łączności doprowadzić na wejście przelicznika dane w kodzie cyfrowym zastosowane jest urządzenie przekształcające napięcie analogowe w serię impulsów elektrycznych odzwierciedlających kod cyfrowy.

Grupa urządzeń o tym lub analogicznym przeznaczeniu nosi nazwę konwerterów analogowo-cyfrowych.

W szeregu krajów prowadzone są badania oraz eksperymenty w zakresie przetwarzania informacji graficznej przez elektroniczne maszyny cyfrowe oraz wprowadzania do maszyn niezbędnych parametrów terenu wprost z mapy, a także w zakresie automatycznego odczytywania zdjęć lotniczych itp.

---

x/ Pod terminem wyjście należy rozumieć urządzenie wyprowadzające z maszyny wyniki obliczeń.

### Urządzenia przetwarzania informacji

Pod pojęciem tym rozumie się maszyny liczące, które mogą przyjmować informacje pierwotne, przekształcać je samoczynnie według określonego algorytmu /przepisu działania/ i podawać wyniki końcowe tych przekształceń.

Obecnie na świecie istnieje kilka tysięcy różnych typów maszyn liczących. Jednakże z punktu widzenia przeznaczenia i możliwości ich zastosowania oraz roli w procesie opracowywania informacji wszystkie maszyny można podzielić na kilka grup. Podział ten obrazuje rys. 1.

Zgodnie z klasyfikacją przedstawioną na tym rysunku, wszystkie maszyny dzielimy na cztery podstawowe grupy, a mianowicie:

- maszyny małej mechanizacji;
- maszyny średniej mechanizacji;
- maszyny dużej mechanizacji;
- elektroniczne maszyny matematyczne.

Podział taki jest w dużej mierze umowny, ponieważ w praktyce trudno określić ściśle granice między poszczególnymi stopniami mechanizacji, tym bardziej, że w ostatnim czasie coraz szerzej stosuje się rozmaite urządzenia, dzięki którym zacierają się granice między poszczególnymi rodzajami mechanizacji i automatyzacją opracowania informacji.

#### b/ maszyny małej mechanizacji.

Do grupy tej zaliczamy maszyny, które pozwalają zmechanizować jedynie pojedyncze czynności obliczeniowe i wymagają stałej ingerencji człowieka podczas wykonywania pracy, związanej z koniecznością wprowadzania poszczególnych liczb, z odczytaniem oraz zapisaniem wyników. Maszyny te w pracach obrachunkowych odgrywają przeważnie rolę pomocniczą i wykorzystywane są najczęściej w sposób zdecentralizowany przez tych pracowników, którzy w trakcie wykonywania swojej pracy zmuszeni są wykonywać od czasu do czasu działania arytmetyczne. Do tej grupy maszyn należą maszyny czterodziałaniowe /kalkulacyjne/, zwane również arytmetrami, oraz maszyny wyspecjalizowane w wykonywaniu 2

Rys. 1. Rodzaje maszyn liczących według ich roli w procesie mechanizacji przetwarzania danych.

działań rachunkowych - dodawania i odejmowania, zwane sumatorami.

c/ maszyny średniej mechanizacji.

Do maszyn średniej mechanizacji zaliczamy maszyny księgujące i fakturujące. Za pomocą tych maszyn, w odróżnieniu od maszyn małej mechanizacji, można mechanizować określone grupy czynności, na przykład wypełnienie listy płac itp.

Wspólną cechą maszyn małej i średniej mechanizacji stanowi fakt, że obie te grupy maszyn wymagają każdorazowego ręcznego wprowadzania danych wejściowych; dokonuje się tego za pomocą dźwigni lub klawiatury. Fakt ten w poważnym stopniu ogranicza wydajność tych maszyn oraz uniemożliwia zmechanizowanie niektórych czynności, na przykład sortowania informacji.

d/ Maszyny dużej mechanizacji.

Do maszyn dużej mechanizacji zaliczamy maszyny pracujące na zasadzie automatycznego odczytu danych wydziurkowanych na kartach maszynowych. Zastosowanie kart oraz elementów sterowania elektrycznego pozwala wykonywać za pomocą tych maszyn znacznie większe zespoły czynności bez bezpośredniego udziału człowieka. Maszyny te w szczególności umożliwiają zmechanizowanie czynności sortowania i grupowania informacji.

Do maszyn dużej mechanizacji należą maszyny następujące:

1. Maszyny do przygotowania samych kart, a więc do dziurkowania i kontroli poprawności dziurkowania kart. Do tej grupy maszyn zalicza się ręczne dziurkarki i sprawdzarki kart oraz maszyny do automatycznego dziurkowania kart, zwane reproducerami i dziurkarkami sumarycznymi. Do grupy maszyn przygotowujących karty należą również opisywacze /interpretory/. Maszyny te odczytują w sposób automatyczny informacje wydziurkowaną w kartach.
2. Maszyny do grupowania oraz porządkowania /sortowania/ informacji wydziurkowanej w kartach. Do maszyn tych zalicza się maszyny sortujące /sortery/, służące do układania kart według wymaganej kolejności, oraz kolatory, przeznaczone do wykonywania bardziej skomplikowanego grupowania kart.
3. Maszyny do rachunkowego opracowywania danych wydziurkowanych w kartach oraz do sporządzania zestawień na podstawie kart. Do tej grupy maszyn należą kalkulatory, służące do wykonywania obliczeń /głównie mnożenia i dzielenia/ na podstawie danych odczytanych z

kart oraz do sterowania dziurkowaniem lub drukowaniem wyników tych obliczeń, oraz tabulatory wykonujące dodawanie, odejmowanie oraz zapis danych wydziurkowanych w kartach oraz drukujące wyniki obliczeń.

Maszyny dużej mechanizacji albo maszyny licząco-analityczne odegrały i nadal odgrywają bardzo dużą rolę w zmechanizowanym przetwarzaniu informacji. Maszyny te, stale udoskonalane pod względem konstrukcyjnym oraz uzupełniane różnymi nowymi urządzeniami liczącymi /m.in. przez stosowanie urządzeń opartych na elementach elektronicznych/, będą najprawdopodobniej jeszcze przez pewien czas efektywnym narzędziem prac obrachunkowych w wielu dziedzinach naszej gospodarki.

Najważniejszą zaletą maszyn w porównaniu z maszynami małej i średniej mechanizacji jest zrealizowanie, dzięki zastosowaniu karty dziurkowanej, zasady automatycznego odczytu danych. To z kolei pozwala zmechanizować wykonywaną dotąd ręcznie czynność sortowania i grupowania oraz wprowadzić elementy automatycznego sterowania procesami obliczeniowymi. W odróżnieniu od maszyn małej i średniej mechanizacji, które wymagają bezpośredniego udziału człowieka w wykonaniu każdej niemal operacji obliczeniowej, zastosowanie maszyn licząco-analitycznych pozwala opracować program dla tych maszyn w taki sposób, aby wykonywały one samoczynnie, prawie bez udziału człowieka, cały ciąg operacji obrachunkowych aż do spełnienia określonych warunków przewidzianych w programie.

Maszyny te posiadają również ujemne strony. Do najważniejszych ujemnych cech omawianych maszyn, nie pozwalających zwiększyć w sposób radykalny ich wydajności, należy zaliczyć:

1. Duży udział w konstrukcji tych maszyn elementów mechanicznych i wynikającą stąd ograniczoną prędkość ich pracy.
2. Małą pojemność "pamięci" maszyn, uniemożliwiająca sporządzanie bardziej złożonych zestawień podczas jednorazowego przepuszczania kart przez maszynę.

3. Nadmierne usztywnienie programowania, nie pozwalające w sposób automatyczny dokonywać zmian w trakcie pracy - w zależności od otrzymanych wyników pośrednich. Jakakolwiek modyfikacja w programie pracy maszyny wymaga jej zatrzymania oraz ręcznego dokonania przełączeń tablic programowych.

Oprócz tego pojemność programu, który można ułożyć na jednej tablicy programowej, jest stosunkowo niewielka. W związku z tym opracowanie bardziej skomplikowanego programu jest niemożliwe.

e/ Elektroniczne maszyny matematyczne.

W zależności od ogólnej zasady wykonywania obliczeń i sposobu przedstawiania danych elektroniczne maszyny matematyczne dzielą się na maszyny: analogowe, cyfrowe i hybrydowe /te ostatnie łączą w sobie właściwości maszyn analogowych i cyfrowych/.

Maszyny analogowe /inaczej ciągłego działania/ są to maszyny oparte na układach elektronicznych, działające na zasadzie wykorzystania analogii między opisem fizycznym odpowiadającym rozwiązaniem zagadnienia i wzorami, przyporządkowanymi prawom fizycznym, rządzącymi procesami /najczęściej przebiegami elektrycznymi/ zachodzącymi w maszynie.

Przy rozwiązywaniu wielu zadań praktycznych trzeba dokonywać znacznej ilości doświadczeń, które w wielu przypadkach są trudne do wykonania lub z wykonaniem których wiąże się znaczne użycie zarówno środków materialnych jak i czasu.

Konstruując nowe rakiety, samoloty, okręty oraz inne urządzenia trzeba upewnić się jak będzie zachowywał się projektowany obiekt w warunkach eksploatacji. Zazwyczaj sprawdza się to na modelach fizycznych. Bez sprawdzenia właściwości aerodynamicznych na modelu umieszczonym w tunelu aerodynamicznym z zasady nie rozpoczyna się budowy żadnego samolotu. Taki proces rozwiązywania zadania nazywa się metodą modelowania fizycznego.

Istnieje jednakże inna możliwość rozwiązania tego zagadnienia. Obecnie każdy proces fizyczny, nawet najbardziej skomplikowany, można wyrazić w postaci równań różniczkowych. Na podstawie sformułowanych równań różniczkowych za pomocą najprostszycy elementóv obwodóv elektrycznych /oporniki, kondensatory/ tworzy się model elektryczny dokładnie odzwierciadlający dany proces fizyczny. Wielkości biorące udział w rozwiązywaniu zadania są w takim wypadku przedstawione przez analogię najczęściej w postaci napięć elektrycznych i dlatego przekazywanie danych z jednego zespołu do drugiego jest realizowane nadzwyczaj prosto.

Maszyny analogowe składają się z oddzielnych zespołów, z których każdy wykonuje jedno określone działanie matematyczne /dodawanie, odejmowanie, różniczkowanie itd/. Właściwie określony zestaw takich zespołów umożliwia rozwiązywanie równań o konkretnej postaci lub określonych typóv zadań. Rozwiązywanie zagadnienia otrzymuje się zwykle w drodze pomiaru odpowiednich wielkości w czasie trwania procesu fizycznego. Pomiar może być wykonany bezpośrednio przez odczyt wyniku na skali przyrządu pomiarowego lub pośrednio np. przez odwzorowanie przebiegu elektrycznego, odpowiadającego poszukiwanej zmiennej, za pomocą lampy oscyloskopowej.

Dokładność uzyskanych wyników zależy od dokładności użytych metod pomiarowych i dokładności elementóv, jest ona jednak z reguły mniejsza, niż dokładność osiągnana przy pomocy maszyn cyfrowych, natomiast czas zużywany na przygotowanie i wykonanie obliczeń na ogół krótszy.

Z wojskowego punktu widzenia najbardziej interesujące są urządzenia licząco-analizujące, szeroko stosowane w stacjach radiolokacyjnych, artylerii oraz systemach radiotele kierowania /np. PUAZO, pilot automatyczny, maszyna do kierowania pociskami odrzutowymi/.

Maszyny cyfrowe. Elektroniczna maszyna cyfrowa składa się z szeregu urządzeń pracujących w sposób automatyczny jako jeden połączony system, zgodnie z sygnałami urządzenia sterującego pracą całej maszyny.

Najważniejsze części składowe elektronicznej maszyny cyfrowej oraz ogólny schemat jej działania przedstawiono na rysunku 2.

Rys. 2. Najważniejsze części składowe elektronicznej maszyny cyfrowej  
i ich współpraca

Zgodnie z powyższym schematem ważniejsze urządzenia elektronicznej maszyny cyfrowej są następujące:

1. urządzenie tzw. pamięci;
2. urządzenie arytmetyczne;
3. urządzenie sterujące;
4. urządzenie wyjścia;
5. urządzenie wyjścia.

W urządzeniu zwanym "pamięcią" maszyna zapisuje i przechowuje dane wejściowe podlegające opracowaniu, pośrednie wyniki obliczeń oraz wyniki końcowe. Oprócz tego w pamięci zapisuje się program pracy maszyny, na który składa się zbiór rozkazów określających sposób i kolejność wykonywania poszczególnych operacji w procesie rozwiązywania zadań.

Aby maszyna mogła nie tylko zapisać informację, ale i skorzystać z niej, tzn. odczytać w miarę potrzeby określone dane, musi ona "wiedzieć" gdzie która z informacji 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 ilość informacji cyfrowej, literowo-cyfrowej lub literowej, zwanej słowem. Ilość ta /długość słowa/ jest różna w zależności od organizacji wewnętrznej pamięci przyjętej dla danego typu EMC.

Każda komórka pamięci ma ściśle określoną lokalizację /numer/, zwaną adresem.

Maszyna zapisuje w pamięci poszczególne słowa pod wskazanym adresem oraz odczytuje dane według podanego jej adresu.

Podstawowymi właściwościami, według których oceniamy pamięć maszyny są: jej pojemność oraz możliwa do osiągnięcia prędkość zapisu i odczytu danych. Pojemność pamięci zależy od pojemności jej poszczególnych komórek oraz od liczby tych komórek. Dla większości prac z dziedziny przetwarzania danych dostatecznie duża pojemność pamięci stanowi jedną z najważniejszych zalet maszyny elektronicznej.

Drugą ważną cechą pamięci elektronicznej maszyny cyfrowej jest czas, jako potrzebuje maszyna na odczytanie jednostki informacji z pamięci lub za zapisanie jej w pamięci. Czas ten nazywa się cyklem pamięci.

Na cykl pamięci składają się następujące elementy:

- czas na odszukanie niezbędnej informacji według wskazanego adresu;
- czas samego odczytu lub zapisu;
- czas regeneracji /odtworzenia/ informacji po odczycie/ w wypadku gdy podczas odczytu informacji następuje jej skasowanie/;
- czas kasowania informacji przy zapisie /w wypadku gdy przed zapisem informacji następuje kasowanie poprzedniej informacji/.

Ponieważ byłoby bardzo trudno skonstruować pamięć, która sprostała by wymaganiom zarówno pod względem dużej pojemności, jak i dostatecznie krótkiego czasu cyklu, stosuje się zwykle w maszynach dwa rodzaje pamięci, a mianowicie:

- a/ pamięć wewnętrzną;
- b/ pamięć zewnętrzną.

### Pamięć wewnętrzna.

Pamięć wewnętrzna związana jest bezpośrednio z urządzeniem sterującym i z urządzeniem arytmetycznym maszyny. W pamięci tej maszyna zapisuje najczęściej tylko te informacje /zarówno program, jak i dane liczbowe/, która jest niezbędna do wykonania najbliższego ciągu operacji. W pamięci wewnętrznej maszyna zapisuje również pośrednie wyniki obliczeń, biorące następnie udział w dalszych obliczeniach. Pojemność pamięci wewnętrznej elektronicznych maszyn cyfrowych do przetwarzania danych wynosi zwykle od 4 do 32 tys. słów. Czas cyklu pamięci waha się od 1 do 12 mikrosekund co oznacza, że maszyna potrafi zapisać lub odczytać z pamięci 80 tys. do 1 mln słów w ciągu sekundy.

W ostatnim okresie konstruowane są również urządzenia pamięci wewnętrznej charakteryzujące się czasem cyklu mierzonym w nanosekundach.

### Pamięć zewnętrzna.

Pamięć zewnętrzna związana jest z urządzeniem arytmetycznym maszyny elektronicznej za pośrednictwem pamięci wewnętrznej. Pamięć zewnętrzna służy do przechowywania masowej informacji /zarówno programów, jak i danych wejściowych i wyników końcowych/, którą trudno byłoby pomieścić w pamięci wewnętrznej. Pamięć zewnętrzna stanowi więc uzupełnienie pamięci wewnętrznej. Pamięć zewnętrzna posiada zwykle bardzo dużą lub nawet nieograniczoną pojemność, jest jednak znacznie wolniejsza od pamięci wewnętrznej.

W czasie pracy maszyna elektroniczna dokonuje ciągłej wymiany informacji między pamięcią wewnętrzną i zewnętrzną. Ta informacja, która jest niezbędna do wykonania najbliższych operacji w maszynie, przepisywana jest w pamięci zewnętrznej do pamięci wewnętrznej, natomiast wyniki obliczeń nie biorące udziału w najbliższych operacjach oraz końcowe wyniki obliczeń przesyłane są do pamięci zewnętrznej.

Technicznych sposobów wykonania urządzeń pamięciowych maszyn elektronicznych jest wiele, np.:

- pamięć na rdzeniach ferrytowych;
- pamięć na bębnie magnetycznym;
- pamięć na dyskach magnetycznych;
- pamięć na kartach magnetycznych;
- pamięć na taśmie magnetycznej.

#### Pamięć na rdzeniach ferrytowych.

Pamięć na rdzeniach ferrytowych składa się z małych pierścieni /o średnicy zewnętrznej 0,8-3 mm/, przez które przechodzą przewody elektryczne.

Przez każdy rdzeń ferrytowy przechodzą trzy przewody: poziomy /X/, pionowy /y/ oraz jeden przewód biegnący przez wszystkie rdzenie - po przekątnej. Rdzenie wykonane są ze specjalnego materiału magnetycznego - ferrytu, który posiada właściwość namagnesowania się, jeśli przez nawinięty nań przewód zostanie przepuszczony prąd elektryczny o określonej sile, przy czym po ustaniu przepływu prądu rdzeń pozostaje w stanie namagnesowanym.

Dla namagnesowania rdzenia trzeba podać w jednym kierunku impuls prądu równocześnie przez oba przewody /poziomy i pionowy/. Impuls prądu przepuszczony tylko przez jeden z tych przewodów jest zbyt słaby dla namagnesowania rdzenia.

Jednoczesny przepływ prądu przez określony przewód poziomy i pionowy spowoduje namagnesowanie tylko jednego rdzenia, a mianowicie rdzenia znajdującego się w punkcie skrzyżowania się obydwu przewodów. Inne rdzenie pozostaną nienamagnesowane ze względu na to, że przepływie przez nie jedynie połowa niezbędnego minimum prądu potrzebnego do przemagnesowania. Kierunek namagnesowania się rdzeni zależy od kierunku przepływu prądu. Umownie przyjmuje się, że jeden kierunek namagnesowania rdzenia oznacza zapamiętanie jedynek, a odwrotny - zapamiętanie zera. Ponieważ w maszynach elektronicznych stosowana jest arytmetyka dwójkowa, w której liczba lub znak literowy przedstawia się za pomocą ciągu jedynek i zer, to za pomocą pamięci ferrytowej można zapisać /zapamiętać/ każdą dowolną infor-

mację liczbową lub literową.

Rys. 3. Zasada zapisu informacji w pamięci ferrytowej.

Na rysunku 3 zaznaczono strzałkami "jedynekowy" i "zerowy" kierunek przepływu prądu. Pokazano także, że podanie impulsu prądu na przewód poziomy  $X_4$  oraz przewód pionowy  $Y_4$  spowodowało namagnesowanie rdzenia A, co oznacza zarejestrowanie w tym miejscu znaku "1".

Przewód przechodzący na ukos przez wszystkie rdzenie wykorzystywany jest w procesie odczytywania zarejestrowanej informacji.

Dla odczytania informacji zarejestrowanej w pamięci ferrytowej należy przepuścić przez odpowiedni przewód poziomy i pionowy impuls prądu

runku odwrotnym niż podczas zapisu informacji. Jeśli na rdzeniu ferrytowym znajdującym się w punkcie skrzyżowania się dwóch przewodów była zarejestrowana jedynka, podany nań impuls odczytu o kierunku odwrotnym spowoduje przemagnesowanie się rdzenia. Zmiana kierunku pola magnetycznego rdzenia wywoła w przewodzie odczytującym słaby impuls prądu, który po odpowiednim wzmocnieniu przesyłany jest do innych urządzeń maszyny jako sygnał odczytania informacji. Jeśli rdzeń, na który podany został impuls odczytu, był poprzednio namagnesowany w kierunku zerowym, impuls ten nie spowoduje zmiany kierunku namagnesowania, w związku z czym brak będzie impulsu prądu w przewodzie odczytującym, co maszyna potraktuje jak 0. Odczytanie informacji z pamięci ferrytowej powoduje zniszczenie tej informacji. W związku z tym po odczytaniu informacji niezbędna jest regeneracja; wykonuje to maszyna w sposób automatyczny.

#### Pamięć na bębnie magnetycznym.

Pamięć na bębnie magnetycznym stosuje się dla zapamiętania większych zbiorów informacji. Pamięć ta jest stosowana w charakterze pamięci zewnętrznej, chociaż w niektórych modelach maszyn, szczególnie starszych typów bęben magnetyczny spełnia rolę pamięci wewnętrznej. Bęben magnetyczny ma kształt walca. Zrobiony jest z materiału niemagnetycznego, na przykład mosiądzu lub duraluminium. Powierzchnia bębna pokryta jest cienką warstwą materiału magnetycznego /tlenek żelaza, nikiel, nikiel-kobalt itp./, posiadającego właściwość namagnesowania się pod wpływem oddziaływania zewnętrznego pola magnetycznego. Dla stworzenia pola magnetycznego służącego do zapisu informacji na bębnie stosuje się tzw. głowice magnetyczne, podobne do głowic używanych w magnetofonach. Jeśli przez uzwojenie głowicy przepuszczony zostanie impuls prądu, w szczelinie roboczej głowicy powstanie silne pole magnetyczne powodujące namagnesowanie niewielkiego odcinka powierzchni bębna, znajdującego się w pobliżu głowicy. Przyjmując umownie, iż namagnesowany odcinek powierzchni bębna impulsem

dodatnim oznaczać będzie zapis "0", namagnesowanie zaś o kierunku odwrotnym - "1", to za pomocą takich namagnesowanych w różnych kierunkach punktów można przedstawić dowolną informację literowo-cyfrową.

Głowice magnetyczne zapisujące - odczytujące umieszcza się tuż przy powierzchni bębna w ten sposób, aby znajdowały się one w odległości około 20-30 mikronów od jego warstwy magnetycznej. Bęben odwraca się z prędkością stałą dla danego typu maszyny, wynoszącą u różnych bębnow od 50 do 250 obrotów na sekundę. Podczas zapisu przez głowice przepuszcza się impulsy prądu w odpowiednim kierunku, które powodują namagnesowanie odcinków powierzchni bębna. W trakcie odczytu natomiast namagnesowane odcinki wywołują w uzwojeniach głowic odczytujących impulsy prądu o odpowiednich biegunach, w zależności od kierunku namagnesowania danego odcinka bębna.

Wzdłuż swojej osi bęben podzielony jest na kilkadziesiąt do kilkuset ścieżek o szerokości 1-4 mm. Model bębna oraz sposób zapisu na nim informacji pokazano na rysunku 4.

Pojemność, tzn. maksymalna ilość informacji, jaka może być zapisana na bębnie, zależy od dwóch czynników, a mianowicie od wielkości /powierzchni zewnętrznej/ bębna oraz do gęstości zapisu. Gęstość zapisu z kolei zależy od prędkości obrotu bębna oraz od częstotliwości podawania impulsów prądu do głowic zapisujących. W praktyce na 1 ścieżce bębna, na odcinku o długości 1 cm, można zapisać 30-60 znaków dwójkowych. Na całej powierzchni bębna - w zależności od typu maszyny - można zapisać do czterech milionów znaków literowo-cyfrowych, co stanowi równowartość kilkunastu tysięcy kart dziurkowanych.

Do jednej maszyny elektronicznej można zwykle podłączyć kilka bębnowych dzięki czemu osiąga się znaczne zwiększenie ogólnej pojemności pamięci bębnowej.

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. Dla zapisania informacji w określonym miejscu bębna wystarczy podać maszynie rozkaz zapisu oraz numer odcinka na bębnie /adres/. Dla odczytania określonej informacji podaje się rozkaz odczytu oraz adres komórki, z której informacja ma być odczytana.

Zaletą omawianego urządzenia pamięci na bębnie magnetycznym jest niższy jego koszt w porównaniu z urządzeniem pamięci ferrytowej oraz możliwość zapisu dużej ilości informacji na powierzchni bębna. Jego wadą jest to, że - jako urządzenie mechaniczne obracające się z dużą prędkością - wymaga bardzo precyzyjnego wykonania, dokładnej regulacji oraz wysokiej dyscypliny eksploatacyjnej.

#### Urządzenia arytmetyczne

Za pomocą urządzenia arytmetycznego maszyna elektroniczna wykonuje operacje arytmetyczne i logiczne na liczbach przesyłanych z pamięci maszyny zgodnie z sygnałami otrzymanymi z urządzenia sterującego. W zależności od właściwości konstrukcyjnych określonego typu maszyny urządzenie

arytmetyczne może wykonywać różne rodzaje operacji. Zwykle wykonuje ono operacje dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia i porównania.

#### Urządzenia sterujące

Urządzenie sterujące zabezpiecza automatyczną pracę wszystkich urządzeń maszyny. Funkcję tę spełnia urządzenie za pomocą odpowiednich sygnałów sterujących, wysyłanych do poszczególnych pozostałych urządzeń.

Urządzenie sterujące wraz z urządzeniem arytmetycznym i pamięcią umieszcza się często razem we wspólnej obudowie i nazywa się je - ze względu na ich rolę - jednostką centralną. Urządzenia wejścia i wyjścia występują w formie osobnych urządzeń. Noszą one nazwę urządzeń zewnętrznych lub peryferyjnych.

#### Urządzenia wejścia

Urządzenie wejścia służy do wprowadzenia liczb i rozkazów do pamięci maszyny. Wejście maszyny cyfrowej składa się na ogół z urządzeń odbierających informacje z perforowanej taśmy papierowej /czytnik taśmy papierowej/ lub urządzeń odbierających informacje z kart perforowanych /czytniki kart perforowanych/ i umieszczających je w pamięci.

Zadaniem urządzenia wejścia jest w zasadzie przekształcenie informacji z postaci, w jakiej są dostarczone do maszyny, do postaci w jakiej są przechowywane w pamięci.

Informacją będziemy nazywać to wszystko, co może być umieszczone w pamięci, a więc liczby używane przy obliczeniach, rozkazy określające czynności maszyny oraz teksty /tytuły, komentarze/.

#### Urządzenia wyjścia

Urządzenie wyjścia służy do wyprowadzania na zewnątrz maszyny liczb i innych informacji. Dane te można wyprowadzić na taśmie papierowej /perforator taśmy papierowej/, na kartach perforowanych /perforator kart/, w postaci tabulogramów /drukarka, dalekopis arkuszowy/. Dane

wyjściowe mogą być również zobrazowane przy pomocy innych urządzeń.

Oprócz tych pięciu zasadniczych części elektronicznej maszyny cyfrowej należy wspomnieć jeszcze o pulpicie sterowania. Jest to urządzenie połączone ze sterowaniem umożliwiające ręczną ingerencję operatora obsługującego maszynę oraz kontrolę pracy maszyny. Pulpit sterowania wyposażony jest w odpowiednią ilość elementów włączających /przełączniki, klawisze, przyciski / i sygnalizujących /neonówki, nodistrony/ pozwalających kontrolować pracę maszyny.

Poniżej omówimy ogólne zasady funkcjonowania maszyny elektronicznej.

Przed rozpoczęciem opracowań na maszynie ustala się program jej pracy, który wprowadza się za pomocą urządzeń wejścia i zapisuje w pamięci.

Dane wejściowe biorące udział w opracowaniu dziurkuje się na kartach lub na taśmie dziurkowanej i następnie wprowadza do maszyny. Dane te w odpowiednio zakodowanej postaci maszyna zapisuje w pamięci analogicznie do zapisu programu.

Po uruchomieniu programu poszczególne rozkazy programu przesyłane są kolejno do urządzenia sterującego, które rozszyfrowuje każdy rozkaz, zamieniając go na serię impulsów sterujących pracą poszczególnych urządzeń. W zależności od rodzaju rozkazu maszyna może wykonać różne operacje arytmetyczne, logiczne, odczytu danych z kart, drukowania wyników itp.

Po zakończeniu obliczeń przewidzianych w programie maszyna wyprowadza wyniki za pomocą urządzeń wyjścia.

Wobec ogromnej różnorodności istniejących typów elektronicznych maszyn cyfrowych /wyrażającej się liczbą kilkuset aktualnie produkowanych modeli/ celowe jest dokonanie ich podziału dla podkreślenia cech charakterystycznych pewnych grup maszyn przeznaczonych do określonych zadań.

Z punktu widzenia zakresu wykonywanych zadań EMC dzielą się na uniwersalne i specjalistyczne.

Maszyny uniwersalne przeznaczone są do rozwiązywania szerokiej klasy zadań z zakresu obliczeń naukowych i technicznych, do sterowania procesami technologicznymi oraz do przetwarzania danych.

Maszyny specjalistyczne służą do rozwiązywania określonego typu lub klasy zadań. Zaletą ich jest prostota konstrukcji i eksploatacji, niewielkie wymiary i wysoka efektywność w rozwiązywaniu danej klasy zadań.

Do maszyn tego typu należą:

- analizatory matematyczne przystosowane do rozwiązywania zadań matematycznych z określonej dziedziny, często przy nazwie analizator dodaje się nazwę działu, którego zagadnienia mogą być przez dany analizator rozwiązywane np. analizator równań różniczkowych, równań algebraicznych, wielomianów;
- przeliczniki artyleryjskie /do obliczania danych do strzelania rakietami i artylerią lufową/, geodezyjne;
- maszyny cyfrowe, zainstalowane na samolotach obliczające dane do bombardowania;
- maszyny cyfrowe do kierowania ruchem pociągów /tzw. automaszynista/ i inne.

Stosowany też jest podział maszyn cyfrowych na:

- binarne i dziesiętne.

Pierwsze z nich dokonują obliczeń na liczbach przedstawionych w rozwinięciu dwójkowym w odróżnieniu do dziesiętnych, gdzie operacje wykonywane są na liczbach przedstawionych w rozwinięciu dziesiętnym.

Wygoda zapisu w systemie binarnym jest oczywista, ponieważ związane jest to z koniecznością operowania dwiema cyframi "0" i "1" co pozwala

na zastosowanie najprostszych układów elektronicznych. Dlatego też ogromną większość z produkowanych maszyn stanowią maszyny bonarne. Ponieważ niejednokrotnie wygodniej jest wprowadzać informację w systemie dziesiętnym wykorzystuje się w tym celu kod binarno-dziesiętny.

W kodzie tym dane wprowadza się do maszyny, która transformuje liczby w kod binarny;

Ze względu na parametry techniczne jak: szybkość działania, pojemność pamięci wewnętrznej i zewnętrznej, gabaryty i pobieraną moc elektroniczne maszyny cyfrowe dzielą się na małe, średnie i duże.

Wielkość maszyny	Szybkość liczenia	Pojemność pamięci
małe	do 1000 oper/sek	1000-4000 słów
średnie	1000-10000 oper/sek	4000-20000 słów
duże	powyżej 10000 oper/sek	pow. 20000 słów

Przedstawiona powyżej klasyfikacja nie wyczerpuje całości. Istnieje cały szereg innych kryteriów podziału EMC.

#### WAŻNIEJSZE DATY Z HISTORII PRODUKCJI I STOSOWANIA MASZYN LICZĄCYCH

- 1642 - Skonstruowanie pierwszej maszyny liczącej /sumator/ przez B.PASCALA.
- 1671 - G.W. LEIBNIZ opracowuje pierwszą konstrukcję maszyny do dodawania
- 1694 - Skonstruowanie przez G.W.LEIBNIZA maszyny wykonującej cztery działania rachunkowe.
- 1812 - Powstaje pierwsza konstrukcja maszyny liczącej w Polsce, opracowana przez A.STERNA.

- 1822 - Charles BABBAGE /Anglia/ zbudował model "maszyny różnicowej"  
- prawzór elektronicznych maszyn cyfrowych.
- 1838 - Pierwsze zastosowanie przez F.B. MORSE'a prądu elektrycznego do przekazywania informacji na odległość /początek rozwoju telegrafii/.
- 1874 - Opracowanie pierwszej konstrukcji maszyny kalkulacyjnej /arytmometru/ przez W. ODHNERA.
- 1881 - Skonstruowanie przez P.L. CZEBYSZEWA maszyny wykonującej 4 działania rachunkowe.
- 1888 - Skonstruowanie przez H. HOLLERITHA maszyny pracującej na zasadzie odczytu informacji z kart dziurkowanych /maszyn licząco-analitycznych/.
- 1889 - Skonstruowanie przez DORR E. FELTA /USA/ pierwszej maszyny do dodawania z zapisem danych /Comptograph/.
- 1922 - Pierwsze w Polsce zastosowanie maszyn pracujących na zasadzie odczytu informacji z kart dziurkowanych /maszyny licząco-analityczne/.
- 1944 - HOWARD AIKEN /USA/ zbudował pierwszą automatyczną maszynę przekąźnikową Mark I.
- 1946 - Zbudowano pierwszą w świecie elektroniczną maszynę cyfrową ENIAC według projektów I.W. MAUCHLEJA i I.P. ECHERTA /USA/.
- 1946 - Skonstruowanie przez S.A. LEBIEDIEWA pierwszej elektronicznej maszyny cyfrowej w ZSRR /MESM/.
- 1951 - Pierwsze zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej do przetwarzania danych.
- 1958 - Skonstruowanie pierwszej elektronicznej maszyny cyfrowej w Polsce.

DANE TECHNICZNE NIEKTÓRYCH ELEKTRONICZNYCH  
MASZYN CYFROWYCH

Typ maszyny	Pro- dukcja	Rodzaje pamięci		Pojemność pamięci		Szybkość wykonywania operacji	Technika
		wewnętrz- na	zewnątrz- na	wewnętrzna	zewnątrzna		
UMC-1	Polska	bębnowa	-	8192	-	300	lampowa
ZAM-2	Polska	magneto- stryk- cyjna	bębnowa	1024	32768	800	lampowa
ODRA-1003	Polska	bębnowa	-	8192	-	300	tranzys- torowa
ODRA-1013	Polska	bębnowa ferryto- wa	-	7936 256	-	500	tranzys- torowa
ODRA-1204	Polska	ferryto- wa	bębnowa taśmowa	4096- 65536	32752- 131008	20000	tranzys- torowa
ODRA-1304	Polska	ferryto- wa	bębnowa taśmowa	32000	32000 8000000	80000	tranzys- torowa
ZAM-21	Polska	ferryto- wa	bębnowa	8192- 24576	32768 98704	30000	tranzys- torowa
ZAM-41	Polska	ferryto- wa	bębnowa	8192- 24576	32768 98704	40000	tranzys- torowa
MIŃSK-2	ZSRR	ferryto- wa	taśmowa	4096	400000	5000-6000	tranzys- torowa
MIŃSK-22	ZSRR	ferryto- wa	taśmowa	8192	1600000	5000-6000	tranzys- torowa
MIŃSK-32	ZSRR	ferryto- wa	taśmowa	65536	16000000	50000	tranzys- torowa
BISMAC	USA	ferryto- wa	taśmowa	4096	32736	25000	tranzys- torowa
IBM-1401	USA	ferryto- wa	taśmowa dyskowa	12000	7000000 2000000	4000	tranzys- torowa
ICT-1300	W. Bry- tania	ferryto- wa	bębnowa	2000	96000	1000 - 47000	tranzys- torowa

## TENDENCJE ROZWOJU ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH

Ostatnio dominującymi tendencjami rozwoju elektronicznych maszyn cyfrowych ogólnie biorąc jest:

- budowa maszyn szybkich o dużych pojemnościach pamięci operacyjnej i zewnętrznej;
- dążenie do uzyskania możliwie wielkiej niezawodności działania;
- znaczna obniżka cen /dla tej samej klasy maszyny/;
- dostosowanie maszyny do bezpośredniego użytkownika;
- doskonalenie systemów przetwarzania informacji.

Obecnie szybkie maszyny cyfrowe wykonują ponad 15 mln operacji dodawania na sekundę. Cykl pamięci operacyjnej wyraża się w ułamkach mikrosekund rzędu dziesiątych części mikrosekundy /np. EMC CDC 6800 - 0,25usek/.

Czasy przełączania w układach logicznych maszyny są rzędu miliardowych części sekundy, a dla dodatkowego zwiększenia szybkości działania jedna maszyna może posiadać kilka niezależnie pracujących arytmometrów.

Pojemności pamięci operacyjnej osiągają obecnie ponad 250 tys. słów o 48 bitowej długości i większej. Pamięci operacyjne posiadają kilkanaście równoległych dróg dostępu.

Pamięci zewnętrzne maszyny /bębny, taśmy i karty magnetyczne oraz dyski magnetyczne/ mogą posiadać praktycznie nieograniczoną pojemność.

Jeżeli chodzi o niezawodność to już obecnie maszyny małej i średniej wielkości osiągają średni czas międzyawaryjny powyżej tysiąca godzin dla maszyny "powszechnego użytku". Należy nadmienić, że czas ten nie obejmuje urządzeń wejścia-wyjścia, które są mniej doskonałe, gdyż są to z reguły urządzenia elektromechaniczne. Wielkie postępy w zakresie zwiększenia niezawodności uzyskano dzięki stosowaniu automatycznej produkcji i jej kontroli jak też wprowadzenie tzw. obwodów scalonych: mono-

litycznych i hybrydowych. Pojawienie się obwodów scalonych dało tzw. III generację maszyn cyfrowych. Następnym krokiem mikroelektroniki jest "wielka integracja", w której np. arytmometr jest wykonany na jednej płytce krzemienne. Dzięki takiej konstrukcji zredukowano wymiary układów jak też ilość klasycznych połączeń w całej maszynie co znacznie zwiększyło niezawodność. Do wielkiej integracji zaliczamy układy monolityczne zawierające od 100 bramek logicznych /lub ich równoważników/ wzwyż. Na bazie tych elementów budowane są obecnie EMC tzw. generacji. Chcąc uzyskać dużą niezawodność maszyn należy opracować nowe technologie elementów dyskretnych /w przypadku ich stosowania/ takich jak oporniki, kondensatory, diody, tranzystory itp.

Ceny maszyn są różne zależnie od klasy maszyny, jej zestawu i wyposażenia. Małe maszyny o pojemności pamięci operacyjnej wynoszącej 4096 słów /słowo 12-16 bitów/ na rynkach światowych osiągają rekordowo niską cenę - 7000 dolarów.

Dostosowanie maszyny do człowieka następuje przez opracowywanie coraz to lepszych języków problemowych uwzględniających nawyki zawodowe bezpośredniego użytkownika, który już nie musi być zawodowym programistą. Od strony programowej i technicznej ulepsza się komunikację człowiek - maszyna przez opracowanie monitorów łatwych w obsłudze /program "monitor" i elektryczna maszyna do pisania/, stosowanie coraz szybszych drukarek wierszowych, urządzeń graficznego przedstawiania informacji /monitor ekranowy/ wykorzystujących lampy elektronopromieniowe. Stosowane są także urządzenia do graficznego wykreślenia wyników na papierze. Czynione są próby z urządzeniami do rozpoznawania znaków graficznych. Prowadzone są rozważania nad możliwością słownego porozumiewania się z maszyną w kanale wejścia do maszyny. Jak dotąd urządzenia zamieniające polecenia człowieka wydawane głosem na postać odpowiednich kodów cyfrowych, nie wyszły jeszcze z zakresu badań laboratoryjnych.

Dalszym postępowaniem w rozwoju maszyn równoległe z rozwojem elementów i układów elektronicznych oraz ich technologii jest doskonalenie organizacji maszyn i systemów poprzez stosowanie hierarchicznego układu pamięci i techniki dostępu do nich, mikroprogramowania, obwodów arytmetycznych, systemu wielodostępnego, wieloprogramowego i wielomaszynowego. Wieloprogramowość pracy nowoczesnych maszyn wymaga zapewnienia losowego wykonania sekwencji operacji dokonywanych na informacji napływającej z wielu kanałów w różnym czasie. Z tym związane są dalsze rozpracowania wielostopniowego systemu przerywań, systemu wielodostępnego oraz opracowania specjalnych programów kontroli i nadzoru pracy EMC tzw. dyrygenta i egzekutora, respektujących umowne priorytety przyporządkowane poszczególnym kanałom informacji a nawet poszczególnym elementom tej informacji.

Jednym z ważnych elementów rozwoju i wykorzystania EMC jest dalsze doskonalenie urządzeń transmisji danych oraz stworzenie sieci telekomunikacyjnej przystosowanej do masowego przekazywania informacji.

Bardzo istotnym problemem jest oprogramowanie maszyn a więc języki, podprogramy i programy ogólnoużytkowe. Ocenia się, że na oprogramowanie maszyn matematycznych przeznaczają się dzisiaj około połowy kosztów związanych z opracowaniem całej maszyny, a mimo to są w tym zakresie duże opóźnienia. Konieczny jest dalszy rozwój w kierunku automatyzowania procesu programowania na EMC. Zagadnienie oprogramowania będzie zdecydowanie dominujące przy opracowywaniu nowych maszyn i związanych z nimi systemów, gdyż już w tej chwili możliwości techniczne są daleko wyższe od zdolności ich wykorzystania.

Wydaje się, że w przyszłości dominować będą maszyny matematyczne jako systemy bardzo dużych rozmiarów, obsługujące użytkowników przede wszystkim przy pomocy łącz transmisji danych wykorzystujących doskonalsze od dzisiejszych sieci telefoniczne. Będą jednak w użyciu również małe maszyny matematyczne o organizacji zbliżonej do dzisiejszej.

### ZAKRES ZASTOSOWANIA EMC W DOWODZENIU

Najistotniejszym z celów wdrażania automatowego przetwarzania informacji /API/, nazywanego również elektronicznym przetwarzaniem danych /EPD/, do systemów /obiektów, układów/ wojskowych jest usprawnienie dowodzenia, a szczególnie jego głównej funkcji - podejmowania decyzji.

Zastosowanie do tego celu wysokosprawnych elektronicznych maszyn cyfrowych /EMC/ przynosi nie tylko doraźne korzyści, wynikające z automatyzacji określonych procesów, jak szybkość, wierność, dokładność itp. ale wpływa również na precyzyjniejszy wybór celów i określenie zadań oraz na sposób funkcjonowania systemu automatyzowanego /SA/, gdzie kryją się olbrzymie rezerwy potencjału bojowego i ekonomicznego.

Tak więc osiągnięcie celów w zakresie usprawnienia dowodzenia powinno między innymi być ściśle związane z wykorzystaniem potencjału maszyn cyfrowych oddziałującego na zwiększenie efektywności bojowej, szkoleniowej, gospodarczej itp. systemu automatyzowanego. Ze względu na to, że efekty uzyskiwane przez zastosowanie API oraz wykorzystanie EMC są nieporównywalnie wielkie w stosunku do efektów osiąganych za pomocą jakichkolwiek innych metod czy środków bojowych, maszyny cyfrowe i inne urządzenia systemu API należy traktować jako niezbędny etatowy środek bojowy, przynajmniej na równi jeśli nie priorytetowo, z innymi ważnymi a często droższymi elementami uzbrojenia wojsk.

Uznając bezsporną potrzebę zastosowania EMC dla usprawnienia dowodzenia wojskami i kierowania innymi przedsięwzięciami obronnymi w czasie pokoju i wojny można powiedzieć, że jest to nowy jakościowo środek dowodzenia, który jak broń jądrowa wnosi jakościowe zmiany do teorii i praktyki prowadzenia działań bojowych, powoduje jakościowe zmiany w sposobach i organizacji dowodzenia. Podstawą do szukania metod i kierunków wykorzystania potencjału EMC dla usprawnienia dowodzenia powinna być teoria dowodzenia.

W dotychczasowej praktyce dowodzenia we wszystkich procesach decyzyjnych prawie wyłącznie zaangażowany był człowiek wspomagany w nieznacznym tylko stopniu środkami technicznymi. Pojawienie się określonych metod matematycznych oraz elektronicznych maszyn cyfrowych powodują coraz większy ich udział w procesach decyzyjnych. W procesach zrutynizowanych EMC mogą z biegiem czasu prawie całkowicie zastąpić człowieka, a w procesach niezrutynizowanych mogą wyświadczyć człowiekowi znaczną przysługę i pomoc. Przy bardzo złożonych procesach decyzyjnych EMC będzie niezbędnym narzędziem człowieka przy podejmowaniu szybkich i poprawnych jeśli nie optymalnych decyzji.

#### PROCESY EWIDENCYJNO-SPRAWOZDAWCZE

Każda zorganizowana działalność zawiera w sobie procesy informacyjne i zasileniowe. Nawet najniższe ogniwa wykonawcze danej struktury organizacyjnej swoją działalność opierają o określone informacje planistyczne, operatywne i sprawozdawcze, zawarte najczęściej w odpowiednich dokumentach.

Integralną częścią procesów informacyjnych, a zwłaszcza na najniższych poziomach organizacyjnych, są procesy gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania informacji typu ewidencyjnego, źródłem których są różne meldunki, raporty, dokumenty osobowe, materiałowe i finansowe, dokumenty przychodowo-rozchodowe, zapotrzebowania, rozdzielniki, zlecenia itp. - a więc wszystkie dokumenty, na bazie których pracuje dana jednostka organizacyjna.

Informacje zawarte w dokumentach i w innych formach mogą być odpowiednio porządkowane przez maszynę cyfrową w podobny sposób jak przy tradycyjnym /ręcznym/ przetwarzaniu lecz uzyskując o wiele większe efekty w szybkości, dokładności, szczegółowości i wielostronności przetwarzania. Odpowiednio przygotowane i opracowane informacje ewidencyjne mogą być podstawą do przeprowadzania analizy i oceny aktualnego stanu obiektu /układu

które wraz z innymi czynnikami są nieodłącznymi elementami procesów decyzyjnych.

W procesach ewidencyjno-sprawozdawczych można wyróżnić trzy grupy informacji:

1. Informacje sprawozdawczo-kontrolne: meldunki, sprawozdania, raporty itp. - analizowane i wykorzystywane dla celów kontrolnych.
2. Informacje statystyczne: zestawienia zbiorcze, ankietowe, przekrojowe itp. - analizowane i wykorzystywane dla oceny zaszłości i wnioskowania na przyszłość.
3. Informacje sprawozdawczo-operacyjne: wyciągi, zbiorcze raporty, stwierdzenia itp. - wykorzystywane dla potrzeb dowodzenia.

Informacje sprawozdawczo-kontrolne stanowią podstawową bazę dla dwu pozostałych grup - informacji: statystycznych i informacji sprawozdawczo-operacyjnych.

Informacje typu statystycznego - otrzymane najczęściej na drodze prostych operacji sortowania, sumowania, uśredniania i bilansowania - wykorzystywane są najczęściej do globalnej oceny działalności danej jednostki organizacyjnej oraz dla ogólnych sprawozdań statystycznych.

Informacje sprawozdawczo-operacyjne, są tworzone w podobny sposób ale mają postać odpowiednio przygotowanych twierdzeń, wyciągów czy raportów, które rozprawdane są do określonych organów, jednostek lub komórek organizacyjnych, gdzie w połączeniu z wytycznymi, ograniczeniami i przepisami wynikającymi z danej struktury organizacyjnej są analizowane i stanowią podstawę do podejmowania decyzji.

Podstawą struktury informacji typu ewidencyjnego budowy ich systemu i wykorzystania są zagadnienia związane z rozliczeniem bojowym, ekonomicznym, stosunkami prawnymi oraz wymaganiami wynikającymi z osobistej odpowiedzialności za działalność danego obiektu.

## PROCESY PODEJMOWANIA DECYZJI PROGRAMOWYCH

Programowane procesy decyzyjne są ściśle związane z określoną strukturą organizacyjną danego układu. Procesy te dokonują się w oparciu o informacje ewidencyjne i przy wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej. W wyniku ich przetwarzania można uzyskać:

1. Informacje operacyjne - odpowiednio wyselekcjonowane i zaadresowane informacje - stanowiące podstawę decyzji operacyjnych.
2. Informacje dyspozycyjne - automatycznie wydawane polecenia i dyspozycje, wystawianie rachunków, asygnat, sporządzanie zapotrzebowań, listy płac itp. - dla wykonawców, organów nadrzędnych i współwykonawców.
3. Informacje decyzyjne - warianty rozwiązań określonych zagadnień, zoptymalizowane decyzje itp. - uzyskane w oparciu o metody badań operacyjnych dla potrzeb organów dowodzenia podejmujących decyzje.

Informacje operacyjne wymienione w programowanych procesach decyzyjnych różnią się od informacji sprawozdawczo-operacyjnych wymienionymi w procesach sprawozdawczo-ewidencyjnych pewnymi właściwościami.

Jedną z tych właściwości dotyczy celu, jakemu informacje mają służyć. Mianowicie informacje sprawozdawczo-operacyjne mają charakter rozliczeniowy, natomiast informacje operacyjne powinny być zorientowane w kierunku podejmowania decyzji.

Drugą własność związaną jest z kierunkiem przepływu informacji. Informacje sprawozdawczo-operacyjne płyną w zasadzie w górę układu hierarchicznego struktury organizacyjnej, a informacje operacyjne przebiegają w obu kierunkach - w górę i w dół. W górę - z tendencją do redukcji szczegółów, stanowiąc podstawę /źródło/ podejmowania decyzji, oraz w dół - z tendencją do precyzowania szczegółów, tj. do uogólnionych wytycznych wydanych na wyższym szczeblu dowodzenia do coraz bardziej szczegółowych, im niższego szczebla dowodzenia dotyczą.

Wyróżnienie informacji operacyjnych w procesach podejmowania decyzji wypływa również z samej istoty tego pojęcia. Mianowicie pojęciu podejmowania decyzji, zarówno w odniesieniu do celów długofalowych, jak i

doraźnych działań, można przyporządkować trzy podstawowe cechy:

1. Podstawą podjęcia decyzji jest zaszłość /przyczynowość/.
2. Decyzja dotyczy przyszłości.
3. Decyzja stanowi źródło działania.

Wobec powyższego można przyjąć, że założenia systemu informacji ewidencyjnych nie są dostosowane do potrzeb podejmowania decyzji. Stąd też wykorzystanie EMC dla celów obejmujących jedynie zakres informacji ewidencyjnych nie zmienia jakościowo informacji dostarczonym dotychczas organom dowodzenia - otrzymują one w zasadzie takie same informacje, jak i bez zastosowania EMC tyle, że szybciej, częściej i więcej. Nie są to jednak cechy, które same przez się stanowią istotną pomoc w dowodzeniu. Często nawet zbyt duża ilość informacji może stanowić istotne utrudnienie w podejmowaniu decyzji.

Informacje dla potrzeb dowodzenia powinny posiadać następujące cechy:

1. Selektywność - w sensie doboru informacji istotnych i niezbędnych dla podjęcia danej decyzji lub jej realizacji wraz z zaadresowaniem tych informacji do osób lub organów, których dotyczą;
2. Komunikatywność - w sensie dostosowania formy informacji do sposobu myślenia tej kategorii ludzi, którzy będą je wykorzystywać. Informacje których treść nie sugeruje lub nie wskazuje w sposób oczywisty, jakie działanie jest pożądane, powinny być zupełnie odpowiednim komentarzem co do przyczyny ich dostarczania, a w uzasadnionych przypadkach alternatywnymi /wariantami/ możliwych rozwiązań lub działań.
3. Operatywność - w sensie wstępnego przeanalizowania i zredukowania zbioru informacji związanych z daną decyzją tak, aby podstawową informację docierającą do określonej osoby /organu, układu/ była ta, która wymaga jej udziału przy podejmowaniu decyzji względnie przy wprowadzaniu w życie podjętej decyzji. Pozostałe informacje mogą mieć charakter "informacyjny" /do wiadomości/, bądź mogą być dostarczane

w wyniku zapotrzebowania. Zatem do omawianej grupy informacji operacyjnych, można zaliczyć również tzw. "informacje na żądanie" np. dotyczące doraźnego sprawdzenia stanów bojowych ludzi, sprzętu i materiałów, ich rozmieszczenia, sprawności itp.

Informacje dyspozycyjne, będące wynikiem procesów decyzji programowanych przy wykorzystaniu EMC, mogą mieć różne zastosowania jak np. wystawienie rachunków, asygnat, potwierdzeń przyjęcia, sporządzenie zapotrzebowań, list płac, rozpoznawanie i sygnalizowanie sytuacji alarmowych ze wskazaniem dalszego działania lub jego zakresu i innych o podobnym charakterze.

Zkares wydawania dyspozycji powierzany EMC może być większy lub mniejszy zależnie od takich czynników jak:

- stopnia sformalizowania problemu i zrutynizowania czynności na drodze prowadzącej do wydawania dyspozycji;
- stopnia pewności pracy urządzeń, by nie było przerw w wydawaniu dyspozycji;
- stopnia bezbłędności i prawidłowości informacji typu ewidencyjnego, które stanowią podstawę dla tego typu dyspozycji.

Informacje dyspozycyjne powstają w wyniku decyzji podejmowanych na bazie badań operacyjnych - w sensie metod naukowych, które połączone z pewnym sposobem myślenia prowadzą do rozwiązania problemów dowodzenia przy wykorzystaniu EMC.

Znamienną cechą procesów decyzyjnych przy wykorzystaniu badań operacyjnych jest to, że dla opisu określonych problemów, zjawisk i działań wykorzystuje się określone modele matematyczne /deterministyczne, probabilistyczne, statystyczne, strategiczne /a do ich rozwiązania stosuje się aparat i metody wyższej matematyki /rachunek różniczkowy, programowanie liniowe i dynamiczne, rachunek prawdopodobieństwa, statystykę matematyczną, teorię gier itp./ natomiast filozofia jako najbliższy i najważniejszy etap podjęcia decyzji pozostaje na ogół taka sama, jak przy

tradycyjnych metodach analizy i oceny sytuacji oraz wyboru sposobu działania. Każdy z tych modeli matematycznych bardziej lub mniej dokładnie odzwierciedla rzeczywistość, a skonstruowany program jest narzędziem pozwalającym w sposób ścisły, na drodze naukowej, przebadać wzajemne oddziaływanie elementów związanych z dowodzeniem. Można nawet, przy założeniu określonych kryteriów, znaleźć optymalne rozwiązanie - optymalne decyzje. Należy jednak pamiętać, że jest to optimum dla zakresu objętego modelem, który stanowi tylko pewne przybliżenie do rzeczywistości.

Najistotniejszym elementem, jaki badania operacyjne wniosły do procesu dowodzenia, jest podejście systemowe - w sensie projektowania składowych systemu i podejmowania poszczególnych decyzji dla włączenia ich w system rozpatrywany z punktu widzenia całego danego składu.

#### PROCESY PODEJMOWANIA DECYZJI NIE PROGRAMOWANYCH

Nie programowane decyzje są podejmowane w interesie i dla potrzeb działalności określonego układu /obiektu/, które jednak nie mogą być rozwiązywane na bazie reguł wynikających z jego struktury funkcjonalnej i organizacyjnej. Decyzje te na ogół wymagają lub wypływają z rozpoznania otoczenia danego układu /obiektu/ i mogą mieć większy lub mniejszy wpływ na jego strukturę i działanie. Teoretycznie można założyć zbudowanie takiej struktury, która odpowiadałaby warunkom otoczenia w każdej sytuacji i umożliwiała podjęcie decyzji, jednak złożoność i różnorodność otoczenia przy dostępnych dzisiaj metodach i środkach umożliwiają praktycznie osiągnięcie takiego rozwiązania.

Wobec powyższego duża część i to bardzo skomplikowanych problemów musi być z konieczności rozwiązywana przez człowieka. Istnieją bowiem takie elementy leżące u podstaw podejmowania decyzji, jak intuicja, praktyka, wyczucie sytuacji itp., których nie można bliżej określić, a jednak nie tylko istnieją, ale w większości bardziej złożonych sytuacji /w sensie możliwości umysłu ludzkiego przeanalizowania ich w określonym

czasie/ mają decydujący wpływ na jakość decyzji. Poza tym istnieje szereg eksponatów wpływających zasadniczo na funkcjonowanie układu jak np. czynniki natury moralnej, socjalnej, motywacje, dążenia itp., które pozostają nie objęte nawet przez najbardziej rozwinięte systemowe badania operacyjne, ze względu na trudności ich liczbowego ujęcia.

Przedstawione wyżej trudności w podejmowaniu decyzji doprowadziły do rozwoju badań nad drogami, które pozwolą umysłowi ludzkiemu w sposób efektywny rozwiązywać również bardzo złożone problemy zależne od wielkiej liczby współzależnych od siebie czynników, z których część może nawet pozostawać bliżej nieokreślona.

Nieznany jest bliżej proces ludzkiego myślenia przy rozwiązywaniu problemów. Wiemy o nim bardzo mało, ale wiemy np., że bazy jego nie stanowi matematyka czy poszukiwanie rozwiązań na drodze algorytmicznej. Przypuszcza się raczej, że myślenie - to pewien sposób manipulowania symbolami. Badania w tym zakresie przejawiają tendencje heurystyczne tj. przyjmujące za punkt wyjścia zdolność selektywnego przeszukiwania informacji związanych z rozpatrywanymi problemami, zdolność stawiania hipotez ich korekty i wyboru oraz zdolność planowania działania.

Istnieją już obecnie praktyczne metody pomagające człowiekowi przy rozwiązywaniu problemów w sytuacjach wymagających decyzji nie programowanych przy pomocy EMC. Bazują one na ćwiczeniu umysłu człowieka w podejmowaniu decyzji nie programowanych. Umożliwiają to metody badań zachowania się obiektu, którego decyzja ma dotyczyć, drogą jego symulacji na EMC. Celem nie jest tu uzyskanie rozwiązania równań matematycznych tworzących model znalezienia optimum dla danej sytuacji. Celem jest raczej inicjowanie nowych dróg myślenia poprzez obserwację konsekwencji podjętych decyzji, które są wskazywane przez wyniki ćwiczeń na modelu. Ćwiczenia takie mogą się odbywać w relacji: człowiek - model lub w zestawie: paru ludzi i model.

W zakresie badań podstawowych obserwowane są dwa kierunki. Pierwszy to próby racjonalnej syntezy zdolności ludzkich i zdolności EMC.

Człowiek i EMC powinni tworzyć zespół, poszukujący rozwiązań każdy w swoich możliwościach i specjalności, zakładając ponadto formę dialogu dla wymiany uzyskanych wyników. W zestawie tym człowiek rozwiązuje problemy na drodze heurystycznej, natomiast EMC na drodze matematyczno-algorytmicznej, będąc równolegle obciążona zadaniem wyszukiwania potrzebnych danych.

Z kierunkiem tym wiąże się potrzeba zabezpieczenia środków szybkiej i bezpośredniej wymiany informacji między człowiekiem a maszyną celem umożliwienia nawiązania dialogu. Ponadto ze względu na konieczność wyrównania "intelektualnego" poziomu współpartnerów, potencjał operacyjno-informacyjny EMC musi być odpowiednio wysoki, co wiąże się z wykorzystaniem dużych EMC.

Drugi kierunek badań nad wykorzystaniem EMC do pomocy człowiekowi w podejmowaniu decyzji nie programowanych zmierza do zrozumienia procesów jakie zachodzą w umyśle ludzkim przy rozwiązywaniu problemów. Choć od zrozumienia naturalnego procesu myślenia jesteśmy jeszcze dzisiaj daleko tym niemniej możliwe i celowe jest inicjowanie podobnego typu procesów syntezujących, nawet bez ich całkowitego zrozumienia. Przykładem może być np. wykorzystanie koła w pojazdach, zanim człowiek opanował zasady fizyki

Obecna faza postępu w zakresie wykorzystania EMC na bazie zbliżonej do działania umysłu ludzkiego ma charakter badań podstawowych, obejmujących m.in. próby budowy programów zwanych heurystycznymi, rozwiązujących zagadnienia bez uprzedniego sprowadzenia ich do matematycznego modelu numerycznej formy. Podstawę ich stanowi raczej organizowanie olbrzymiej ilości procesów manipulowania symbolami, w sensie poszukiwania związków między tymi symbolami na bazie rozpoznanej sytuacji.

Kierunek ten nie opiera się na powiększeniu potencjału technicznych możliwości EMC, a zorientowany jest ku odkryciu ludzkiego myślenia. Pozwolić to może na:

- pomoc człowiekowi w rozwiązywaniu problemów na drodze ulepszenia metod jego myślenia;

- uzupełnianie maszynami cyfrowymi środków, jakie wykorzystuje człowiek przy myśleniu;
- znalezienie bardziej niż dziś efektywnych metod wykorzystania EMC przy podejmowaniu decyzji przez człowieka.

Przedstawiony zakres zastosowania EMC w procesach dowodzenia dla potrzeb ewidencji oraz podejmowania decyzji programowanych i nie programowanych - ma jedynie ułatwić sklasyfikowanie zastosowań EMC do rozwiązywania określonych problemów, gdyż granice podziału zagadnień na powyższe zakresy zastosowań są dość płynne.

Ponadto przedstawiony podział zastosowań EMC w dowodzeniu obrazuje również pewne poziomy wykorzystania EMC dla celów dowodzenia. Mianowicie ewidencje stanowią niewątpliwie źródło informacji podstawowych, obrazujących stan układu /objektu/ odniesiony do określonego przedziału czasu. Ewidencje stanowią również swego rodzaju podstawę do wypracowania informacji operacyjnych, które z kolei w połączeniu z określoną strukturą układu dają możliwość automatyzacji decyzji programowanych. Decyzje nie programowane, na ogół w sposób pośredni, również wykorzystują informacje typu ewidencyjnego, mimo że bliższe są im informacje operacyjne lub będące wynikiem badań operacyjnych. Podobnie i odwrotnie - decyzje nie programowane mają wpływ na system decyzji programowanych, te zaś na efektywność powstawania i jakości ewidencji.

Przedstawiony podział powinien również ułatwić nakreślenie celów, jakie stawiamy przy wdrażaniu EMC do dowodzenia oraz pozwoli umiejscowić założone cele na tle widocznych dziś możliwości oraz ich perspektyw.

Na marginesie powyższych rozważań warto podkreślić konieczność równoległego wdrażania systemu informacji ewidencyjnych i operacyjnych. Korzyści wynikające ze zautomatyzowania systemu informacji operacyjnych dla podejmowania decyzji programowanych są bezsporne. Natomiast jedną z podstawowych trudności przy automatyzowaniu procesów przetwarzania informacji są błędy, których nie da się uniknąć przy przygotowywaniu dużych

ilości danych źródłowych dla EMC. W przetwarzaniu tradycyjnym błędy te nie pociągały za sobą zgubnych konsekwencji ze względu na redukcję ich w wyniku samokontroli w czasie wieloszczeblowego przetwarzania przez ludzi. Wydaje się więc, że objęcie wspólnym systemem, opartym na wykorzystaniu EMC dla obu zakresów tj. do zautomatyzowania procesów sporządzania informacji ewidencyjnych, przewidzianych jako podstawa do podejmowania przez człowieka decyzji programowanych - dałoby podobne efekty w zakresie redukcji skutków błędów źródłowych.

Jeszcze jedna istotna sprawa dotycząca rozwoju automatyzacji procesów decyzyjnych. Podstawowa trudność w dostarczaniu informacji dla podjęcia decyzji programowanych nie leży w ograniczonych możliwościach EMC. Ich zdolności sortowania, przekształcania, redukcji, wstępnego opracowania w ustalonym zakresie pozwalają w znacznym stopniu spełnić wymagania stawiane informacji dla podjęcia decyzji. Podstawowa trudność leży natomiast w odpowiedzi na pytanie: jakie informacje potrzebne są organom dowodzenia do podjęcia decyzji i w ogóle do dowodzenia? Konieczne więc staje się ustalenie: w jakim stopniu i zakresie organa dowodzenia mogą i powinny się zaangażować do prac związanych z przygotowaniem i wdrażaniem systemów automatowego przetwarzania informacji.

Wydrukowano w 1 egz.

Egz. Nr 1 - Cenzura Wojskowa

Wyk.: płk Hrynkiewicz

Druk.: K.M.dn.28.02.69r.

Nr ks.masz. Pf 177/ID